ივანე ჯავახიშვილის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

თენგიზ ურუშაძე, ვინფრიდ ბლუმი

ნიადაგების გეოგრაფია
ნიადაგმცოდნეობის საფუძვლებით

თბილისის
უნივერსიტეტის
გამომცემლობა

სახელმძღვანელოში განხილულია ნიადაგის გეოგრაფიის და, საერთოდ, ნიადაგმცოდნეობის საგანი და ამოცანები; გაშუქებულია გეოგრაფიული გარემოს კომპონენტების, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების, მნიშვნელობა; მოცემულია ნიადაგის მყარი, თხიერი და გაზისებრი ფაზის შედგენილობის და თვისებების დახასიათება; გაშუქებულია ნიადაგების კლასიფიკაციის პრინციპები. საქართველოს ძირითადი ნიადაგების გეოგრაფიის, გენეზისის და თვისებების აღწერის საფუძველზე გაანალიზებულია მათი გავრცელების კანონზომიერებანი და ნიადაგური საფრის შენების ორგანიზაცია; მოცემულია წარმოდგენა მსოფლიოს ნიადაგურ რესურსებზე, ნიადაგის დაცვასა და მელიორაციაზე.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია სტუდენტ-გეოგრაფების, ნიადაგმცოდნეებისა და ეკოლოგებისთვის.

რედაქტორი გეოგრაფიულ მეცნიერებათა დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი
ლია მაჭავარიანი

რეცენზენტები: საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი
ოთარ ნათიშვილი

გეოგრაფიულ მეცნიერებათა დოქტორი, სრული პროფესორი
რამინ გობეჯიშვილი

© თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 2011
ISBN 978-9941-13-223-0



თენგიზ (გიზო) ურუშაძე – ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო და საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტების სრული პროფესორი, საქართველოს მეცნიერების ეროვნული აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი.

როგორც მიწვეული პროფესორი, ლექციებს კითხულობდა დრეზდენის ტექნიკურ უნივერსიტეტში (გერმანია) და ბუნებრივი რესურსების და ცოცხლის მეცნიერებების უნივერსიტეტში (BOKU) (ვენა, ავსტრია).

სხვადასხვა დროს იყო საქართველოს პირველი პრეზიდენტის მრჩეველი ეკოლოგიის საკითხებში; საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის კათედრის გამგე, პრორექტორი, რექტორი; ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ნიადაგების გეოგრაფიის და ნიადაგმცოდნეობის კათედრის გამგე; არჩეულია ესპანეთის (ბარსელონა) მეცნიერების და ხელოვნების სამეფო აკადემიის წევრ-კორესპონდენტად; საზღვარგარეთის რამდენიმე უნივერსიტეტის საპატიო დოქტორია; 1985 წლიდან საქართველოს ნიადაგმცოდნეთა საზოგადოების პრეზიდენტია. იგი 300-მდე სამეცნიერო ნაშრომის, მათ შორის 30-მდე მონოგრაფიის და სახელმძღვანელოს ავტორია. მის მიერ გამოყოფილია რამდენიმე ახალი ნიადაგური ტიპი, რომლებიც შეტანილია ნიადაგმცოდნეობის სახელმძღვანელოში (საქართველო, რუსეთი, პოლონეთი). თ. ურუშაძე საერთაშორისო ჟურნალ „აგრარულ მეცნიერებათა მაცნეს" მთავარი რედაქტორი და მთელი რიგი ჟურნალების რედკოლეგიის წევრია (საქართველო, ინდოეთი, გერმანია, უნგრეთი, ჩილე, თურქეთი, სომხეთი).

ვინფრიდ ბლუმი – თანამედროვეობის გამოჩენილი ნიადაგმცოდნე, ცნობილი საზოგადო მოღვაწე. 1987 წლიდან ვენის (ავსტრია) ბუნებრივი რესურსების და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა უნივერსიტეტის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის დირექტორი; 1990-2002 წლებში ნიადაგმცოდნეთა საერთაშორისო კავშირის გენერალური მდივანი; 1991-1995 წწ. ეროკავშირის ნიადაგების დაცვის ექსპერტების კომისიის პრეზიდენტი, ევროპის ნიადაგმცოდნეთა საზოგადოებების კონფედერაციის დამაარსებელი და პრეზიდენტი. 1996 წლიდან ევროპის გარემოსდაცვითი კვლევების ორგანიზაციის (სტრასბურგი) წევრი, მთელი რიგი სამუშაო ჯგუფების ხელმძღვანელი; მრავალი საზოგადოების და კავშირის საპატიო წევრი; მსოფლიო ბანკის, ფაოს და სხვა საერთაშორისო ორგანიზაციების ექსპერტი. იგი 500-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომის და 100-ზე მეტი ტექნიკური ანგარიშის ავტორია; 20-მდე სამეცნიერო ჟურნალის რედკოლეგიის წევრია. ვ. ბლუმი მსოფლიოს მრავალი უნივერსიტეტის საპატიო დოქტორია. 2009 წელს არჩეულ იქნა საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის უცხოელ წევრად.

შესავალი

ცნება ნიადაგის შესახებ. ხანგრძლივი დროის მანძილზე საბუნებისმეტყველო მეცნიერების უმრავლესობას გააჩნდა ხისტი, უცვლელი საზღვრები. მინერალოგია სწავლობდა მინერალებს, ბოტანიკა – მცენარეებს, მაშინ როდესაც, მინერალების გაელენა მცენარეებზე და, პირიქით, მცენარეების – მინერალებზე, მკვლევრების ყურადღების მიღმა რჩებოდა. ბუნებაში კი ყველაფერი იმყოფება ურთიერთკავშირში.

ამ დებულების მართებულობა აისახა სპეციალიზაციის გაღრმავებული პროცესის და საბუნებისმტყველო მეცნიერებების ურთიერთშეღწევის პროცესის დაწყებით. ნიადაგმცოდნეობა შეიქმნა, როგორც ამ პროცესის ერთ-ერთი პირველი გამოელინება.

ნიადაგმცოდნეობა არის მეცნიერება ნიადაგების – მათი წარმოქმნის (გენეზისი), შენების, შედგენილობისა და თვისებების შესახებ. ის სწავლობს ნიადაგების გეოგრაფიული გავრცელების კანონზომიერებას, ნიადაგის გარემოსთან ურთიერთობის კავშირს, რაც გულისხმობს უმთავრესი თვისების – ნაყოფიერების ფორმირებას და განვითარებას, ნიადაგური საფრის შეცვლას.

სწავლება ნიადაგზე, როგორც დამოუკიდებელ, ბუნებრივ-ისტორიულ სხეულზე, შეიქმნა XIX საუკუნის ბოლოს. გენეზისური ნიადაგმცოდნეობა ბუნებისმტყველების ახალი დარგია, რადგანაც მას საფუძვლად უდევს სწავლება გენეზისის (წარმოშობა, განვითარება და ევოლუცია) შესახებ.

მიწათმოქმედების გაჩენასთან ერთად, ადამიანმა შემოიღო ცნება ნიადაგის, როგორც შედარებით ფხვიერი მიწიანი შრის, შესახებ, რომელშიც ფესვიანდება მცენარე და რომელიც წარმოადგენს სამიწათმოქმედო დამუშავების საგანს. ნიადაგის ცნება გაიგივებული იყო მიწასთან, როგორც ზედაპირის ნაკეეთთან, რომელზეც ბინადრობს ადამიანი.

ნიადაგზე მარტივი წარმოდგენა სრულებით აკმაყოფილებდა კაცობრიობას ისტორიული განვითარების მრავალი ათასწლეულის მანძილზე, რადგანაც ადამიანი უშუალოდ არ აწყდებოდა მიწათმოქმედების ისეთ პრობლემებს, როგორიცაა: შიმშილის საშიშროება, მცირემინიანობა, კატასტროფული ეროზია, გაუდაბნოება, ნაყოფიერების დაცემა, ფართობის ერთეულიდან მზარდი პროდუქციის მიღების აუცილებლობა და სხვ. ამ ზოგადი ამოცანების გადაწყვეტის აუცილებლობამ გაანაპირობა ახალი მეცნიერების – ნიადაგმცოდნეობის ჩასახვა. ეს მეცნიერება ვითარდებოდა არა როგორც აღწერითი და გონებაჭვრეტითი დისციპლინა, არამედ ჩამოყალიბდა ინტენსიურად განვითარებადი მინათმოქმედების პრაქტიკული მოთხოვნების საპასუხოდ.

ადრე არსებული განმარტებები გახდა მიუღებელი, რადგანაც არ ახასიათებდნენ ნიადაგის, როგორც ბუნებრივი სხეულის, სპეციფიკას და არ ასახავდნენ მის ყველაზე დამახასიათებელ თავისებურებას. ნიადაგის მიმართ ადამიანის სამგვარმა დამოკიდებულებამ – როგორც ბუნებრივი სხეული, შრომის საგანი და შრომის პროდუქტი – გაართულა ნიადაგის მეცნიერული განმარტების არჩევანი.

XX საუკუნის დასაწყისში მიღებულ იქნა, რომ ნიადაგი წარმოადგენს დედაქანის (გრუნტის), რელიეფის, კლიმატის და ორგანიზმების ფუნქციას (შედეგს) გამრავლებულს დროზე.

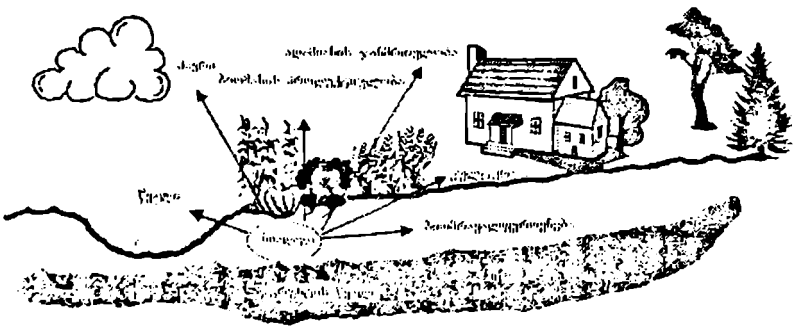
ამ განმარტებამ განსაკუთრებული როლი შეასრულა ახალი მეცნიერების განვითარებაში, კერძოდ, ნიადაგი აღიარებულ იქნა დამოუკიდებელ ბუნებრივ სხეულად, რომელიც განასხვავებს მას ბუნების სხვა სხეულებისგან; ნიადაგი ისტორიული მოვლენაა, რომელსაც გააჩნია ასაკი და წარმოქმნის ისტორია. არსებობს ფუნქციონალური კავშირი ნიადაგსა და ბუნების სხვა სხეულებსა და მოვლენებს შორის.

ნიადაგის ძირითადი თვისება არის ნაყოფიერება – უნარი დააკმაყოფილოს მცენარის მოთხოვნილება კვების ელემენტებით, წყლით; უზრუნველყოს მისი ფესვთა სისტემა ჰაერის, სითბოს საკმარისი რაოდენობით ნორმალური საქმიანობისთვის და მოსავლის შესაქმნელად.

ნიადაგი არის რთული პოლიფუნქციონალური და პოლიკომპონენტური ღია მრავალფაზიანი სტრუქტურული სისტემა ქანის გამოფიტვის ქერქის ზედაპირულ შრეში და წარმოადგენს ქანის, ორგანიზმების, კლიმატის, რელიეფისა და დროის კომპლექსურ ფუნქციას.

ნიადაგს, როგორც ბუნებრივ სხეულს, გააჩნია გარკვეული გავრცობა სივრცის სამ განზომილებაში. მას აქვს მდებარეობა სივრცეში, მოცულობა და საზღვრები.

ნიადაგის ქვედა საზღვარი განისაზღვრება იმ სიღრმით, რომელზეც ნიადაგწარმოქმნის პროცესში მოხდა საწყისი ქანის შეცვლა.



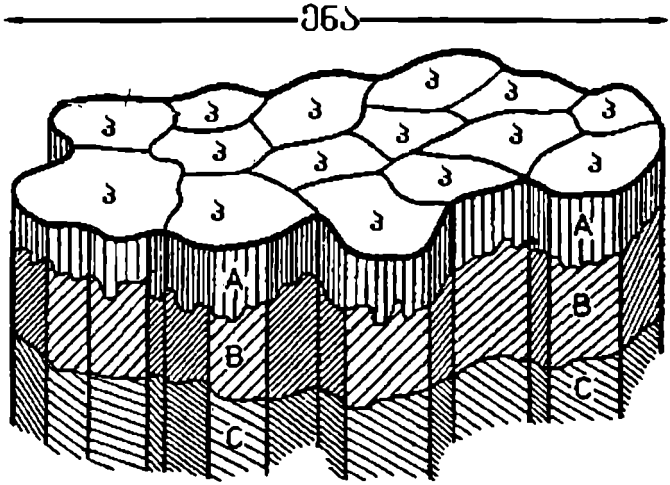
ნახ. 1. ნიადაგი – ბუნების შემადგენელი ნაწილი

ნიადაგის ზედა საზღვარი წარმოადგენს ნიადაგსა და ატმოსფეროს შორის გამყოფ ზედაპირს, ე.ი. დედამიწის ხმელეთის ზედაპირს, ან ნიადაგსა და ჰიდროსფეროს შორის წყალქვეშა ნიადაგებისთვის (დატბორილი ბრიჯნის ნიადაგები, მანგრის – ტროპიკებში).

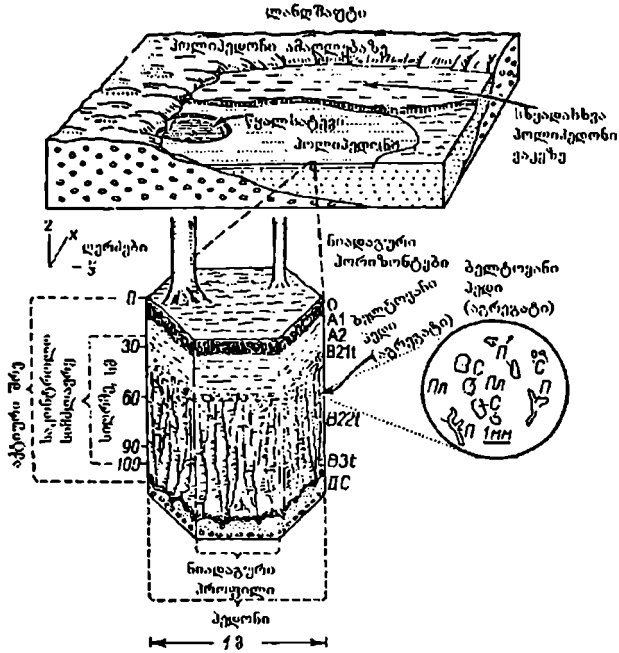
რაც შეეხება ნიადაგური სხეულების გვერდით საზღვრებს, იმის გათვალისწინებით, რომ დედამიწის ხმელეთის ნიადაგური საფარი მთლიანია და ნიადაგები ერთმანეთში გადადიან თანდათანობით, მკვეთრი საზღვრების გარეშე, საზღვარი ორ სხვადასხვა ნიადაგს შორის ხდება დიფუზური და ნატურაში ძნელად გამოიყოფა. მაგრამ ეს არ ნიშნავს, რომ საზღვარი არ არსებობს: დიფუზური საზღვარი – ესეც საზღვარია, მაგრამ მას გააჩნია გაურკვევლობის ზღვარი. ნიადაგმცოდნეობაში მიღებულია ნიადაგის გვერდითი საზღვრები, რომლებიც ემთხვევა მონათესავე ნიადაგურ ინდივიდუმებს შორის ვერტიკალური ზედაპირების სიბრტყეს.

ნიადაგი რთული სტრუქტურული სისტემაა და ყოველთვის გააჩნია არაერთგვაროვნების გარკვეული ხარისხი. ნიადაგური ინდივიდუმი – ნიადაგური პედონი წარმოადგენს დამოუკიდებელ ნიადაგურ სხეულს, რომელიც განსხვავდება გარემომცველი სხეულებისგან. ნიადაგური პედონი მიკრორელიეფის და ქანების აგებულების მიხედვით შეიძლება იყოს საკმაოდ განსხვავებული – ოვალური, წაგრძელებული, დატოტვილი და სხვა.

ნიადაგური პედონების ერთობლიობა ქმნის ელემენტარულ ნიადაგურ არეალს.

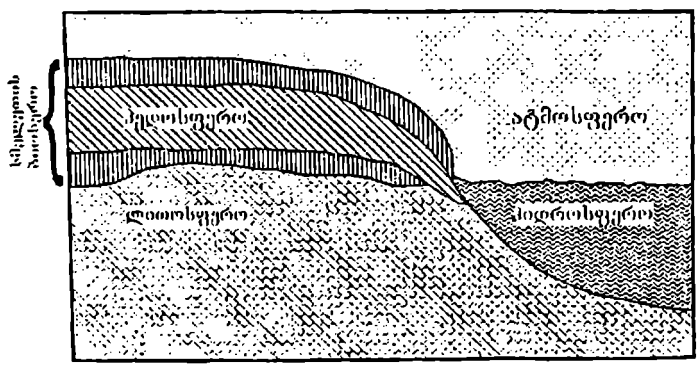


ნახ. 2. ნიადაგური ინდივიდუმების (პ) – პედონის განლაგება ელემენტარულ ნიადაგურ არეალში (ენა) – პოლიპედონში



ნახ. 3. ნიადაგური პროფილი და პედონი

ნიადაგი იმყოფება პლანეტარული გარსების – ლითოსფეროს, ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს შეხების და ურთიერთობის საზღვარზე და ქმნის განსხვავებულ გეოსფეროს – პედოსფეროს ან დედამიწის ნიადაგურ საფარს.



ნახ. 4. პედოსფერო ბიოსფერო-გეოსფერულ სისტემაში

ნიადაგის გლობალური ფუნქცია. ნიადაგს გააჩნია რამდენიმე გლობალური ფუნქცია.

პირველი და უმთავრესი – დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობის უზრუნველყოფა. ბიომასის შესაქმნელად სწორედ ნიადაგიდან იღებს მცენარე, ცხოველი და ადამიანი მინერალური კვების ელემენტებს და წყალს. ნიადაგში გროვდება ორგანიზმისთვის საჭირო ბიოფილური ელემენტები მათთვის მისაწვდომი ქიმიური ნაერთების სახით. ნიადაგში ფესვიანდება ხმელეთის მცენარე, ბინადრობს ცხოველების დიდი მასა. ნიადაგი მჭიდროდ არის დასახლებული მიკროორგანიზმებით. ნიადაგის გარეშე დედამიწაზე ცოცხალი ორგანიზმის არსებობა შეუძლებელია. ნიადაგი წარმოადგენს სიცოცხლის შედეგს და ერთდროულად არის მისი არსებობის პირობა.

მეორე უმნიშვნელოვანესი გლობალური ფუნქცია – დედამინის ზედაპირზე ნივთიერებების დიდი გეოლოგიური და მცირე ბიოლოგიური წრებრუნვის (ციკლის) მუდმივი ურთიერთქმედების უზრუნველყოფა.

დედამინის ზედაპირზე (დედამინის ქერქის ფორმირების, ვულკანის, ამოფრქვევის დროს) მოხვედრილი პირველადი ქანები განიცდიან გამოფიტვას. გამოფიტვის ქერქის ზედა ნაწილში ფორმირდება ნიადაგი, რომელშიც ხდება ცოცხალი ორგანიზმის კვების ელემენტების აკუმულირება. ნიადაგიდან ეს ელემენტები ამოიღება მცენარის მიერ და რიგი გარდამავალი ტროფიკული ციკლების (მცენარე-ცხოველი-მიკროორგანიზმი) მეშვეობით უბრუნდება ნიადაგს, რაც წარმოადგენს ნივთიერებების მცირე ბიოლოგიურ წრებრუნვას. ნიადაგიდან ელემენტები ნაწილობრივ გამოიტანება ატმოსფერული ნალექებით ჰიდროგრაფიულ ქსელში, აკუმულაციის ზონებში და საბოლოო ჯამში – მსოფლიო ოკეანეში, რაც ხელს უწყობს დანალექი ქანების წარმოქმნას, რომლებიც დედამინის გეოლოგიურ ისტორიაში შეიძლება თავიდან გამოვიდნენ ზედაპირზე, ან ჯერ განიცადონ სირღმითი მეტამორფიზმი. ეს არის ნივთიერებების დიდი გეოლოგიური წრებრუნვა. ნიადაგი წარმოადგენს დედამინის ზედაპირზე ნივთიერების ამ ორი ციკლის დამაკავშირებელ რგოლს და ურთიერთმოქმედების რეგულატორს.

მესამე გლობალური ფუნქცია – ატმოსფეროს და ჰიდროსფეროს ქიმიური შედგენილობის რეგულირება. ფოტოსინთეზთან და ცოცხალი ორგანიზმების სუნთქვასთან ერთად ნიადაგური „სუნთქვა“ განმსაზღვრელ როლს თამაშობს მინისპირა ატმოსფერული ჰაერის და მისი მეშვეობით მთლიანად ატმოსფეროს შედგენილობის შექმნასა და შენარჩუნებაში. დედამინის გეოლოგიურ ისტორიაში ნიადაგმა შეასრულა მნიშვნელოვანი როლი თანამედროვე ატმოსფეროს შექმნაში. მეორე მხრივ, სწორედ ნიადაგური საფარი განსაზღვრავს იმ ნივთიერებების შემადგენლობას, რომლებიც ხვდება ჰიდროსფეროში წყლის გლობალური წრებრუნვის კონტინენტალურ შტოში.

მეოთხე გლობალური ფუნქცია – ბიოსფერული პროცესების რეგულირება, კერძოდ, დედამინაზე სიცოცხლის სიმჭიდროვის რეგულირება, ნიადაგური ნაყოფიერების დინამიკური აღწარმოების გზით. დედამინის ხმელეთზე ცოცხალი ორგანიზმების განაწილება და მათი სიმჭიდროვე კლიმატურ ფაქტორებთან ერთად მნიშვნელოვნად განისაზღვრება ნიადაგის გეოგრაფიული არაერთგაროვნებით და მისი ნაყოფიერებით.

მეხუთე გლობალური ფუნქცია – დედამინის ზედაპირზე აქტიური ორგანული ნივთიერების და მასთან დაკავშირებული ქიმიური ენერგიის აკუმულირება.

ნიადაგი წარმოადგენს სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ძირითად საშუალებას და მიეკუთვნება აღუდგენადი ბუნებრივი რესურსების კატეგორიას.

ნიადაგს აქვს ორმაგი ბუნება: ერთი მხრივ, ის არის ფიზიკური გარემო, ადამიანების სასიცოცხლო სივრცე, ხოლო, მეორე მხრივ, – ეკონომიკური საფუძველი, წარმოების საშუალება.

ცნებები „ნიადაგი" და „მიწა" (ბერძნული pedon – chton, ლათინური solum – terra, ინგლისური soil – land, ფრანგული sol – terrain, გერმანული boden – land, ესპანური suelo – tierra. რუმინული sol – teren, ჰინდი meetti – darti, ჩინური touzhan – toudn, არაბული tourba – ared) არ არიან სინონიმები. მათ განასხვავეს მსოფლიოს ყველა ხალხი. მეცნიერებაშიც ისინი განსხვავებულია.

ნიადაგი ბუნებრივ-ისტორიული სხეულია, რომელსაც გააჩნია ნაყოფიერება (ბუნებრივი – რადგანაც ფორმირდება ბუნებაში და ისტორიული – მის ჩამოყალიბებას დრო სჭირდება).

მიწა არის რთული ბუნებრივ-ისტორიული და, ამავდროულად, სოციალურ-ეკონომიკური ცნება, რომელიც განეკუთვნება ბუნებრივ რესურსს და მოიცავს არა მარტო ნიადაგს, როგორც ასეთს, არამედ დედამიწის ზედაპირის გარკვეულ ნაწილს, მის მდგომარეობას გეოგრაფიულ სივრცეში და სოციალურ-ეკონომიკურ პოტენციალს.

ნიადაგი გამოირჩევა სტრუქტურული ორგანიზაციის იერარქიული დონეებით.

ყველაზე დაბალი სტრუქტურულ-ორგანიზაციული დონეა – *ატომური,* რომელთანაც მკვლევარს საქმე აქვს ნიადაგების ბუნებრივი და ხელოვნური რადიოაქტიურობის შესწავლის დროს. ამ დონის მატერიალურ ელემენტს წარმოადგენს ნიადაგში არსებული ან მასში შეტანილი რადიოაქტიური იზოტოპი.

ნიადაგის სტრუქტურული ორგანიზაციის შემდეგ დონეს წარმოადგენს *კრისტალურ-მოლეკულური* ან *მოლეკულურ-იონური,* რომლის ელემენტებად გამოდიან მოლეკულები და იონები ნიადაგურ ხსნარსა და ჰაერში და აგრეთვე მყარი ნიადაგური ნაწილაკების ზედაპირზე.

ნიადაგის სტრუქტურული ორგანიზაციის მესამე დონე – *ელემენტარული ნიადაგური ნაწილაკების* დონეა. ამ დონის ელემენტებია „ელემენტარული ნიადაგური ნაწილაკები", რომლებიც გამოიყოფა ნიადაგიდან გრანულომეტრული ანალიზის დროს სხვადასხვა ზომის ფრაქციების სახით. ამ ნაწილაკების ჯგუფი საკმაოდ არაერთგვაროვანია და მოიცავს როგორც სუფთა მონომინერალურ მარცვლებს, ისე პოლიმინერალურ წარმონაქმნებს, ორგანულ-მინერალურ კომპლექსებს, სხვადასხვა შემადგენლობის და წარმოშობის ორგანულ ნაერთს.

ნიადაგების აგრეგატული მდგომარეობა, ნიადაგური აგრეგატები – ნიადაგების ორგანიზაციის მეოთხე სტრუქტურული დონე, რომელიც მოიცავს მიკრო- და მაკროაგრეგატებს, მის სტრუქტურულ ერთეულებს. ნიადაგური აგრეგატების ცნება მოიცავს აგრეთვე სპეციფიკურ ნიადაგურ ახალქმნილებებს: კონკრეციებს, ნაღვენთებს, აფსკებს, ორტშტეინებს, მარილების, თაბაშირის, კირის ახალქმნილებებს, რომლებიც არ წარმოქმნიან მთლიან ჰორიზონტებს, ფილებს, ჯავშნებს და იზოლირებულად გეხვდება ნიადაგურ მასაში.

ნიადაგში შემდეგი, მეხუთე სტრუქტურული დონე მჟღავნდება ნიადაგური აგრეგატიდან პორიზონტისკენ გადასვლისას. ცნება *ნიადაგური ჰორიზონტის* შესახებ მყარად შევიდა მეცნიერებაში და არის ფუნდამენტალური ნიადაგმცოდნეობა-

ში, რადგანაც ნიადაგის ყველა თვისება და პარამეტრი სხვადასხვა რაოდენობრივი გამომჟღავნებით დაკავშირებულია სწორედ გარკვეულ გენეზისურ ჰორიზონტთან. ცალკეული ნიადაგური ჰორიზონტის კანონზომიერი შეხამება იძლევა *ნიადაგურ პროფილს* (ნიადაგურ ინდივიდუმს) ან თვით ნიადაგს, როგორც განსაკუთრებულ ბუნებრივ სხეულს (ეს შეადგენს ნიადაგური ორგანიზაციის მეექვსე სტრუქტურულ დონეს).

ბუნებაში სხვადასხვა ნიადაგი თანდათანობით ცვლის ერთმანეთს, წარმოქმნის სხვადასხვა კომბინაციას და ურთიერთქმედებს ნივთიერებების ჰორიზონტალური გადაადგილების აგენტების მეშვეობით (ჰაერის და წყლის ნაკადი, ფერდობებზე სიმძიმის ძალა, ცხოველი). ნიადაგების თავისებური მოზაიკა შეადგენს ნიადაგური ირგანიზაციის მომდევნო, მეშვიდე სტრუქტურულ დონეს – *ნიადაგური საფრის* დონეს.

ნიადაგი ხასიათდება მთელი რიგი მნიშვნელოვანი თავისებურებით: შეუცვლელობით, შეზღუდულობით და ნაყოფიერებით. ეს თავისებურებანი განსაზღვრავენ ნიადაგური რესურსებისადმი განსაკუთრებულად მზრუნველობითი დამოკიდებულების აუცილებლობას.

ნიადაგმცოდნეობა არის ფართო საბუნებისმეტყველო დისციპლინა, რომელსაც, ერთი მხრივ, შეხება აქვს ფუნდამენტურ მეცნიერებებთან (ფიზიკა, ქიმია, მათემატიკა), რომელთა მეთოდებს ნიადაგმცოდნეობა ფართოდ იყენებს, ხოლო, მეორე მხრივ, საბუნებისმეტყველო, სასოფლო-სამეურნეო და ეკონომიკურ მეცნიერებებთან, რომლებთანაც ნიადაგმცოდნეობა იმყოფება მუდმივი თეორიული გაცვლის მდგომარეობაში. მათ რიცხვს მიეკუთვნება: გეოლოგიურ-გეოგრაფიული ციკლის მეცნიერებანი (გეოლოგია-მინერალოგია და პეტროგრაფია, ჰიდროგეოლოგია, ფიზიკური გეოგრაფია, გეობოტანიკა) და აგრობიოლოგიური ციკლის მეცნიერებანი (ბიოლოგია, მიკრობიოლოგია, ბიოქიმია, აგროქიმია, მცენარეთა ფიზიოლოგია, მემცენარეობა, მინათმოქმედება, მემდელოება, მეტყევეობა).

ნიადაგმცოდნეობის განხრები. ნიადაგმცოდნეობის ყველაზე მნიშვნელოვანი განხრებია:

სწავლება ნიადაგების ფორმირებაზე და განვითარებაზე (გენეზისი);

სწავლება ნიადაგურ საფარზე, როგორც გარემოსთან ურთიერთდაკავშირებულ ერთიან სივრცობრივ წარმონაქმნზე (ნიადაგის გეოგრაფია);

სწავლება ნიადაგის და ნიადაგური საფრის ნაყოფიერებაზე და მისი რეგულირების პრინციპების შესახებ აგროტექნიკური და მელიორაციული მეთოდებით.

ნიადაგმცოდნეობაში მთავარ განხრებთან ერთად გამოიყოფა მისი ფუნდამენტური განხრები ნიადაგური მასის თვისებების მიხედვით (ნიადაგის ფიზიკა, ნიადაგის ქიმია, ნიადაგის ბიოლოგია და ა.შ.) და გამოყენებითი განხრები ნიადაგის და ნიადაგური საფრის გამოყენების ფორმების მიხედვით (აგრონომიული, სატყეო და მელიორაციული ნიადაგმცოდნეობა და ა.შ.). ეს გამოყენებითი ნაწილები დიდ გავლენას ახდენენ ნიადაგმცოდნეობის საერთო თეორიის განვითარებაზე, რადგანაც წარმოადგენენ პირველადი მასალის წყაროს და თეორიული კონცეფციების შემოწმების ბაზას.

განსაკუთრებულ განხრას წარმოადგენს ნიადაგის კლასიფიკაცია, რომელიც იყენებს ყველა განხრის მასალას და წარმოადგენს ერთიან ტაქსონომიურ სისტემას

ნიადაგის კარტირებისთვის, ნაყოფიერების დახასიათების და კომპლექსური შეფასებისთვის, ქვეყნის ერთიანი მიწის კადასტრის შესაქმნელად და მონაცემების შესაგროვებლად მომდევნო მათემატიკური ანალიზისთვის.

ნიადაგის შესწავლის მეთოდები. ეს მეთოდები მჭიდროდ არის დაკავშირებული სწავლებასთან ნიადაგის შესახებ. ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების ურთიერთქმედების შედეგად ნიადაგი იძენს გარკვეულ თვისებებს; ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების შეცვლით ეს თვისებები კანონზომიერად იცვლება. ამის საფუძველზე ვიღებთ მნიშვნელოვან დასკვნებს: ა) თუ სხვადასხვა ადგილას ნიადაგწარმოქმნის ყველა ფაქტორი ერთნაირია, მაშინ ნიადაგი იქნება ერთნაირი; ბ) ფაქტორების შესწავლით შესაძლებელია ვივარაუდოთ, თუ როგორი იქნება ნიადაგი.

ამ დასკვნებიდან გამომდინარე, შემუშავებულ იქნა ნიადაგის შესწავლის ძირითადი მეთოდი – შედარებით-გეოგრაფიული, რომელიც გულისხმობს ნიადაგის და ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების შეთანაწყობილ, ერთდროულ გამოკვლევას სხვადასხვა გეოგრაფიულ პირობებში მათი მომდევნო შეჯერებით.

საკვლევ ტერიტორიაზე ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების კომპლექსური შესწავლის პარალელურად დაწვრილებით შეისწავლება თვით ნიადაგი – მისი გარეგნული ნიშნები და, რაც მთავარია, ქიმიური და ფიზიკური თვისებები. ამჟამად ნიადაგური გამოკვლევების დროს გამოიყენება ანალიზების სხვადასხვა მეთოდი: ქიმიური შემადგენლობის, ფიზიკური თვისებების, მინერალოგიური, თერმოქიმიური, რენტგენსტრუქტურული, სპექტრული, მიკრობიოლოგიური და მრავალი სხვ. საბოლოო ჯამში დგინდება გარკვეული კავშირი ნიადაგის ამა თუ იმ თვისების შეცვლასა და ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების ცვალებადობასთან. ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების განაწილების კანონზომიერების ცოდნის საფუძველზე შესაძლებელია ნიადაგური რუკის შედგენა მეტ-ნაკლებად ვრცელი ტერიტორიისათვის. სწორედ ასე იყო ვ. დოკუჩაევის მიერ შესრულებული მსოფლიოს პირველი ნიადაგური რუკა სახელწოდებით „ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ნიადაგური ზონების სქემა".

ნიადაგის კვლევების მეორე მეთოდია – სტაციონარული კვლევების მეთოდი. ის გულისხმობს სისტემატურ მეთვალყურეობას ამა თუ იმ ნიადაგურ პროცესზე. ასე, მაგალითად, თუ სისტემატურად, წლის განმავლობაში სხვადასხვა სიღრმეზე ვზომავთ ნახშირორჟანგის შემცველობას ნიადაგურ ჰაერში, შესაძლებელია დავადგინოთ ნახშირორჟანგის დინამიკა საკვლევ ნიადაგში. ნიადაგურ ხსნარში სხვადასხვა სიღრმეზე რომელიმე ქიმიური ელემენტის სისტემატური განსაზღვრა წარმოდგენას გვაძლევს ნიადაგში ამ ელემენტის მიგრაციაზე. სტაციონარული გამოკვლევის ადგილი შეირჩევა განსაკუთრებული მოფიქრებით, ტიპურ ნიადაგზე, ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების გარკვეული შეხამებით. ამგვარად, სტაციონარული კვლევის მეთოდი აზუსტებს და აღრმავებს შედარებითი-გეოგრაფიული კვლევების მეთოდს.

ნიადაგებზე მეცნიერების შემდგომი განვითარების საქმეში მეტად მნიშვნელოვანია გენეზისური ნიადაგმცოდნეობის, როგორც თანამედროვე განხრის – მიკროპედოლოგიის (მიკრომორფოლოგიის) წვლილი. ნიადაგმცოდნეობაში მიკრომორფოლოგიური კვლევების განვითარება ხასიათდება კომპლექსურობით, სარწმუნოებით, ეტაპურობით, მეთოდური მიდგომების სრულყოფით, გამოყენების

სფეროების გაფართოებით. ნიადაგების მიკრომორფოლოგიის, როგორც ნიადაგმცოდნეობის განსაკუთრებული და ინფორმატიული განხრის, ძირითად უპირატესობას წარმოადგენს ნიადაგის და ნიადაგწარმოქმნის პროცესის გენეტიკური ინტერპრეტაცია და დიაგნოსტიკა, აგრეთვე პალეოპედოლოგიური ნიშნების გამოვლენის საშუალება.

თანამედროვე მიკრომორფოლოგიის ჩამოყალიბების და განვითარების საქმეში ძირითადი როლი ეკუთვნის გერმანელ მეცნიერ ვ. კუბიენას. თავის ცნობილ მონოგრაფიაში „მიკრონიადაგმცოდნეობა" (Kubiena, 1938) მან დაასაბუთა ნიადაგების მიკროკომპონენტების (მინერალური, ორგანული და მიკრობიოლოგიური) შესწავლის მთავარი მეთოდური პრინციპები და ტექნიკური საშუალებები; დაამტკიცა მიკრომორფოლოგიური მეთოდის ეფექტურობა ნიადაგების დიაგნოსტიკის და სისტემატიკის, გენეზისისა და გეოგრაფიის საკითხებში.

ნიადაგის შესწავლის მნიშვნელობა ფიზიკური გეოგრაფიისთვის. გენეზისური ნიადაგმცოდნეობის ერთ-ერთი ძირითადი დებულება არის ნიადაგის კანონზომიერი განანილება ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების ცვლასთან ერთად.

დედამინის ზედაპირზე ცალკეული სხეულების (მინერალის, ცხოველის, მცენარის) განაწილების კანონზომიერების პრობლება ან ცალკეული მაჩვენებლების მნიშვნელობა (მაგალითად, ჰაერის ტემპერატურის, ატმოსფერული ნალექების რაოდენობის და ა.შ.) დიდი ხანი აინტერესებდა მეცნიერებს. XVIII-XIX საუკუნეებში ამ მხრივ მიღწეული იყო მნიშვნელოვანი წარმატებები. უფრო დიდ სირთულეს წარმოადგენდა ცალკეული ფაქტორების ურთიერთკავშირის გეოგრაფია.

თანამედროვე ფიზიკური გეოგრაფიის ერთ-ერთი მთავარი ამოცანაა გარემოს შემადგენელი ნაწილების ურთიერთკავშირის და ურთიერთგავლენის დადგენა. ეს შესწავლა ხორციელდება სხვადასხვა დონეზე. კვლევები ტარდება გლობალურ მასშტაბში, რომლის დროსაც პლანეტის გეოგრაფიულ გარსში შეისწავლება ატმოსფეროს, ლითოსფეროს, ჰიდროსფეროს და ცოცხალი ნივთიერების ურთიერთქმედება. ეს კავშირები აგრეთვე შეისწავლება უფრო დაბალ დონეზე, ცალკეული კომპონენტების და მათი ნაწილების გეოგრაფიული გარსის ყველაზე წვრილი სივრცობრივი ერთეულის – ლანდშაფტის ფარგლებში. ყველა შემთხვევაში შეისწავლება ურთიერთკავშირები გარკვეულ სივრცეში კანონზომიერად დაკავშირებულ ბუნებრივ კომპონენტებს შორის. ასეთი მიდგომა, რომელიც ნარმოადგენს თანამედროვე ფიზიკურ-გეოგრაფიული კვლევის საფუძველს, ლოგიკურად გამომდინარეობს გენეზისური ნიადაგმცოდნეობის ძირითადი პრინციპებიდან.

თანამედროვე გეოგრაფიის მნიშვნელოვან მიღწევას წარმოადგენს სწავლება ლანდშაფტების (გეოსისტემების) შესახებ, რომელიც გულისხმობს ყველა გეოგრაფიული ფაქტორის (კლიმატი, რელიეფი, ქანი, წყალი, ნიადაგი, მცენარეულობა, ცხოველთა სამყარო, ადამიანი) შეხამების და ერთობლივი ქმედების შედეგს. ლანდშაფტებზე თანამედროვე სწავლების ერთ-ერთი უმთავრესი წყაროა გენეზისური ნიადაგმცოდნეობა. ლანდშაფტებზე სწავლების შემქმნელი ლ.ს. ბერგი აღნიშნავდა, რომ „თანამედროვე გეოგრაფიის ფუძემდებელი იყო დიდი ნიადაგმცოდნე ვ.ვ. დოკუჩაევი".

გენეზისურმა ნიადაგმცოდნეობამ ხელი შეუწყო გეოგრაფიაში ლანდშაფტურ-გეოქიმიური მიმართულების დაფუძნებას, რომელიც გეოქიმიური მეთოდებით სწავლობს ურთიერთკავშირებს გარემოში. ამჟამად გეოგრაფიაში აქტიურად ვითარდება გეოქიმიური მიმართულება, რომელიც იყენებს გენეზისური ნიადაგმცოდნეობის პრინციპებს და მიდგომებს. ამგვარად, მეცნიერება ნიადაგის შესახებ თავისი არსით ღრმად გეოგრაფიულია.

ფიზიკური გეოგრაფიისათვის ნიადაგმცოდნეობის მნიშვნელობა ძლიერდება იმით, რომ ნიადაგი ლანდშაფტის არა მარტო ერთ-ერთი კომპონენტია, არამედ ერთდროულად წარმოადგენს მის მაჩვენებელს. ნიადაგი სამართლიანად წარმოადგენს ლანდშაფტის სარკეს. ამიტომ ნიადაგის შესწავლის შედარებით-გეოგრაფიული მეთოდი ამავდროულად წარმოადგენს ფიზიკურ-გეოგრაფიული კვლევის უმნიშვნელოვანეს ნაწილს.

ნიადაგის შესწავლის მოკლე მიმოხილვა. ნიადაგზე სწავლების ისტორია რამდენიმე ათასწლეულს ითვლის, მოიცავს საინტერესო და მნიშვნელოვან ფაქტს, მჭიდროდ დაკავშირებულს მიწათმოქმედების და მთელი ცივილიზაციის განვითარებასთან. ნიადაგი ყოველთვის იყო კაცობრიობის უმნიშვნელოვანესი ბუნებრივი საწარმოო ძალა და დიდი ხანია გახდა შრომის საგანი.

ამჟამად გამოიყოფა ნიადაგმცოდნეობის განვითარების 10 ძირითადი ეტაპი:

1) ნიადაგის თვისებებზე, ნაყოფიერებაზე და დამუშავების ხერხებზე განცალკევებული ფაქტების დაგროვება (ნეოლითი-ბრინჯაოს ხანა);

2) მორწყვისთვის ნიადაგის გამოყენების პირველადი სისტემის გამოყოფა. ნიადაგის დამლაშებასთან ბრძოლის ხერხების გამოყენება, მიწების პრიმიტიული კადასტრი (ეგვიპტე, მესოპოტამია, ინდოსტანი, ჩინეთი, მეზოამერიკა);

3) ნიადაგზე ცნობების პირველადი სისტემატიზაცია (ფეოფასტი, კატონი, პლინი), კლასიფიკაციის მცდელობა (კოლულემლა), ნიადაგის განოყიერების პირველი მაგალითები (ვარონი); ნიადაგის გეოგრაფია ჰეროდოტის და სტრაბონის შრომებში; ნიადაგზე წარმოდგენის ჩართვა ფილოსოფიურ (ლუკრეციის კარი) და რელიგიოზურ კონცეფციებში (IV საუკუნე ჩვ. წელთაღრიცხვამდე – ჩვ. წელთაღრიცხვის IV საუკუნე);

4) ნიადაგის აღწერა მიწის სავარგულების, ფეოდალური ბეგარისთვის; ჩინური კადასტრები, „გეოპონიკები" ბიზანტიაში, მიწის შემფასებელი აქტები გერმანიაში, საფრანგეთში და დასავლეთ ევროპის სხვა ქვეყანაში; „ჩანაწერი წიგნები" რუსეთში, ნიადაგის შეფასება ლიტვაში, ბელორუსიაში და უკრაინაში (VI-XVI საუკუნე);

5) აღორძინების ეპოქაში ცოდნა ნიადაგის შესახებ; ალბერტის დიდის, პეტრე კრესცენციის აგრონომიული ტრაქტატები; ნიადაგი აბუ იბნ სინას (ავიცენა) წარმოდგენებით; ლეონარდო და ვინჩი მცენარის ზემოქმედებით ნიადაგის წარმოქმნის შესახებ; მცენარის კვებაში ნიადაგის მარილების როლის შესახებ პირველი მოსაზრებები – ბერნარ პალისი (XV-XVII საუკუნე);

6) ნიადაგის ნაყოფიერების თანამედროვე შეხედულების ჩასახვა და კავშირი ქანთან – ვალერიუსი შვედეთში, ლომონოსოვი რუსეთში; კამათი იმაზე, არის თუ არა ნიადაგი მხოლოდ „საყრდენი" მცენარისთვის (ფ. ბექონი), თუ ის „კვებაეს"

წყლით და მარილებით; აგრონომიულ თხზულებებში ნიადაგის როლის გაძლიერება (ჰომი, ლივანოვი და სხვ.); ფიზიოკრატების ეკონომიკურ სწავლებაში ნიადაგზე მონაცემების გამოყენება (XVIII საუკუნე);

7) ნიადაგების კვლევების და სპორადიული თეორეტიკული განზოგადების გაფართოება და გაღრმავება; მცენარის კვების ჰუმუსოვანი თეორია (კულბელი, ტეერი, კომოვი, პავლოვი); მცენარის მიერ ნიადაგის „მარილების" გამოყენების შესახებ ლიბიხის აღმოჩენის ზეიმი; შავმინაზე საუკუნოვანი დისკუსიის დაწყება; პირველი რუკები – ნიადაგური (სტაშიცი, გროსულ-ტოლსტოი, ვესელოვსკი) და აგროგეოლოგიური (ლორენცი); გეოლოგიური ნიადაგმცოდნეობა გერმანიასა და სხვა ქვეყანაში (ფალუ, ბერენდტი, სეერგინი) (XVIII ბოლო – XIX საუკუნის პირველი ნახევარი);

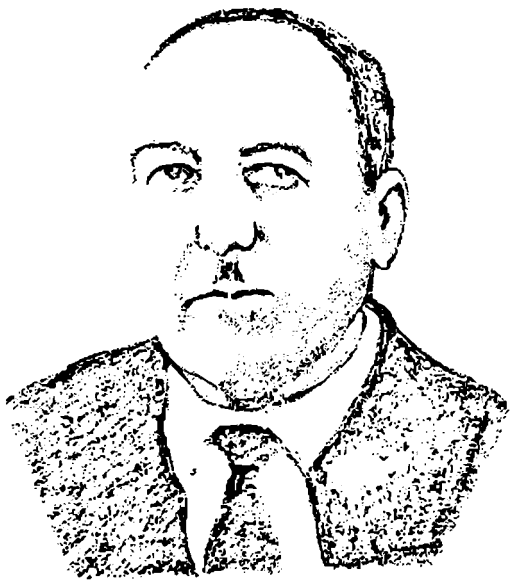
8) თეორიული ნიადაგმცოდნეობის შექმნა, უმთავრესი კონცეფციების დამტკიცება: ნიადაგი – ბუნების დამოუკიდებელი სხეულია, რომელსაც აქვს პროფილური შენება: ნაყოფიერება – მისი განმსაზღვრელი ხარისხია; სწავლება ნიადაგურ ტიპზე, გენეზისზე და ევოლუციაზე; ნიადაგის კლასიფიკაცია; ნიადაგი და ლანდშაფტი; ზონალობის კანონები (დოკუჩაევი, სიბირცევი, კოსტიჩევი, ვილამსი, გილგარდი, რამანი, ტრეიტცი, მურგოჩი და სხვ.); ნიადაგური მიკრობიოლოგიის შესწავლის დაწყება (ბეირნიკი, ვინოგრადსკი, ომელიანსკი) (XIX საუკუნის მეორე ნახევარი);

9) მსოფლიოში დოკუჩაევის სწავლების წამყვანი მდგომარეობის მოპოვება; ნიადაგის ახალი კლასიფიკაცია სხვადასხვა ქვეყანაში; ამ საკითხისადმი ფორმალური მიდგომის რეციდივები; ნიადაგმცოდნეობის დიფერენციაცია რიგ შვილობილ დისციპლინაზე (ნიადაგის გეოგრაფია, ნიადაგის ფიზიკა, ნიადაგის ქიმია და სხვ.); მსოფლიოს პირველი ნიადაგური რუკები (გლინკა, პრასოლოვი); ნიადაგმცოდნეობის წარმატებები აზიის, აფრიკის, ლათინური ამერიკის განვითარებად ქვეყნებში; აგრონომიული ნიადაგმცოდნეობის გარდაქმნა ახალ თეორიულ საფუძვლებზე (რასელი, მიტჩერლიხი, სოკოლოვსკი) (XX საუკუნე);

10) კონსტრუქციული ნიადაგმცოდნეობის ჩასახვა (თანამედროვე პერიოდი); მათემატიკის, ფიზიკის, ქიმიის უახლესი მეთოდების ფართო გამოყენება; პედოსტატისტიკა და პედონიკა; ნიადაგური პროცესების მოდელირება; ნიადაგის მელიორაციის და დაცვის კაპიტალური მეთოდების დამუშავება; მსოფლიოს მინის რესურსები და სურსათის პრობლემა; ფაო-იუნესკოს მსოფლიოს ნიადაგური რუკა (თანამედროვე პერიოდი).

სხვადასხვა ქვეყანაში ნიადაგზე ცოდნის განვითარება მიმდინარეობდა არათანაბრად, გამოყოფილი ეტაპები ზოგჯერ ერთმანეთს ემთხვეოდა.

საქართველოში ნიადაგების შეფასებას და დაცვას მრავალსაუკუნოვანი ისტორია გააჩნია, რაც უშუალოდ უკავშირდება ქვეყანაში მიწათმოქმედების მაღალ დონეს. საქართველო გამოირჩევა უაღრესად საინტერესო ნიადაგური საფრით, რითაც უნდა აიხსნას ცნობილი ნიადაგმცოდნეების განსაკუთრებული ინტერესი ქვეყნის ნიადაგების მიმართ. სწორედ აქ პირველად მსოფლიოში იქნა აღწერილი ზოგიერთი ნიადაგი (ყავისფერი, მდელოს-ყავისფერი, ყვითელ-ყომრალი).



დიმიტრი გედევანიშვილი (1884-1958)

დიმიტრი გედევანიშვილი – საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, საქართველოში ნიადაგმცოდნეობის ერთ-ერთი ფუძემდებელი. დაამთავრა ნოვოალექსანდრიის (პოლონეთი) სოფლის მეურნეობის და მეტყევეობის ინსტიტუტის აგრონომიული ფაკულტეტი; მონაწილეობდა შორეული აღმოსავლეთის, აზიისა და ამიერკავკასიის ნიადაგების გამომკვლევ ექსპედიციებში აკადემიკოს კ. გლინკას ხელმძღვანელობით. იგი იყო ნიადაგმცოდნეობის და ზოგადი მინათმოქმედების კათედრის გამგე თსუ-ში (1919-1929) და, ამავდროულად, (1921-1924) – თბილისის პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში. 1929 წლიდან საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში ხელმძღვანელობდა ნიადაგმცოდნეობის კათედრას. მან გამოიკვლია საქართველოს მევენახეობისა და მეჩაიეობის რაიონების, აგრეთვე კოლხეთის დაბლობის ნიადაგები; მისი ხელმძღვანელობით მომზადდა საქართველოს ნიადაგების რუკები. საყურადღებოა მისი შრომა „საქართველოს ნიადაგურ-ლანდშაფტური ზონები" და გ. ტალახაძესთან ერთად გამოცემული სახელმძღვანელოები ნიადაგმცოდნეობაში (1955, 1958, 1961).



მიხეილ საბაშვილი (1900-1979)

მიხეილ საბაშვილი – აკადემიკოსი. სხვადასხვა დროს იყო თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ნიადაგმცოდნეობის კათედრის გამგე, ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიის და მელიორაციის ინსტიტუტის დირექტორი, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ბიოლოგიის განყოფილების აკადემიკოს-მდივანი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის პირველი პრეზიდენტი. მ. საბაშვილი 200-მდე სამეცნიერო ნაშრომის, მათ შორის ქართულ ენაზე ნიადაგმცოდნეობაში პირველი სახელმძღვანელოს (1941, 1955, 1970) ავტორია. საგულისხმოა მისი მონოგრაფიები – „საქართველოს ნიადაგები" (1948), „საქართველოს სსრ ნიადაგები" (1965)" და სხვ. მისი ხელმძღვანელობით შედგენილია საქართველოს სხვადასხვა მასშტაბის ნიადაგური რუკა.



მიხეილ დარასელია (1902-1997)

მიხეილ დარასელია – საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი. 1928-1929 წლებში მუშაობდა ოზურგეთის საცდელ სადგურში ნაკვეთების გეოგრაფიული ქსელის გამგედ; 1930 წ-დან ჩაის და სუბტროპიკული კულტურების სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტშია. 1974 წლიდან იყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა პრობლემების განყოფილების აკადემიკოს-მდივანი. მ. დარასელიამ დაამუშავა ნიადაგების ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები და ჩამორეცხილი ნიადაგების ნაყოფიერების აღდგენის საკითხები; შეისწავლა საქართველოს სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგები და წითელმიწები და მათი გამოყენება სუბტროპიკული კულტურებისთვის. საგულისხმოა მის მიერ ჩატარებული მრავალწლიანი, ფართომასშტაბიანი, უნიკალური ლიზიმეტრული გამოკვლევები ანასეულში.



ვასილ დოკუჩაევი (1846-1903)

ვასილ დოკუჩაევმა ჩამოაყალიბა წარმოდგენა ნიადაგზე, როგორც განსაკუთრებულ ბუნებრივ წარმონაქმნზე, რომელიც იკავებს გარკვეულ ადგილს სხვა ბუნებრივ სხეულებს შორის და მოითხოვს შესწავლის განსხვავებულ, დღემდე უცნობ მეთოდებს. ის აღნიშნავდა, რომ ნიადაგი არის დამოუკიდებელი ბუნებრივ-ისტორიული სხეული, რომელიც წარმოადგენს გრუნტის, კლიმატის, მცენარის და ცხოველის და, გარკვეულწილად, ადგილის რელიეფის ერთობლივი საქმიანობის პროდუქტს. 1892-1895 წლებში იყო ნოვო-ალექსანდრიის (ეხლანდელი პოლონეთი) სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის დირექტორი. მისი ხელმძღვანელობით არსებითად გაუმჯობესდა სასწავლო დისციპლინების სწავლების სისტემა და რუსეთში შეიქმნა ნიადაგმცოდნეობის პირველი დამოუკიდებელი კათედრა. ვ. დოკუჩაევი დიდ ყურადღებას უთმობდა კავკასიის და, პირველ რიგში, საქართველოს ნიადაგის შესწავლას და 1898, 1899 და 1900 წლებში სამჯერ იმოგზაურა, მრავალ ადგილას გადაკვეთა მთავარი კავკასიონი, გაეცნო ჩაის პლანტაციებს ბათუმთან, ვენახებს კახეთსა და ქართლში და მრავალ სხვა ადგილს. ვ. დოკუჩაევმა კავკასიის, განსაკუთრებით საქართველოს, ნიადაგის მაგალითზე დაადგინა ნიადაგის გეოგრაფიის ერთ-ერთი ძირითადი, ნიადაგის ვერტიკალური სარტყლიანობის კანონი.



სერგეი ზახაროვი (1878-1949)

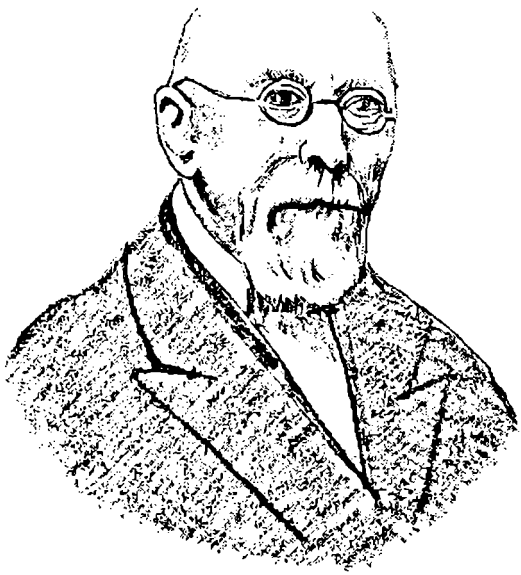
სერგეი ზახაროვი, ვ. დოკუჩაევის მოწაფე, დაიბადა თბილისში და თითქმის მთელი ცხოვრება გაატარა საქართველოში. იყო თბილისის პოლიტექნიკური ინსტიტუტის პირველი დირექტორი (რექტორი). 1900 წელს მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ მონაწილეობა მიიღო ვ. დოკუჩაევის ექსპედიციებში კავკასიის ნიადაგის შესწავლის მიზნით. მისი ძირითადი შრომები ეძღვნებოდა კავკასიის ნიადაგის წარმოშობის, გეოგრაფიის, ვერტიკალური ზონალობის, ტყისა და ველის ურთიერთობის საკითხებს. აგრეთვე იკვლევდა ნიადაგწარმოქმნის საწყის სტადიას, ნიადაგურ ხსნარს, ველის ნიადაგის დამლაშებას და სხვ. ს. ზახაროვის მიერ გამოცემული სახელმძღვანელო „ნიადაგმცოდნეობის კურსი" (1926, 1929, 1931) ითვლება ნიადაგმცოდნეობაში ყველა დროის ერთ-ერთ საუკეთესო სახელმძღვანელოდ. მან შემოქმედებითად განავითარა ვ. დოკუჩაევის სწავლება ნიადაგის ვერტიკალური სარტყლიანობის შესახებ; პირველმა შეადგინა საქართველოს ნიადაგების სქემატური რუკა და ნიადაგების კლასიფიკაციის სქემა. მის მიერ შესწავლილ იქნა მაღალმთის ნიადაგები და მათ მიუძღვნა სპეციალური მონოგრაფია. 1904 წელს ს. ზახაროვმა დიდგორის მიდამოებში გამოყო ე.წ. ყავისფერი ნიადაგები, რომლებმაც შემდგომ მიიღეს „მსოფლიოს მოქალაქეობის უფლებები'" და ამჟამად გამოიყოფა მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში (საბერძნეთი, იტალია, ესპანეთი, აშშ და სხვ.).



სერგეი ზონი (1906-2002)

სერგეი ზონი დაიბადა ვლადიკავკაზში, სადაც დაამთავრა სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი. სამეცნიერო მოღვაწეობა დაიწყო 1927 წელს. ნიადაგმცოდნეობისა და გეოგრაფიის საკითხებზე გამოაქვეყნა 350-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი, მათ შორის 30 მონოგრაფია. წიგნისთვის „ჩრდილოეთ-დასავლეთი კავკასიის მთა-ტყის ნიადაგები" (1950) მიენიჭა სტალინის (სახელმწიფო) პრემია. ს. ზონი იყო სუბტროპიკების და ტროპიკების ნიადაგების აღიარებული მკვლევარი. მის კალამს ეკუთვნის სახელმძღვანელო „ტროპიკული ნიადაგმცოდნეობა", აგრეთვე მონოგრაფიები „სუბტროპიკების და ტროპიკების ნიადაგები", „რკინა ნიადაგებში", „ალუმინიუმი და მისი მნიშვნელობა ნიადაგწარმოქმნასა და მცენარეთა ცხოვრებაში". ს. ზონი წარმატებით იკვლევდა ნიადაგებსა და ნიადაგურ საფარს მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში, განსაკუთრებით ინტენსიურად კი კავკასიაში, კერძოდ, საქართველოში. საქართველოში ჩამოდიოდა თითქმის ყოველ წელს, ხელმძღვანელობდა გამოკვლევებს, კითხულობდა ლექციებს, მონაწილეობდა კონფერენციებში. მისი ხელმძღვანელობით საქართველოში დაცულ იქნა 10-მდე საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაცია. 1999 წელს არჩეულ იქნა საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის საპატიო დოქტორად.

დასავლეთ ევროპის და აშშ ზოგიერთმა ნიადაგმცოდნემ გარკვეული გავლენა იქონია საქართველოში ნიადაგმცოდნეობის განვითარებაზე.



ევგენი ჰილგარდი (1833-1916)

ევგენი ჰილგარდი – კალიფორნიის უნივერსიტეტის პროფესორი, 150-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომის ავტორი, მათ შორის „ნიადაგები, მათი წარმოქმნა, თვისებები, შემადგენლობა და დამოკიდებულება კლიმატის და მცენარეების ზრდისადმი ტენიან და მშრალ ოლქებში". ნიადაგების ფორმირებაში ის განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ანიჭებდა კლიმატსა და მცენარეულობას. ე. ჰილგარდი იყო ნიადაგმცოდნეების ამერიკული სკოლის ფუძემდებელი. ამ სკოლის ყველაზე ცნობილი წარმომადგენლები არიან გამოჩენილი მეცნიერები: კ. მარბუტი, გ. იენი, ჩ. კელოგი.



ემანუელ რამანი (1851-1926)

ემანუელ რამანი – გენეტიკური ნიადაგმცოდნეობის ცნობილი მეცნიერი. 1893 წელს გამოსცა „სატყეო ნიადაგმცოდნეობა", ხოლო 1905 წელს – „ნიადაგმცოდნეობა", რომელიც შემდგომ სამჯერ იქნა გამოცემული. 1905 წელს ე. რამანმა ევროპის ფართოფოთლოვან ტყეებში დაადგინა ახალი ნიადაგური ტიპი – ტყის ყომრალი, რომელიც ხანგრძლივი დროის მანძილზე ცნობილი იყო „რამანის ყომრალების" სახელწოდებით. ყომრალები ყველაზე ფართოდ გავრცელებული ნიადაგებია საქართველოში.



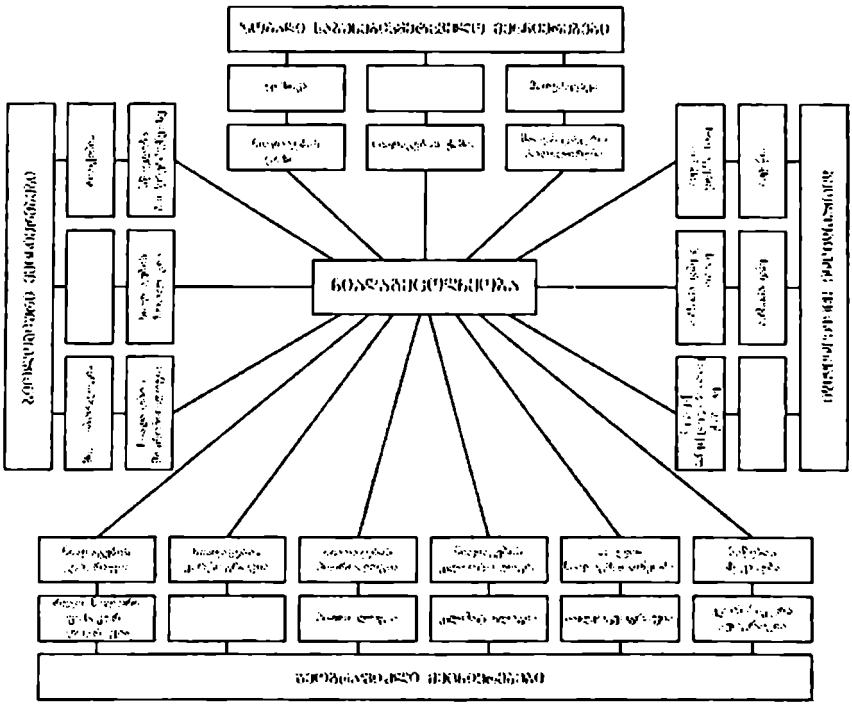
ვალტერ კუბიენა (1897-1971)

ვალტერ კუბიენა დაიბადა მორავიაში. ვენაში, მიწამოქმედების უმაღლეს სკოლაში სწავლობდა აგრონომიას, ხოლო უნივერსიტეტში – გეოლოგიას, ბაქტერიოლოგიას და მიკოლოგიას; კითხულობდა ლექციებს აიოვას (აშშ) და ჰამბურგის (გერმანია) უნივერსიტეტებში, მადრიდის უმაღლეს სამეცნიერო-კვლევით ცენტრში. მის კალამს ეკუთვნის მონოგრაფია „ევროპის ნიადაგები", რომელიც ერთდროულად დაისტამბა რამდენიმე ენაზე. მაგრამ მსოფლიო აღიარება მოუტანა მონოგრაფიამ „მიკროპედოლოგია", რომელშიც მოცემული იყო ნიადაგმცოდნეობის ახალი განხრის – ნიადაგების მიკრომორფოლოგიის საფუძვლები. ვ. კუბიენა ითვლება მიკრომორფოლოგიის სულიერ მამად, ხოლო წიგნში მოცემული იდეები დღემდე ახდენენ გავლენას ნიადაგების მიკრომორფოლოგიის განვითარებაზე. ნიადაგმცოდნეობის ეს მნიშვნელოვანი მიმართულება წარმატებით ვითარდება საქართველოში.

ნიადაგმცოდნეობის კავშირი სხვა მეცნიერებებთან. ნიადაგმცოდნეობა, როგორც დამოუკიდებელი მეცნიერება, 100 წელზე ცოტა მეტი ხნისაა. ამ დროის მანძილზე ის გადაიქცა ბუნებისმეტყველების განვითარებულ დარგად. ამას ბევრად შეუწყო ხელი სწორმა მეთოდოლოგიურმა საფუძველმა, რაზედაც ვითარდებოდა თეორიული ნიადაგმცოდნეობა: თანმიმდევრული ისტორიზმი, ნიადაგური მოვლენების ანალიზისადმი გენეტიკური მიდგომა და მათი განხილვა გარემოს დანარჩენ კომპონენტებთან მჭიდრო ურთიერთკავშირში და ურთიერთმოქმედებაში.

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სისტემაში თეორიული ნიადაგმცოდნეობა მჭიდროდ არის დაკავშირებული ფიზიკურ-მათემატიკურ, ქიმიურ, ბიოლოგიურ, გეოლოგიურ და გეოგრაფიულ მეცნიერებებთან და ეყრდნობა მათ მიერ დამუშავებულ ფუნდამენტურ კანონებს.

ნიადაგმცოდნეობის დამოუკიდებელი განხრები გახდნენ: ნიადაგის ფიზიკა, ნიადაგის ქიმია, ნიადაგის ბიოლოგია და ნიადაგის მინერალოგია, სწაელება ნიადაგის დინამიკაზე და ნიადაგურ რეჟიმზე, ნიადაგის გეოგრაფია და კარტირება. ვითარდება ნიადაგური პროცესების მათემატიკური მოდელირება; ნიადაგში,

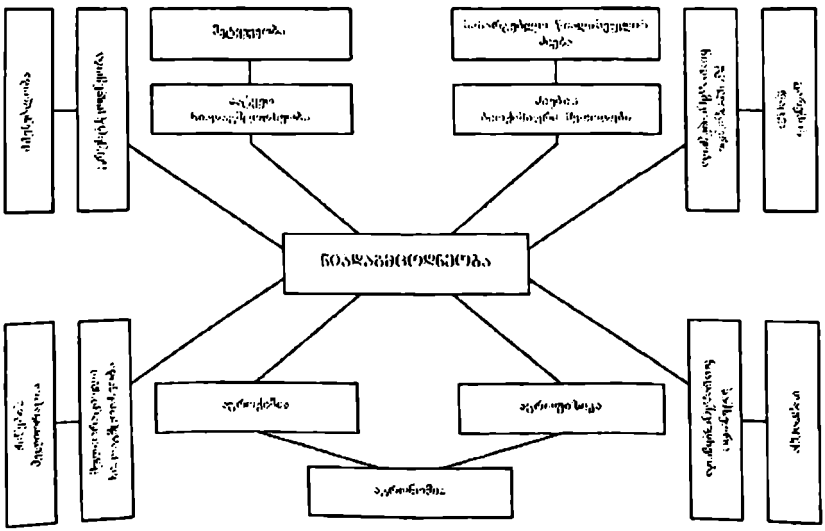


ნახ. 5. ნიადაგმცოდნეობა საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სისტემაში

როგორც ეკოსისტემის ნაწილში, ისწავლება ნივთიერების და ენერგიის ბალანსი. ქიმიურ ანალიზთან ერთად ფართოდ გამოიყენება ნიადაგის ქიმიური და მინერალოგიური შემადგენლობის კვლევის სხვადასხვა ფიზიკური მეთოდი: სპექტრული, ატომურ-ადსორბციული, პოლიაროგრაფიული, თერმოგრაფიული, რენტგენული, ელექტრონულ-მიკროსკოპული და სხვ. ნიადაგის კარტირებაში, განსაკუთრებით მსხვილმასშტაბიანი ნიადაგური რუკების შედგენისას, გამოიყენება აეროსურათების დეშიფრირების მეთოდები, კოსმოსური თანამგზავრიდან სპექტრული სურათებით ნიადაგური საფრის ინტერპრეტაცია, გეგმაზომიერად ისწავლება ნიადაგური საფრის სტრუქტურა. ნიადაგის შესწავლისას გამოიყენება მონაცემთა კომპიუტერული ბანკები და გეოინფორმაციული სისტემები.

გეოგრაფიულ მეცნიერებათა სისტემაში ნიადაგმცოდნეობა მჭიდროდ არის დაკავშირებული ზოგად ფიზიკურ გეოგრაფიასთან – ნიადაგის გეოგრაფია, კარტოგრაფიასთან – ნიადაგის კარტოგრაფია, გეომორფოლოგიასთან – სწავლება ნიადაგურ საფარზე და ნიადაგურ-გეოქიმიურ კატენასთან, ჰიდროლოგიასთან და კლიმატოლოგიასთან – ნიადაგის ჰიდროლოგია და კლიმატოლოგია, პალეოგეოგრაფიასთან – პალეონიადაგმცოდნეობა დ აგრეთვე ეკონომიკურ-გეოგრაფიულ მეცნიერების ციკლთან – ნიადაგური რესურსების შესწავლა და შეფასება.

აგრეთვე ჩამოყალიბდა ნიადაგმცოდნეობის მსხვილი გამოყენებითი დარგები, რომლებიც მჭიდროდ არიან დაკავშირებული სოფლის და სატყეო მეურნეობასთან, ირიგაციასთან, სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობასთან, ტრანსპორტთან,



ნახ. 6. ნიადაგმცოდნეობა გამოყენებით მეცნიერებათა სისტემაში

სასარგებლო წიაღისეულის ძიებასთან, ჯანდაცვასთან და გარემოს დაცვასთან. ეს არის აგრონიადაგმცოდნეობა და აგროქიმია, სატყეო ნიადაგმცოდნეობა, მელიორაციული ნიადაგმცოდნეობა, გრუნტმცოდნეობა, ეკოლოგიური ნიადაგმცოდნეობა, ნიადაგების მონიტორინგი და სხვ. ნიადაგური რუკა წარმოადგენს ერთ-ერთ უმთავრეს დოკუმენტს მიწის ფონდის აღრიცხვისას, რეგიონალური დაგეგმარებისთვის, მიწათმოწყობისთვის, საინჟინრო ნაგებობების და სატრანსპორტო ქსელის დაგეგმარებისთვის, საირიგაციო სისტემების ორგანიზაციისთვის, სარეკრეაციო დაგეგმარებისთვის, ბუნებათდაცვითი ღონისძიებების დასამუშავებლად.

თეორიული ნიადაგმცოდნეობა და ნიადაგის გეოგრაფია, დღიდან თავისი ჩამოყალიბებისა, ორიენტირებული იყო მსხვილი პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტად, რაც ხელს უწყობდა არა მარტო ნიადაგებზე მეცნიერების გამოყენებითი დარგების, არამედ მის თეორიულ განვითარებას.

ნიადაგმცოდნეობა, ნიადაგების გეოგრაფია და კარტირება ემსახურება ადამიანის საქმიანობის სხვადასხვა განხრას.

1972 წელს, გარემოს საკითხებზე გაეროს პირველმა მსოფლიო კონფერენციამ ყურადღება გაამახვილა ნიადაგის დეგრადაციის საშიშ აჩქარებულ პროცესზე. 1977 წელს ჩატარდა გაეროს მსოფლიო კონფერენცია, რომელიც მიეძღვნა მიწის გაუდაბნოებასთან ბრძოლას. მიწის გაუდაბნოებას თან ახლავს ნიადაგის დეგრადაცია. 1982 წელს სურსათის მსოფლიო ორგანიზაციამ (ფაო) მიიღო ნიადაგების მსოფლიო ქარტია, რომელშიც მოუწოდა ყველა ქვეყნის მთავრობას, განეხილა ნიადაგური საფარი, როგორც კაცობრიობის საკუთრება. ყოველივე ეს მეტყველებს მსოფლიოს ნიადაგური საფრის დეგრადაციის გლობალური საშიშროების რეალობაზე, რასაც მიეყავართ ბიოსფეროს მდგრადი ფუნქციონირების დარღვევისკენ და, მაშასადამე, კაცობრიობის კეთილდღეობის შენარჩუნება ხდება პრობლემური.

ნიადაგის დარღვევის მიზეზი და ნიადაგის დაბინძურების სივრცობრივი მრავალფეროვნება და კავშირი ბუნებრივ და ანთროპოგენურ ეკოლოგიურ-გეოგრაფიულ პირობებთან განაპირობებს ამ რთული მოვლენის კარტოგრაფიული გამოკვლევის აუცილებლობას და პერსპექტიულობას. ნიადაგის კარტირებას უნდა დაემატოს ახალი მიმართულება – ნიადაგის დაცვისა და რაციონალურად გამოყენების, რუკების დამუშავებითა და შედგენით.

ნიადაგის ეკოლოგიურ მნიშვნელობაზე სწავლების განვითარება იწვევს ნიადაგის, არა მარტო როგორც ნიადაგწარმოქმნის ფაქტორების ურთიერთობის შედეგის ბუნებრივი სხეულის, არამედ როგორც უწყვეტად ფუნქციონირებადი ბუნებრივი სისტემის, უფრო ღრმა ცოდნის აუცილებლობას. ამ სისტემის არსებობა განისაზღვრება გეოგრაფიული გარემოთი და ადამიანის სამეურნეო საქმიანობით. ნიადაგის დაცვის და გამოყენების სწორი ორგანიზაცია შესაძლებელია მხოლოდ ბუნების და ადამიანთა საზოგადოებაში ნიადაგის ეკოლოგიური მნიშვნელობის ღრმა გაგების საფუძველზე. ამასთან დაკავშირებით განსაკუთრებული თეორიული და მეთოდური მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის გეოგრაფიაში ეკოლოგიური პრინციპების და მიდგომების განვითარებას. ისინი უნდა მოიცავდნენ როგორც ნიადაგის გავრცელების გეოგრაფიულ კანონზომიერებაზე ნიადაგწარმოქმნის ფაქტორების გავლენის შესწავლას, ისე, პირიქით, ნიადაგის გავლენას მცენარეული და ცხოველთა სამყაროს მრავალფეროვნებაზე, ადამიანის სიცოცხლის პირობებზე და სამეურნეო საქმიანობაზე. თანამედროვე ნიადაგის გეოგრაფია სულ უფრო მეტად გარდაიქმ-

ნება ეკოლოგიურ მეცნიერებად. ეს პოულობს ასახვას ნიადაგურ-ეკოლოგიური დარაიონების სპეციალური რუკების შექმნაში და აგრეთვე ტრადიციული ნიადაგური რუკების ლეგენდების გაფართოებაში მათში ეკოლოგიურად მნიშვნელოვანი კრიტერიუმების და მაჩვენებლების ჩართვით.

ნიადაგის გეოგრაფიის თეორიის შემდგომი განვითარებისთვის არანაკლებ მნიშვნელოვანია ხმელეთის ზედაპირის გეოლოგიურ ისტორიასთან ნიადაგური საფრის ევოლუციურ-გენეტიკური კავშირების შესწავლა. ამ მიმართულებით კვლევები გაფართოდა ახალი მეთოდების ფართო დანერგვით, მათ შორის ქანის და ნიადაგის ასაკის განსაზღვრის ახალი მეთოდის დანერგვით, პალეონიადაგმცოდნეობის და პალეოგეოგრაფიის, მეოთხეული გეოლოგიის და პალეობოტანიკის, გეოქიმიის და ლითოლოგიის უკანასკნელი მიღწევების წყალობით.

ამჟამად ნიადაგის და ნიადაგური საფრის გენეზისი სულ უფრო მეტად ისწავლება განვითარების ისტორიის გათვალისწინებით; მრავალი ნიადაგის პროფილის და ნიადაგური საფრის ხასიათი აიხსნება არა მარტო როგორც მათი ფორმირების თანამედროვე ისტორიის შედეგი, არამედ როგორც ნიადაგწარმოქმნის წინა სტადიის მემკვიდრეობა. შესაბამისად, ნიადაგის გეოგრაფიაც სულ უფრო ხდება ბუნებრივ-ისტორიული მეცნიერება, რადგანაც ნიადაგის ასაკის და ნიადაგწარმოქმნის შემეცნება იძენს სულ უფრო დიდ მნიშვნელობას ნიადაგურ-გეოგრაფიულ გამოკვლევაში.

ასეთია ნიადაგის გეოგრაფიის თანამედროვე თეორიის ორი უმნიშვნელოვანესი მიმართულება: ნიადაგურ-ეკოლოგიური და ნიადაგურ-ისტორიული. ისინი ავსებენ ერთმანეთს და ანვითარებენ ნიადაგის გენეზისური გეოგრაფიის უმთავრეს პრინციპებს.

ნიადაგის გეოგრაფიის უმთავრესი სამეცნიერო-პრაქტიკული ამოცანაა ნიადაგური საფრის რაციონალურად გამოყენების და დაცვის სამეცნიერო საფუძვლების და პრაქტიკული რეკომენდაციების შემუშავება მათი ზონალურ-რეგიონალური და ლანდშაფტურ-ეკოლოგიური თავისებურებების გათვალისწინებით.

ამ ამოცანის თანმიმდევრული განხორციელებისთვის საჭიროა სასოფლო-სამეურნეო, სატყეო და სხვა დარგების, რომლებიც იყენებენ მიწის რესურსებს, რაც შეიძლება სრული უზრუნველყოფა სხვადასხვა მასშტაბის ნიადაგური და ნიადაგურ-გეოგრაფიული და ეკოლოგიური დარაიონების რუკებით. ამ რუკებს თან უნდა ახლდეს საცნობარო მონაცემები ნიდაგის თვისების, ნიადაგური საფრის დაცვის მეთოდის და მათი ბიოლოგიური პროდუქტიულობის მდგრადი უზრუნველყოფის შესახებ.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რას წარმოადგენს ნიადაგი?
2. რა გლობალური ფუნქციები გააჩნია ნიადაგს?
3. ჩამოთვალეთ ნიადაგის სტრუქტურული ორგანიზაციის დონეები.
4. რა განხრები გააჩნია ნიადაგმცოდნეობას?
5. ნიადაგის შესწავლის რა მეთოდები არსებობს?
6. რა მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის შესწავლას ფიზიკური გეოგრაფიისთვის?
7. ჩამოთვალეთ ნიადაგმცოდნეობის განვითარების ძირითადი ეტაპები.
8. რა კავშირი აქვს ნიადაგმცოდნეობას სხვა მეცნიერებებთან?

ნაწილი I
ნიადაგწარმოქმნის ფაქტორები და არსი
თავი 1. ქანების და მინერალების გამოფიტვა

ნიადაგი ფორმირდება ქანის გამოფიტვის პროდუქტებზე. ნიადაგწარმომქმნელი ქანი (დედაქანი) წარმოადგენს სუბსტრატს, რომელზეც ვითარდება ნიადაგი. დედაქანის ძირითადი შედგენილობა მინერალურია და არსებით გავლენას ახდენს ნიადაგის ქიმიურ შედგენილობაზე. ქანის აგებულება და სტრუქტურა განსაზღვრავს ნიადაგის მექანიკურ, წყლოვან-ფიზიკურ და სხვა თვისებებს.

მიუხედავად დედამინის ქერქის ამგები ქანის დიდი მრავალფეროვნებისა, შეიძლება გამოიყოს მისი რამდენიმე მთავარი ჯგუფი:

ქანი	% დედამინის ქერქის საერთო მოცულობიდან
გრანიტები, დიორიტები, მჟავე ეფუზივები	20,86
კრისტალური ფიქლები, გნეისები	16,91
ბაზალტები, გაბრო, ამფიბოლიტები, ეკლოგიტები	50,34
თიხა და თიხაფიქლები	4,48
ქვიშები და ქვიშნარები	3,5
კარბონატული ქანები, მარმარილოები, სულფატური და ქლორიდული ქანები	3,57
სხვა ქანები	0,28
ჯამი	100,000

დედამიწის ქერქში ნიადაგწარმომქმნელი მინერალების გავრცელება შეესაბამება ქანის ძირითადი ჯგუფების შეფარდებას და აქვს შემდეგი სახე:

მინერალები	%	მინერალები	%
კვარცი	12	თიხის მინერალები (ქლოტირების ჩათვლით)	4,6
მინდვრის შპატები	12	კალციტი და არაგონიტი	1,5
პლაგიოგლაზები	39	დოლომიტი	0,5
ფიქლები	5	მაგნეტიტი	1,5
ამფიბოლები	5	დანარჩენი	4,9
პიროქსენები	11		

ქანი, რომელიც ხვდება დედამიწის ზედაპირზე, კარგავს თავის მდგრადობას და განიცდის ნაიადაგწარმოქმნის პროცესის ზემოქმედებას. ჯამში დედამიწის ზედაპირზე ქანის ნიადაგწარმოქმნის პროცესი წარმოადგენს გამოფიტვას. ტერმინი „გამოფიტვა" წარმოადგენს გერმანული სიტყვის Verwitterung არაზუსტ თარგმანს და ხშირად ასოცირდება ქარის მოქმედებასთან. გამოფიტვის სინონიმად ხშირად იყენებენ, როგორც უფრო ზუსტს, ტერმინს „ჰიპერგენეზი".

გამოფიტვა (ჰიპერგენეზი) – ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს და ბიოსფეროს ზემოქმედებით ქანის და ამგები მინერალის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ცვლილებების რთული და ნაირგვარი პროცესის ერთობლიობა.

ქანის ჰორიზონტი, სადაც მიმდინარეობს გამოფიტვის პროცესი, წარმოადგენს გამოფიტვის ქერქს. მასში არჩევენ ორ ზონას: ზედაპირული ან თანამედროვე გამოფიტვის და სიღრმითი ანუ ძველი გამოფიტვის. თანამედროვე გამოფიტვის ქერქის, სადაც შეიძლება მიმდინარეობდეს ნიადაგწარმომქმნელი პროცესი, სიმძლავრე მერყეობს რამდენიმე სანტიმეტრიდან 2-20 მეტრამდე.

გამოფიტვის პროცესში, ამა თუ იმ ფაქტორის მოქმედების მეტი გამოხატულებით, არჩევენ სამ ფორმას – ფიზიკურს, ქიმიურს და ბიოლოგიურს.

ფიზიკური გამოფიტვა – ქანის მექანიკური დაშლა მისი ქიმიური შედგენილობის შეუცვლელად.

გამოფიტვა იწყება ზედაპირიდან, სადაც იქმნება დღეღამური და სეზონური ტემპერატურის დიდი გრადიენტები. თანდათანობით გამოფიტვა მოიცავს ქანის უფრო ღრმა ფენას და ქრება მუდმივი ტემპერატურის სარტყელში. ყველაზე ინტენსიურად გამოფიტვა მიმდინარეობს ტემპერატურის რყევადობის დიდი ამპლიტუდების დროს. მაგალითად, ცხელ უდაბნოებში ქანის ზედაპირი ცხელდება 60-70 °C, ხოლო ღამით თითქმის 0 °C.

ფიზიკურ გამოფიტვას აჩქარებს წყალი, რომელიც აღწევს ქანის ნაპრალებში, ქმნის კაპილარულ ნნევას. წყლის უფრო ძლიერი დამანგრეველი ძალა იქმნება გაყინვისას. ამ დროს ის ფართოვდება თავისი მოცულობის 1/10-ით და ახდენს ძლიერ დაწოლას ქანის ნაპრალების კედლებზე.

არიდული კლიმატის პირობებში ანალოგიურ როლს თამაშობენ მარილები, რომლებიც აღწევენ ნაპრალებში და კრისტალიზდებიან. ასე, მაგალითად, ანჰიდრიდი ($CaSO_4$) წყალთან შეერთებისას გადადის თაბაშირში ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) და 33 % მატულობს მოცულობაში.

ფიზიკური გამოფიტვის შედეგად ქანს შესწევს უნარი, გაატაროს ჰაერი და წყალი და დააკავოს მათი გარკვეული რაოდენობა. ფიზიკური გამოფიტვა მასიური ქანის დაქუცმაცებით და გაფხვიერებით მნიშვნელოვნად ზრდის საერთო ზედაპირს და ამით ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ქიმიური გამოფიტვისთვის.

ქიმიური გამოფიტვა – ქანის და მინერალის ქიმიური შედგენილობის ცვლის და დაშლის პროცესია, რომლის შედეგად წარმოიქმნება ახალი მინერალი და ნაერთი.

ამ პროცესის უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია წყალი, ნახშირმჟავა აირი და ჟანგბადი. წყალი – ქანის და მინერალის ენერგიული გამხსნელია.

მინერალის დაშლა წყლით ძლიერდება ტემპერატურის ზრდით და მისი გაჯერებით ნახშირმჟავა აირით. ამ უკანასკნელის გავლენით ხსნარი იძენს მჟავე რეაქციას და ამით იზრდება მინერალზე დამანგრეველი გავლენა. მინერალის ქიმიური დაშლის მსვლელობაზე გავლენას ახდენს ტემპერატურაც. მისი ზრდა ყოველ 10 °C

აჩქარებს ქიმიური რეაქციის მსვლელობას 2-2,5 ჯერ. ამით შეიძლება აიხსნას ინტენსიური ქიმიური გამოფიტვა ეკვატორულ ოლქებში და შენელებული – პოლარულში. ქანის წყლით გახსნა, განსაკუთრებით ქანის, რომელიც შეიცავს CO_2 და სხვა ნივთიერებას, ფართოდ არის გავრცელებული ბუნებაში. ასე, მაგალითად, 25 °C დროს 1 ლიტრ წყალში იხსნება კალციტის 0,0145 გ, ხოლო მაშინ, როდესაც წყალში CO_2, მისი ხსნადობა მკვეთრად იზრდება, რადგანაც $CaCO_3$ გადადის ბიკარბონატში.

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \Leftrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

მინერალის ხსნადობა წყალში იზრდება მაშინ, როდესაც წყალი შეიცავს მარილებს, განსაკუთრებით ქლორიდულს.

ჰ ი დ რ ო ლ ი ზ ი, როგორც მაგმური ქანის მინერალთან წყლის ძირითადი ქიმიური რეაქცია, იწვევს კრისტალური მესრის ტუტე და ტუტემინა ელემენტების კათიონების შეცვლას წყლის დისოცირებული მოლეკულების წყალბადის იონებით. ორთოკლაზისთვის ეს რეაქცია შემდეგნაირად გამოისახება:

$$KAlSi_3O_8 + H_2O \rightarrow HAlSi_3O_8 + KOH$$

წარმოქმნილი ფუძე (KOH) განაპირობებს ხსნარის ტუტე რეაქციას, რომლის დროსაც ხდება ორთოკლაზის კრისტალური მესრის შემდგომი დაშლა. CO_2 არსებობისას KOH გადადის კარბონატის ფორმაში:

$$2KOH + CO_2 = K_2CO_3 + H_2O$$

წყლის მოქმედებასთან დაკავშირებულია აგრეთვე ჰ ი დ რ ა ტ ა ც ი ა – მინერალების ნაწილაკებთან წყლის ნაწილაკების მიერთების ქიმიური პროცესი, მაგალითად:

$$\underset{\text{ჰემატიტი}}{2Fe_2O_3} + 3H_2O = \underset{\text{ლიმონიტი}}{2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O}$$

ჰიდრატაცია აღინიშნება შედგენილობით უფრო რთულ მინერალში – სილიკატში და ალუმოსილიკატში. ჩვეულებრივ იწვევს მინერალის ზედაპირის გაფხვიერებას, რაც უზრუნველყოფს მის ურთიერთმოქმედებას წყალთან და გამოფიტვის სხვა ფაქტორთან.

ჟ ა ნ გ ვ ა წარმოადგენს გამოფიტვის ზონაში ფართოდ გავრცელებულ რეაქციას. ჟანგვას განიცდის მინერალი, რომელიც შეიცავს რკინის ქვეჟანგს ან ჟანგვის უნარის მქონე სხვა ელემენტს. გამოფიტვის დროს დაჟანგვითი რეაქციის დამახასიათებელ მაგალითს წარმოადგენს წყალში სულფიდების ურთიერთმოქმედება მოლეკულურ ჟანგბადთან.

დაჟანგვის პროცესში იცვლება ქანის თავდაპირველი შეფერვა, ჩნდება ყვითელი, ყომრალი, წითელი ფერი. ძლიერ დაჟანგული ქანი ჩვეულებრივ იძენს ფოროვან აგებულებას (მაგალითად, გამოფიტვის ფერალიტური ქანი).

ქიმიური გამოფიტვის შედეგად იცვლება მინერალის ფიზიკური მდგომარეობა და იშლება კრისტალური მესერი. ქანი მდიდრდება ახალი (მეორადი) მინერალით და იძენს ბმულობას, ტენტევადობას, შთანთქმის უნარს და სხვა თვისებას.

ფიზიკური და ქიმიური გამოფიტვის მაკონტროლებელი შინაგანი ფაქტორია ქანის და მისი მინერალური შედგენილობის ტექსტურა და სტრუქტურა – ქანის ამგები პირველადი და მეორადი მინერალის მდგრადობა.

ცხრ. 1. გამოფიტვის პროცესებისადმი მინერალის მდგრადობა

მდგრადობის ხარისხი	პირველადი მინერალი	მეორადი მინერალი
ძალიან არამდგრადი	ოლივინი, აპატიტი, ანორთიტი	ჰალიტი, მირაბილიტი, თაბაშირი და ორგანული მარილები
არამდგრადი	ავგიტი, რქატყუარა, ლაბრადორი	კალციტი, არაგონიტი, დოლომიტი
საშუალოდ მდგრადი	ბიოტიტი, ანდეზინი, ძოწი, ეპიდოტი	ქლორიტი, ნონტრონიტი, ილიტი, სერიციტი
მდგრადი	ორთოკლაზი, მიკროკლინი, ალბიტი, ოლიგოკლაზი	ვერმიკულიტი, მონტმორილონიტი, ბეიდელიტი
ყველაზე მდგრადი	კვარცი, მუსკოვიტი, ცირკონი, ტურმალინი, რუტილი, ილმენიტი, ანატაზი, კიანიტი, ტიტანიტი, მაგნეტიტი	კაოლინიტი, ჰალუაზიტი, ბემიტი, ჰემატიტი, გოეთიტი, ლიმონიტი

ბიოლოგიური გამოფიტვა არის ორგანიზმის და მისი ცხოველმოქმედების ზემოქმედებით ქანის და მინერალის მექანიკური დაშლისა და ქიმიური შეცვლის პროცესი. დედამიწის ზედაპირულ შრეში ქანის დაშლაში აქტიურად მონაწილეობს ცოცხალი ორგანიზმი; არ არსებობს გამოფიტვის სუფთა აბიოტური (უსიცოცხლო) მექანიკური და ქიმიური პროცესი. ბიოლოგიური გამოფიტვის დროს ორგანიზმი თავისი სხეულის აღნაგობისთვის ქანიდან იღებს საჭირო მინერალურ ნივთიერებას და აგროვებს ქანის ზედაპირულ ჰორიზონტში, რითაც ქმნის ნიადაგის ფორმირების პირობებს. ქანზე ორგანიზმის დასახლებით გამოფიტვა ძლიერდება. მცენარის ფესვი და მიკროორგანიზმი გამოყოფს ნახშირმჟავა აირს და სხვადასხვა მჟავას (მჟაუნმჟავას, ვაშლის, ქარვის), რომელიც მინერალზე ახდენს დამანგრეველ ზემოქმედებას. ნიტრიფიკატორები წარმოქმნიან აზოტმჟავას, გოგირდბაქტერიები და თიონური ბაქტერიები – გოგირდმჟავას. ეს მჟავები ხსნიან მინერალურ ნაერთს და აძლიერებენ გამოფიტვის პროცესს.

დიატომურ წყალმცენარეს, კაჟმიწიდან თავისი ჯავშანის შექმნისას, შესწევს უნარი დაშალოს ალუმოსილიკატი. *Meghatherium* გვარის სილიკატური ბაქტერიის ლორწოვანი გამონაყოფი შლის მინდვრის შპატებს. *Penicillium* გვარის სოკო გამოყოფს ნივთიერებას, რომელიც შლის პირველად მინერალს.

მასიური ქანის ბიოლოგიურ გამოფიტვაში მნიშვნელოვან მონაწილეობას იღებს ლიქენი, რომელიც გამოყოფს ნახშირმჟავას და სპეციფიკურ მჟავას. ლიქენი შლის ქანს როგორც ქიმიურად, ისე, ნაწილობრივ, მექანიკურად ჰიფების შეღწევით პირველადი მინერალის მარცვლებში.

ცხოველი, ისე როგორც მცენარე, მექანიკურად შლის ქანს და თავისი გამონაყოფებით ხელს უწყობს მის შეცვლას.

გამოფიტვის ქერქი. გამოფიტვის დროს დაშლის ხასიათი დამოკიდებულია გარემოს პირობებზე, ქანის მინერალოგიურ შედგენილობაზე, კერძოთ SiO_2 შემცველობაზე, რომელიც გავლენას ახდენს გამოფიტვის პროდუქტის შედგენილობაზე. ასე, მაგალითად, მჟავე ქანის გამოფიტვის დროს ძირითადში წარმოიქმნება ქვიშა და ქვიშნარი, საშუალო ქანების გამოფიტვისას – თიხნარი და ფუძე-ქანების – მძიმე თიხნარი და თიხა.

სხვადასხვა ქანსა და მინერალს გააჩნია გამოფიტვის პროცესისადმი განსხვავებული მდგრადობა. ყველაზე მდგრადია მეტამორფული ქანი (მაგალითად, კვარციტი), ნაკლებად მდგრადია დანალექი ქანი. ყველაზე მეტად განიცდის გამოფიტვას ვულკანური ფერფლი, რომელიც გამოირჩევა მაღალი ფორიანობით და ისეთი მინერალების შემცველობით, რომლებიც ადვილად განიცდიან გამოფიტვას (ქარსი და სხვ.). მინერალიდან გამოფიტვისადმი ყველაზე მდგრადია კვარცი. ამიტომ გროვდება გამოფიტვის ქერქში. გამოფიტვისადმი ნაკლებად მდგრადია რკინის ქვეჟანგის შემცველი მინერალი. შუალედურ მდგომარეობას იკავებს მინდერის შპატი.

გამოფიტვის დროს პირველადი მინერალის დაშლით წარმოიქმნება მეორადი მინერალი.

გამოფიტვის პროცესების განვითარებაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ხსნარის კონცენტრაციას და მარილების შემადგენლობას, არეს რეაქციას (pH სიდიდე), ჟანგვა-აღდგენით პირობებს და ა.შ. გამოფიტვის პროცესი მნიშვნელოვნად განპირობებულია კლიმატით. გამოფიტვის ინტენსიობა დამოკიდებულია ტემპერატურასა და ნალექების რაოდენობაზე. გვალვიანი კლიმატის პირობებში გროვდება გამოფიტვის ხსნადი პროდუქტი, ხოლო ტენიანი კლიმატის – გამოიტუტება. ამიტომ დედამიწაზე წარმოიქმნება განსხვავებული მინერალოგიური შედგენილობის სხვადასხვა ტიპის გამოფიტვის ქერქი.

არჩევენ გამოფიტვის ქერქის ორ ძირითად ტიპს:

ს ი ა ლ ი ტ უ რ ს, რომელიც გავრცელებულია ზომიერად ტენიანი კლიმატის რეგიონებში. მისთვის დამახასიათებელია ძირითადში მონტმორილონიტის ჯგუფის და ჰიდროქარსების ტიპის თიხამინერალის წარმოქმნა, ყველაზე მდგრადი პირველადი მინერალის შენარჩუნება.

ა ლ ი ტ უ რ ს, რომელიც ფორმირდება ტენიანი სუბტროპიკული და ტროპიკული კლიმატის პირობებში, რომლისთვის დამახასიათებელია რკინის და ალუმინის ჰიდროქარსების ჯგუფის მეორადი მინერალის სიჭარბე, პირველადი მინერალის (გარდა კვარცისა) თითქმის სრული დაშლა, ფუძის და კაჟმინის გამოტანა; თიხამინერალებში ჭარბობს კაოლინიტი და ჰალუაზიტი.

ს. ზონის (1969) მიხედვით მიღებულია გამოფიტვის ქერქის დაყოფა ლექის ფრაქციაში $SiO_2 : R_2O_3$ მოლეკულური შეფარდების მიხედვით:

1. ალიტური ($SiO_2 : R_2O_3 < 2,5$) დაყოფით ალიტური (Al_2O_3 მკვეთრად ჭარბობს Fe_2O_3), ფერალიტური (Al_2O_3 ჭარბობს Fe_2O_3) და ფერიტული (Fe_2O_3 ჭარბობს SiO_2 და Al_2O_3 არა მარტო ლექის ფრაქციაში, არამედ მთლიანად ქერქში).

2. სიალიტური ($SiO_2 : R_2O_3 > 2,5$) დაყოფით სიალიტურსა და ფერსიალიტურზე. უკანასკნელისთვის დამახასიათებელია $SiO_2 : R_2O_3$ შევიწროებული შეფარდება.

დედამიწის თბილ და ტენიან ოლქებში სუსტად დანაწევრებული რელიეფის პირობებში ქიმიური გამოფიტვა უსწრებს ქანის ფიზიკურ დაშლას და ფხვიერი მასალის გადატანას; ამ პირობებში ქანის ზედაპირი დაფარულია გამოფიტვის მძლავრი თიხიანი ქერქით.

აჭარის ტენიან სუბტროპიკებში ზღვისპირეთში გეხვდება 10-20-მეტრიანი ვერტიკალური კედელი, რომელსაც აქვს ნითელი, ნარინჯის და ჟანგმიწა ფერი. შორიდან ის წააგავს მასიურ ჭრელშეღებილ ქანს. კარგად ჩანს მასიური ქანისთვის დამახასიათებელი ტექსტურა (საერთო აგებულება). ნათლად გამოირჩევა დიაკლაზი – ტექტონიკური მოძრაობის დროს მასიური ქანის ბლოკის ერთმანეთის მიმართ პრესვის სიბრტყე. მაგრამ მიახლოებისას ჩანს, რომ ეს არის არა ქვიანი, არამედ თიხიანი მასალა. მართალია მან შეინარჩუნა საწყისი ქანის სტრუქტურა, მაგრამ, როგორც კარაქი, იჭრება დანით ან ბარით. მხოლოდ ყველაზე ღრმა უბნებში და მდინარეების ნაპირების ბექობზე ჩანს, თუ როგორ თანდათანობით იცვლება წითელი ფერის თიხა ჯერ ძლიერ შეცვლილი, ხოლო შემდგომ მკვრივი და ახალი დიაბაზური პორფირიტით – ეულკანური ქანით, რომლებსაც აქვთ ფართო გავრცელება. ასეთი მძლავრი თიხიანი გამოფიტვის ქერქის წარმოქმნის დრო საკმაოდ დიდია და შეადგენს ასიათასობით და მილიონ წელიწადს, რომლის განმავლობაში წყალი და მასში გახსნილი ნახშირმჟავა, ჟანგბადი და ორგანული მჟავა – ორგანიზმის სიცოცხლის და დაშლის პროდუქტი არსებითად ცვლის საწყისი ქანის მინერალოგიურ, ქიმიურ შემადგენლობას და ფიზიკურ თვისებას.

პირველადი მინერალის დაშლისა და მეორადების წარმოქმნის პროცესში გამოფიტვის ქერქიდან გამოიტანება გამოფიტვის ადვილად ხსნადი პროდუქტი; პირველ რიგში გამოიტანება სხვადასხვა მარტივი მარილი – ნატრიუმის ქლორიდები, სულფატები და კარბონატები, შემდეგ კალციუმის და მაგნიუმის სულფატები და კარბონატები, ამის შემდეგ გამოიტანება კაჟმიწის გარკვეული ნაწილი. ადგილზე რჩება ნაკლებად მოძრავი რკინის ოქსიდები (სისხლივით წითელი ჰემატიტი, ლიმონიტი და სხვ.), ალუმინის ოქსიდი და მათ შორის ყველაზე ფართოდ ცნობილი ბოქსიტი, აგრეთვე კაჟმიწის ნაწილი, რომელიც დაკავშირებულია ალუმინთან მეორად, ძალიან მდგრად, თიხამინერალში – კაოლინიტში.

რკინით და ალუმინის ოქსიდებით გამდიდრებული გამოფიტვის ქერქი ცნობილია *ფერალიტურის* სახელწოდებით, ხოლო ალუმინით ნაკლებად გამდიდრებული – *ფერსიალიტურის*. თუ რელიეფი სუსტად არის დანაწევრებული და აღინიშნება ნალექის დიდი რაოდენობა, გამოფიტულ სისქეში ზემოდან ჩაჟონილი წყალი დროებით ჩერდება, აერაცია უარესდება და გამოფიტვის ქერქის ქვედა გადატენიანებულ ნაწილში იქმნება აღდგენითი რეჟიმი, რკინის ჟანგი გადადის ქვეჟანგში, წითელი ფერი ქრება, ჩნდება მტრედისფერი-მოცისფრო. პროცესი და მისი გარეგნული გამომჟღავნება წარმოადგენს გალებებას. რკინის ქვეჟანგის ნაერთები რკინის ჟანგებთან შედარებით კარგად იხსნება და ამიტომ წყლის საერთო ნაკადთან ერთად გამოიტანება გალებებული ჰორიზონტიდან, ადგილზე რჩება მარტო თეთრი კაოლინიტი. მსგავსი გაუფერულებული ჰორიზონტი აღწევს დიდ სიმძლავრეებს და მხოლოდ ზედაპირთან, სადაც აერაცია უმჯობესდება, იცვლება ჭრელად შეღებილი, შემდეგ აგურის ფერის წითლით, კარგად დაჟანგული ზონით.

რკინის ქვეჟანგით გამდიდრებული გრუნტის წყლის ნაკადი რელიეფის დეპრესიებში და მდინარის ველზე უახლოვდება ზედაპირს და ხვდება უფრო კარგი აერაციის პირობებში; ჟანგბადის არსებობის პირობებში რკინის ქვეჟანგი კვლავ გადადის რკინის ჟანგში, კარგავს მობილურობას და ილექება. ზედაპირთან ახლოს ნიადაგსა და ფხვიერ ნაფენში წარმოიქმნება გარკინებული შრე, რომელიც ხშირად შედგება მყარი მომრგვალო რკინის კონკრეციისგან. ასეთი გარკინებული შრის სიმძლავრე

აღნევს 1-1,5 მ. წარმონაქმნი ცნობილია ლატერიტის (ლათინური *later* – აგური) სახელწოდებით. თუ ლატერიტული შრე ნიადაგის ზედა ჰორიზონტის ეროზიის (გადარეცხვის) შედეგად ხვდება ზედაპირზე და შრება, მაშინ გარდაიქმნება მასიურ, გაუმტარ რკინის ჯავშნად, რომელიც იცავს ზედაპირს შემდგომი გადარეცხვისგან. ამიტომ ლატერიტული ჯავშანი, რომელიც იცავს რელიეფის ფორმას, ხშირად ხვდება არა დეპრესიაში (სადაც თავიდან წარმოიქმნა), არამედ ქედის იმ გავაკებულ ამაღლებაზე, რომელიც გადაურჩა წყლით გადარეცხვას. ლატერიტული ჯავშანი ფართოდ არის გავრცელებული ძველ ვაკეზე ტროპიკულ აფრიკაში, ავსტრალიაში, სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში და სამხრეთ ამერიკაში.

გამოფიტვის ძველი ფერალიტური და ფერსიალიტური ქერქი შეიძლება შეგვხვდეს რელიეფის ძველ ელემენტზე არა მარტო ტენიან ტროპიკებში და სუბტროპიკებში. ასე, მაგალითად, მძლავრი გამოფიტვის ძველი ქერქი გავრცელებულია ურალში, ცენტრალურ ყაზახეთში, შორეულ აღმოსავლეთში და სხვა ადგილებში, სადაც შემორჩა ძველი დენუდაციური ვაკე, რომელიც უკანასკნელ გეოლოგიურ ეპოქაში არ დაიფარა ზღვით და ამიტომ შეინარჩუნა თავის ზედაპირზე, შორეულ გეოლოგიური დროში – დაახლოებით 180 მლნ წლის უკან, ტრიასის ბოლოს და იურულის დასაწყისში, გაბატონებული თბილი და ცხელი კლიმატის რელიქტი.

გამოფიტვის ძველ ქერქთან დაკავშირებულია სასარგებლო წიაღისეულის და, უმთავრესად, ალუმინის მრეწველობისთვის ძვირფასი ნედლეულის – ბოქსიტის საბადოები. კაოლონიტით გამდიდრებული ძველი გამოფიტვის ქერქი წარმოადგენს ნედლეულს ფაიფურის მრეწველობისთვის. აფრიკაში, ზოგიერთ ადგილას ლატერიტული ჯავშანი მუშავდება, როგორც რკინის მადანი.

ვრცელ ფართობზე გამოფიტვის ქერქთან ერთად გვხვდება ე.წ. ხაზოვანი გამოფიტვის ქერქი, რომელიც გაჭიმულია ტექტონიკური რღვევის – დედაქანში განვითარებული რღვევის გასწვრივ, სადაც დედამიწის სიღრმიდან ამოდის ცხელი ხსნარი; ხშირად გამდიდრებულია მძიმე ლითონებით: სპილენძით, ტყვიით, ნიკელით, კობალტით, თუთიით, რკინით და მრავალი სხვა. რღვევის გასწვრივ განლაგებული ქანი დაქუცმაცებულია ტექტონიკური მოძრაობის დროს; თერმული წყლის ზემოქმედებით შეცვლილია პირველადი მინერალები, მაგალითად, მინდვრის შპატები, შეიცვალა სერიციტით, ჰიდროქარსებით. ყოველივე ეს აადვილებს და აჩქარებს შემდგომ გამოფიტვას და ხაზოვანი ქერქის წარმოქმნას. ამის გარდა, თუ მოცემული რღვევის ფარგლებში არის სულფიდური საბადო და ტექტონიკის ან ეროზიის შედეგად ხვდება ზონაში, სადაც აღნევს ჟანგბადი და ატმოსფერული ნალექი, იწყება ჟანგვის პროცესი, რომელსაც თან ახლავს გოგირდმჟავას წარმოქმნა. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება პირიტის – რკინის სულფიდის დაჟანგვის დროს.

გოგირდმჟავა – ძალიან ძლიერი რეაგენტია და ახდენს დამანგრეველ მოქმედებას ქანზე: მიმდინარეობს გოგირდმჟავური გამოფიტვა. მრავალი მადნეული ლითონი – რკინა, თუთია, სპილენძი, კადმიუმი და სხვა – კარგად იხსნება გოგირდმჟავაში და მჟავე წყლების ნაკადთან ერთად „იფანტება“ სულფიდური საბადოების დაჟანგვის ზონაში. საბადოს ირგვლივ, რომელიც ხშირად საკმაოდ ღრმად არის ზედაპირიდან (50-100 მ და მეტი), იქმნება მადნეული ლითონის გაფანტვის შარავანდი, რომლის ფარგლებში გამოფიტვის ქერქი, წყალი და მცენარე გამდიდრებულია მადნეული ელემენტით ჩვეულებრივ „ფონურ“ შემცველობასთან შედარებით.

გეოქიმიური ძიებანი, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება მთელ მსოფლიოში, დაფუძნებულია მსგავსი გეოქიმიური ანომალიების გამომჟღავნებაზე. მუშავდება სხვადასხვა გეოგრაფიულ და გეოლოგიურ პირობებთან მისადაგებული გეოქიმიური ძიების მეთოდები. თვით საძიებო სამუშაო ხორციელდება გეოგრაფების – ლანდშაფტების გეოქიმიის სფეროს სპეციალისტების აქტიური მონაწილეობით.

ლანდშაფტის გეოქიმია წარმოადგენს გეოგრაფიის დარგს, რომელიც სწავლობს სხვადასხვა გეოგრაფიული ზონის და გეომორფოლოგიური ოლქის (ახალგაზრდა მთა, ძველი მთის ნაგებობა, დენუდაციური და აკუმულაციური ვაკე) ლანდშაფტში ქიმიური ელემენტის განთესვისა და კონცენტრაციის ისტორიასა და კანონზომიერებას.

გამოიყოფა გამოფიტვის ქერქის განვითარების ოთხი ფაზა: ნატეხი, კირქვიანი, მჟავე სიალიტური და ალიტური.

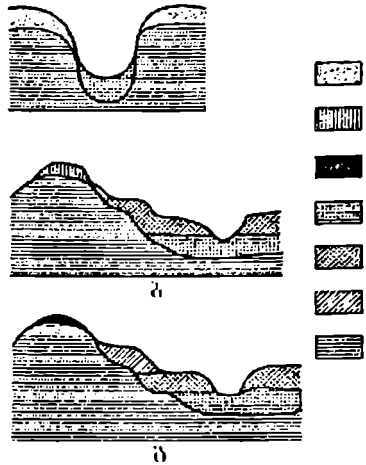
ნატეხ გამოფიტვის ქერქში ჯერ კიდევ შენარჩუნებულია ყველა ის ქიმიური ელემენტი, რომელიც არის საწყის მთის ქანში, მეორადი მინერალები პრაქტიკულად არაა.

კირქვიანი გამოფიტვის ქერქიდან გამოტანილია გამოფიტვის დროს განთავისუფლებული ქლორიდი და სულფატი, მაგრამ შენარჩუნებულია კალციუმის კარბონატი. გამოფიტვის ქერქის ამ ტიპისთვის, რომელიც ფართოდ არის გავრცელებული ველებსა და უდაბნოებში, დამახასიათებელია თიხამინერალების წარმოქმნა, ჰიდროქარსების, ილიტის და, რაც მთავარია, კალციუმის კარბონატის არსებობა, რომლის დაჯგუფებები თეთრი ფქვილისმაგვარი კონკრეციის, ძარღვის, ხრეშის ზედაპირზე ქერქის სახით წარმოადგენს გამოფიტვის კირქვიანი ქერქის დამახასიათებელ ნიშანს.

მჟავე სიალიტური გამოფიტვის ქერქი, კირქვიანი ქერქისგან განსხვავებით, გავრცელებულია ზომიერი განედების ტენიან კლიმატში და ტენიანი სუბტროპიკების და ტროპიკების რელიეფის ახალგაზრდა ელემენტებზე, ძირითადში ტყის ზონაში. სიალიტური ნარჩენი ქერქი გათიხებულია, გამდიდრებული რკინის ოქსიდებით, მაგრამ ჯერ კიდევ დიდი რაოდენობით შეიცავს პირველად მინერალს. თიხამინერალები წარმოდგენილია: ჰიდროქარსებით, სმექტიტით, ქლორიტით. ყველა ადვილად ხსნადი მარილი და კალციუმის კარბონატი გამორეცხილია, ამიტომ გაღარიბებულია საწყის ქანებთან შედარებით არა მარტო ქლორით და ნატრიუმით, არამედ კალციუმითაც.

ალიტური გამოფიტვის ქერქი წარმოადგენს ყველაზე მწიფე სტადიას, რომელშიც აღარ არის შენარჩუნებული პირველადი მინერალი, ის ჩანაცვლებულია კაოლინიტით და რკინის და ალუმინის ჰიდროოქსიდებით. გამოფიტვის ამ სტადიამდე ქანი აღწევს მხოლოდ სუბტროპიკული და ტროპიკული სატყლების ტენიან კლიმატში, სადაც ტექტონიკურად წყნარ ოლქში გამოფიტვა უსწრებს დენუდაციას.

გამოფიტვის ფხვიერი პროდუქტის გადარეცხვა, გადატანა და დალექვა მოქმედებს ყველგან, თუმცა სხვადასხვა სისწრაფით. გამოფიტვის ქერქის ზედა ჰორიზონტი და მასზე ფორმირებული ნიადაგი გადაირეცხება, ხოლო რელიეფის დადაბლებულ ადგილში გროვდება სხვადასხვა კონტინენტალური ნაფენი (დელუვიონი, ალუვიონი და სხვ.). ამ ნაფენში გროვდება გახსნილი და გამოფიტვის ქერქიდან გამოტანილი ქიმიური ნაერთის ნაწილი. ნივთიერება, რომელიც გამოირეცხება გამოფიტვის ქერქიდან, გროვდება ფხვიერ ნაფენში. ამიტომ ელუვიურ წარმონაქმნს (გამოფიტვის ქერქი) და აკუმულაციურ წარმონაქმნს (ფხვიერი ნაფენი) შორის არ-



ნახ. 7. ნარჩენი და აკუმულაციური გამოფიტვის ქერქის შეხამების (ა-ბ) ტიპები:

1 – გაუკირიანებელი ორთოელუვი;
2 – სიალიტური ორთოელუვი;
3 –ალიტური ორთოელუვი;
4 – ქლორიდულ-სულფატური ნატანი;
5 – კარბონატული ნატანი;
6 – სიალიტური ნაფენი;
7 – პირველადი ძირეული ქანი

სებობს გეოქიმიური შეუღლება. მაგალითად, კირქვიანი გამოფიტვის ქერქიდან გამოიტანება მხოლოდ ქლორიდი და სულფატი და გროვდება ნატანსა და ნიადაგში რელიეფის მეზობელ დეპრესიაში და ჩაკეტილ წყალსატევში.

გეოქიმიურ კავშირს, ნარჩენი გამოფიტვის ქერქის და მასთან დაკავშირებული ფხვიერი ნაფენის შესწავლას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, კერძოდ, მელიორაციული პროექტირებისთვის და მსხვილი ტერიტორიების გეოქიმიური ბალანსის პროგნოზირებისთვის. გამოფიტვის ქერქის და მათთან დაკავშირებული ფხვიერი ნაფენის გავრცელების კანონზომიერების და შემადგენლობის შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგმცოდნეობისთვის, რადგანაც სწორედ ასეთი წარმონაქმნი წარმოადგენს ყველაზე გავრცელებულ ნიადაგწარმომქმნელ ქანს.

ნიადაგი, რომელიც წარმოიქმნა სხვადასხვა ტიპის გამოფიტვის ქერქზე, მემკვიდრეობით ამა თუ იმ ხარისხით შეიცავს მათ მინერალურ შედგენილობას. მაგრამ ნიადაგწარმოქმნის პროცესში ნიადაგწარმომქმნელი ქანის მრავალი მინერალი განიცდის შემდგომ ცვლილებას. ნიადაგი, გამოფიტვის ქერქთან შედარებით, გამოირჩევა უფრო მაღალი ენერგეტიკული პოტენციალით; მინერალის დაშლის და მეორადი სინთეზის პროცესი მიმდინარეობს უფრო დიდი სისწრაფით; ეს პროცესი გაერთიანებულია შიდანიადაგური გამოფიტვის ცნებით.

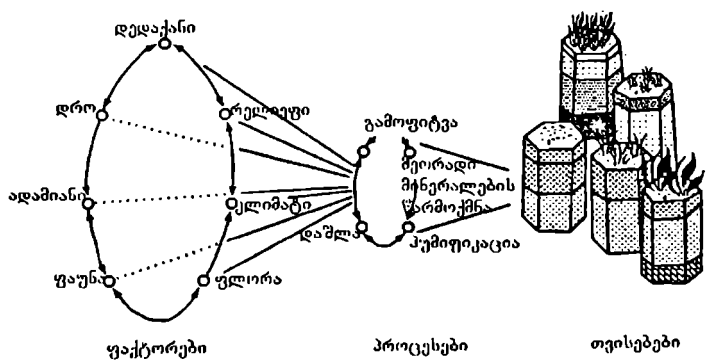
საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. ჩამოთვალეთ ქერქის ამგები მთავარი ჯგუფები.
2. რას ნიშნავს გამოფიტვა?
3. რას ნიშნავს გამოფიტვის ქერქი?
4. გამოფიტვის რამდენ ფორმას არჩევენ?
5. როგორ იყოფა მინერალები გამოფიტვის პროცესებისადმი მდგრადობის მიხედვით?
6. როგორ ხდება გამოფიტვის ქერქის დაყოფა ლექის ფრაქციაში $SiO_2 : R_2O_3$ მოლეკულური შეფარდების მიხედვით?

თავი 2. გეოგრაფიული გარემოს კომპონენტი, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი

2.1. გეოგრაფიული მეთოდი ნიადაგწარმოქმნაში

დედამინის ნიადაგური საფარი ფორმირდება, არსებობს და დროში ვითარდება ძირითადად დედამინის ზედაპირთან არსებული გეოგრაფიული გარსის – ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროს, ლითოსფეროს და ცოცხალი ნივთიერების „აფსკის" ურთიერთმოქმედების შედეგად. ყოველი გარსი წარმოდგენილია ნიადაგურ საფარში მატერიალურად – ნიადაგური ჰაერით, ნიადაგური ტენით, ნიადაგური მინერალით, შიდანიადაგური ბიოტით და ამიტომ ნიადაგების სამყარო თავისი ნივთიერებათა შემადგენლობით და სტრუქტურული მრავალფეროვნებით წააგავს გეოსფეროს ანაბეჭდს. ნიადაგი წარმოადგენს მრავალი ენერგეტიკული და მატერიალური ნაკადის ერთობლიობას, რომელიც კვეთს გეოგრაფიულ გარსს. ნიადაგის „სიცოცხლის" დინამიკაში აისახება მთელი გეოგრაფიული გარსის დინამიკა. ამიტომაც ნიადაგის შესწავლით შესაძლებელია პასუხის მიღება მრავალ საკითხზე, რომელიც ეხება უფრო რთულ და ვრცელ გეოგრაფიულ სისტემას. ნიადაგს განმარტავენ როგორც „ლანდშაფტის სარკეს". ამავდროულად, ნიადაგწარმოქმნის პროცესის არსის, ნიადაგის შენების თავისებურებანი და დედამინის ზედაპირზე გავრცელების კანონზომიერების გაგება შესაძლებელია გეოგრაფიული გარსის ყველა კომპონენტის მიზანდასახული კვლევის საფუძველზე, ანუ იმ გარსის, რომელშიც ჩაისახა, განვითარდა და ამჟამად არსებობს ნიადაგური საფარი. ნიადაგის, როგორც ბუნებრივ-ისტორიული სხეულის, ყველა განმარტებაში ამა თუ იმ ფორმით ფიგურირებს ნიადაგწარმომქმ-



ნახ. 8. ფაქტორები, პროცესები და თვისებები ნიადაგის განვითარებაში

ნელი ფაქტორი – გეოგრაფიული გარემოს ისეთი შემადგენელი ნაწილი, როგორიცაა: ქანი, მცენარეული და ცხოველთა ორგანიზმი, რელიეფი და კლიმატი. უაღრესად მნიშვნელოვანია იმ ადგილის ასაკის ცოდნა, სადაც განლაგებულია ნიადაგი.

ნიადაგწარმოქმნის ყველა შემადგენელი ნაწილი წარმოადგენს თანაბარმნიშვნელოვან სიდიდეს და იღებს თანაბარ მონაწილეობას ნიადაგის ფორმირებაში. ამიტომ, ნიადაგის, როგორც ამ ფუნქციის, ზემოთ ჩამოთვლილი ნიადაგწარმომქმნელის, ერთიანი ქმედების შედეგის შესასწავლად, აუცილებელია ყველა აღნიშნული ნიადაგწარმომქმნელის შესწავლა.

ასე იქნა დამუშავებული ნიადაგების კვლევის კომპლექსური შედარებით-გეოგრაფიული მეთოდი, რომელიც მოიცავს ნიადაგწარმოქმნის ლითოლოგიური, ბიოლოგიური, კლიმატური, გეომორფოლოგიური და ქრონოლოგიური ფაქტორების წინასწარ საველე და კამერალურ შესწავლას. ამ მეთოდოლოგიასთან დაკავშირებულია გეოგრაფიულ-გენეტიკური ნიადაგმცოდნეობის ყველა მიღწევა და ნიადაგის თანამედროვე სწავლების მრავალი ფუნდამენტური დებულება.

ამიტომ ნიადაგმცოდნეობის საფუძვლების და ნიადაგების გეოგრაფიის საფუძვლების განხილვისას ყურადღება უნდა მიექცეს იმ ცნობას, რომელიც ახასიათებს გეოგრაფიული გარემოს ძირითად კომპონენტს და ზემოქმედებას ახდენს ნიადაგწარმოქმნის პროცესზე. მათ შორის, ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების სისტემაში უნდა იქნეს განხილული: ქანი, მცენარეული და ცხოველთა სამყარო, რელიეფი, კლიმატური ფაქტორის შემადგენელი ნაწილები (მზის სხივური ენერგია, ატმოსფერული ნალექები და ჰაერის ტემპერატურა) და აგრეთვე ნიადაგის ასაკი. ცალკეული ფაქტორის შესწავლა გულისხმობს მის დახასიათებას გარკვეული პარამეტრით და ნიადაგწარმოქმნაში მნიშვნელობის შეფასებას.

2.2. ქანი, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი

ნიადაგი წარმოიქმნება ქანზე ნიადაგწარმოქმნის ბიოლოგიური და კლიმატური აგენტის ზემოქმედების შედეგად. ნიადაგწარმომქმნელი, ანუ დედაქანი, ქანია, რომელზეც ფორმირდება ნიადაგი. ნიადაგწარმომქმნელი ქანი განსაზღვრავს ნიადაგის მრავალ თვისებას. მის შედგენილობაზე დამოკიდებულია ნიადაგების მინერალოგიური და ქიმიური შედგენილობაც. ქანის სიმკვრივე და სიფხვიერე განსაზღვრავს ნიადაგის აგებულების ხასიათს. ქანთან არის დაკავშირებული ნიადაგის სიმძლავრე, აგებულება ვერტიკალური და ჰორიზონტალური მიმართულებით, ნიადაგის თბური და წყლოვან-ფიზიკური თვისებები.

დედაქანის საწყისი მახასიათებლები სხვადასხვა ხარისხით გარდაიქმნება ნიადაგწარმოქმნის პროცესში. ზოგი მათგანი პრაქტიკულად უცვლელად მკვიდრდება ნიადაგში (ყველაზე მდგრადი მინერალები, ქვიანი კომპონენტები, გრანულომეტრული შემადგენლობის ძირითადი კომპონენტები.), ზოგიც მნიშვნელოვნად ტრანსფორმირდება, რის შედეგად ნიადაგი იძენს თავისებურ თვისებას. ახალგაზრდა ასაკის ნიადაგი შედგენილობით და აგებულებით ახლოს არის დედაქანთან. რაც უფრო ხნიერია ნიადაგი, მით უფრო ხანგრძლივად მიმდინარეობს მასში ნიადაგწარმოქმნის და გამოფიტვის პროცესი, მით უფრო მეტია განსხვავება ნიადაგსა და საწყის ნიადაგწარმომქმნელ ქანს შორის.

ქანის პეტროგრაფიული შედგენილობის მრავალფეროვნება წარმოადგენს ბუნებაში ნიადაგის მრავალფეროვნების მიზეზს. ერთსა და იმავე ბიოკლიმატურ და გეომორფოლოგიურ პირობებში ნიადაგი შეიძლება იყოს განსხვავებული, თუ ფორმირდება განსხვავებულ ნიადაგწარმომქმნელ ქანზე. ეს არის გამოწვეული იმით, რომ ერთნაირი კლიმატური და ბიოლოგიური აგენტის ზემოქმედება სხვადასხვა თვისების ქანზე აისახება ნიადაგწარმოქმნის განსხვავებულ მოვლენაში.

ნიადაგი პოლიდისპერსული სისტემაა და შედგება მყარი ნაწილისგან, წყლისგან, ნიადაგური ჰაერისა და ცოცხალი ორგანიზმისგან. მინერალური ნიადაგის მყარ ფაზაზე მოდის ნიადაგის მოცულობის 40- 65 %. მყარ ნანილაკს შორის ფორებია, რომელშიც ცოცხალი ორგანიზმი, წყალი და ნიადაგური ჰაერია.

მინერალური ნიადაგის მყარი ფაზა ძირითადად შედგება მინერალური ნივთიერებისგან, რომელიც შეადგენს მასის 90-95 % და მეტს. ნიადაგის მინერალური ნანილის ძირითად წყაროს წარმოადგენს ქანი, რომელზეც ის წარმოიქმნება. განსხვავება ნიადაგწარმომქმნელ ქანში მემკვიდრეობით გადადის ნიადაგში. სხვადასხვა ქანზე ფორმირებულ ნიადაგს ექნება გარკვეული განსხვავება. ქანის გავლენა უფრო მნიშვნელოვანია ნიადაგის განვითარების პირველ სტადიაზე და მცირდება ნიადაგწარმოქმნის პროცესში, მაგრამ არასოდეს არ ქრება. ნიადაგწარმოქმნის თავისებურებაზე ქანის გავლენა განსაკუთრებით მკვეთრად მჟღავნდება მთიანი რელიეფის ქვეყნებში, სადაც ქანების სიჭრელე განსაკუთრებით დიდია. ეს იყო ერთ-ერთი მიზეზი იმისა, რომ XIX საუკუნეში, დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში ბატონობდა ნიადაგის გეოლოგიურ-პეტროგრაფიული კლასიფიკაცია, რადგანაც ნიადაგი გაიგივებული იყო გამოფიტვის ქერქთან.

ნიადაგწარმომქმნელი ქანი მრავალფეროვნების შედეგად მრავალმხრივ გავლენას ახდენს ნიადაგის გრანულომეტრულ შედგენილობაზე, აგებულებასა და ფიზიკურ თვისებაზე და აგრეთვე მის მინერალოგიურ და ქიმიურ შედგენილობაზე. ნიადაგწარმომქმნელი ქანის თავისებურებასთან მნიშვნელოვნად არის დაკავშირებული ნიადაგის გეოგრაფიული გავრცელება.

ნიადაგწარმოქმნის ქანზეა დამოკიდებული ნიადაგის ისეთი მნიშვნელოვანი თვისება, როგორიცაა გრანულომეტრული შედგენილობა, რომელიც გარკვეულწილად განსაზღვრავს ნიადაგის წყლოვან-სითბურ რეჟიმს. ქვიშიანი ნიადაგი კარგი გამტარობის გამო ამცირებს წყლის დაკარგვას კაპილარული აწევით და აორთქლებით. ამის გარდა, ქვიშებში ტენი იმყოფება უფრო მოძრავ ფორმაში, აქ მცირეა ტენის მკვდარი მარაგი. მეორე მხრივ, ქვიშების წყალგამტარობა ქმნის ნიადაგის გამოტუტვის უფრო მეტ შესაძლებლობას, რის შედეგად ქვიშიანი ნიადაგის პროფილის სიმძლავრე მეტია თიხა ნიადაგთან შედარებით. ამასთან ერთად, ფუძეებით სიღარიბე ხდის ქვიშიან ნიადაგს ნაკლებად ჰუმუსირებულს.

ნიადაგწარმოქმნის სრულებით სხვა პირობები იქმნება ქანზე, რომელიც წარმოდგენილია მძიმე თიხებით. მცირე გამტარობის და მაღალი წყალტევადობის შედეგად თიხა ნიადაგი ხასიათდება ნაკლები გამოტუტვით და სიმძლავრით და აგრეთვე ნიადაგწარმოქმნის მოძრავი პროდუქტების დაგროვებით. ამიტომაც ნიადაგებისთვის თიხა ქანზე დამახასიათებელია ბიცობიანობა ალაზნის ველზე და დაჭაობება კოლხეთის დაბლობზე. თიხნარი საშუალოდ გამტარი და საშუალოდ ტენტევადი წვრილმიწიანი ნიადაგი ქმნის ოპტიმალურ პირობებს ნიადაგწარმოქმნის პროცესის განვითარებისთვის. ასეთ ნიადაგზე ზონალური ნიადაგწარმოქმნის პროცესი გამოხატულია ყველაზე მკაფიოდ.

განსხვავება გრანულომეტრულ შემადგენლობაში და ნიადაგის ტენიანობის მდგომარეობაში გავლენას ახდენს თბოტევადობაზე და თბოგამტარობაზე, რასთანაც დაკავშირებულია მისი სითბური რეჟიმი. ერთნაირ პირობებში ქვიანი და ქვიშიანი ნიადაგი თიხიანთან შედარებით ხასიათდება ნაკლები თბოტევადობით და მეტი თბოგამტარობით, ამიტომ, პირველ შემთხვევაში ნიადაგწარმოქმნის პროცესის მიმდინარეობა იქმნება უფრო მაღალ ტემპერატურულ დონეზე და უფრო კონტრასტულ ტემპერატურულ რეჟიმში, ვიდრე მეორეში. ერთნაირ პირობებში არსებული ქვიშიანი ნიადაგი 1-3 °C, ხოლო ზოგან 5 °C უფრო თბილია, ვიდრე თიხიანი. ქვიშიანი ნიადაგი თიხიანთან შედარებით უფრო ადვილია დასამუშავებლად. სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკაში თიხა გრანულომეტრული შემადგენლობის ნიადაგი გამოიყოფა სახელწოდებით „მძიმე" და „ცივი", ხოლო ქვიშიანი – „მსუბუქი" და „თბილი".

ნიადაგწარმოქმნის ქანის შემადგენლობასთან დაკავშირებულია აგრეთვე ნიადაგის მინერალური ნაწილის მინერალოგიური და ქიმიური შედგენილობა.

მჟავე, ამონთხეული ქანის გამოფიტვის პროდუქტები, რომლებიც დიდი რაოდენობით შეიცავენ SiO_2, შედარებით გამდიდრებულ და რკინით და ალუმინით გაღარიბებულ თავისუფალ კაჟმიწას და Ca და Mg უმცირეს რაოდენობას, ხასიათდება სიფხვიერით, ქვიშიანობით, სწრაფი გამოტუტვით, ფუძეების სიღარიბით, მჟავე რეაქციით.

ფუძეამონთხეული ქანი არ შეიცავს თავისუფალ კაჟმიწას. ის გამდიდრებულია რკინით და მანგანუმით. ამასთან დაკავშირებით, ფუძე-ქანის გამოფიტვის პროდუქტები და მათზე განვითარებული ნიადაგი თიხიანია, დიდი ხნის მანძილზე ინარჩუნებს ტუტე ან ნეიტრალურ რეაქციას, გამოირჩევა ფუძეების დიდი რაოდენობის განთავისუფლებით, ჰუმუსის გადიდებული დაგროვებით და შედარებით მყარი ნაყოფიერებით.

გრანულომეტრული ფრაქციების მინერალოგიური შედგენილობის შეცვლასთან ერთად იცვლება მისი ქიმიური შედგენილობა. წვრილ ფრაქციაში ნაკლები რაოდენობითაა კაჟმიწა და მეტია ერთნახევარი ჟანგეულები, მაგნიუმის და კალიუმის ოქსიდები, რაც კორელაციაშია ფრაქციებში გაბატონებულ მეორადი თიხამინერალების ქიმიურ შედგენილობასთან. სხვადასხვა ზომის ნანილაკები ხასიათდება განსხვავებული მინერალოგიური და ქიმიური შედგენილობით. ქვიშებში ჭარბობს პირველადი მინერალი, ძირითადად კვარცი და მინდვრის შპატები კაჟმიწის მაღალი შემცველობით. თიხებში, პირიქით, ძირითადად გვხვდება მეორადი თიხამინერალები კვარცის ამა თუ იმ მინარევით, მათში მცირდება კაჟმინის შემცველობა და იზრდება მაგნიუმის და კალიუმის ოქსიდების შემცველობა.

ამგვარად, ქანის გრანულომეტრულ, მინერალოგიურ და ქიმიურ შედგენილობას შორის არსებობს გარკვეული კავშირი.

მინერალური ნაწილის წყალობით უზრუნველყოფილია მცენარის დამაგრება ფესვებით; ორგანულ ნაწილთან ერთად წარმოადგენს საკვები ნივთიერებების წყაროს და გავლენას ახდენს ნიადაგის ფიზიკურ და ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე. ნიადაგის მინერალური ნაწილი ძირითადად დამოკიდებულია საწყის ნიადაგწარმომქმნელ ქანზე.

დედამინის მყარი გარსი, ანუ ლითოსფერო, შედგება მაგმური, მეტამორფული და დანალექი ქანისგან.

მაგმური ანუ ამონთხეული ქანი წარმოიქმნა სილიკატური მაგმისგან, რომელიც გამაგრდა დედამინის ქერქის სიღრმეში (სიღრმითი – ინტრუზიული ქანი) ან მაგმის-

გან, რომელიც ამოიფრქვა დედამიწის ზედაპირზე (ამოფრქვეული ქანი – ეფუზიური). ქანს აქვს კრისტალური ან ფარულ-კრისტალური, ძირითადში მკვრივი აგებულება. ამიტომ, ხშირად იყენებენ სხვა სახელწოდებას, ესაა მასიურ-კრისტალური (გრანიტი, პეგმატიტი, დუნიტი და სხვ.). მაგმური ქანი ლითოსფეროს ქანის საერთო მასის 95 % შეადგენს, მაგრამ იშვიათად გვეკლინება ნიადაგწარმომქმნელ ქანად, ძირითადად მთიან ოლქებში.

მეტამორფული ქანი – მასიურ-კრისტალური ქანია, რომელიც წარმოიქმნა მაგმური ან დანალექი ქანის გარდაქმნის შედეგად (ფიქალი, გნეისი და სხვ.). ნიადაგწარმოქმნაში მნიშვნელობა ასევე მცირეა.

დედამიწის ზედაპირის ძირითადი ნაწილი დაფარულია დანალექი ქანით.

დანალექი ქანი წარმოადგენს მასიურ-კრისტალური ქანის გამოფიტვის პროდუქტების ნაფენს ან სხვადასხვა ორგანიზმის ნარჩენს. იყოფა ნატეხ, ქიმიურ და ბიოგენურ ნალექად. ნიადაგწარმოქმნაში ქიმიური და ბიოგენური წარმოშობის დანალექ ქანს შორის მნიშვნელოვან როლს თამაშობს კარბონატული ქანი – კირქვა, მერგელი, დოლომიტი, ცარცი.

ახალგაზრდა დანალექი ქანი ჩამოყალიბდა მეოთხეულ პერიოდში ძირითადი ქანის გამოფიტვის შედეგად და დაშლის პროდუქტის წყლით, ქარით, ყინულით გადალექვის შედეგად. წარმოქმნა ამჟამადაც მიმდინარეობს. მყარი ძირითადი ქანისგან განსხვავებით, ხასიათდება ნიადაგწარმოქმნისთვის ხელსაყრელი თვისებით: ფხვიერი აგებულებით, ფორიანობით, წყალგამტარობით, წყალშეკავებით და შთანთქმის უნარიანობით. ვაკე პირობებში ფხვიერი დანალექი ქანი წარმოადგენს უმთავრეს ნიადაგწარმომქმნელ ქანს. მეოთხეული დანალექი ქანი ხასიათდება სხვადასხვა შედგენილობით, აგებულებით და თვისებით, რაც არსებით გაელენას ახდენს ნიადაგწარმოქმნაზე და ნიადაგის ნაყოფიერებაზე. ქანის მინერალოგიური, ქიმიური და მექანიკური შედგენილობა განსაზღვრავს მცენარის ზრდის პირობას, დიდ გაელენას ახდენს ჰუმუსის წარმოქმნაზე, გამოტუტვაზე, გალებებაზე, დამლაშებასა და სხვა პროცესზე. მექანიკური შედგენილობის, აგებულების ხასიათის და ა.შ. გათვალისწინებით, ქანი გასხვავდება წყალგამტარობით, წყალტევადობით, ფორიანობით, რაც განსაზღვრავს ნიადაგის წყლოვან, ჰაეროვან და თბურ რეჟიმს.

არჩევენ მეოთხეული დანალექი ქანის სხვადასხვა გენეტიკურ ტიპს.

ელუვიური ქანი ან *ელუვიონი* – ძირითადი ქანის გამოფიტვის პროდუქტია, რომელიც რჩება წარმოქმნის ადგილას. ელუვიონი გამოირჩევა შედგენილობის და სიმძლავრის დიდი მრავალფეროვნებით. მისთვის დამახასიათებელია მჭიდრო კავშირი საწყის ქანთან, თანდათანობითი გადასვლა ფხვიერ წვრილმიწა მასალისგან – მკვრივი ქანისკენ. არჩევენ ნარჩენ (ელუვიური) და წყლით, ქარით, ყინულით გადაადგილებულ აკუმულაციურ (გადალექილ) გამოფიტვის ქერქს.

დელუვიური ქანი ან *დელუვიონი* ფერდობზე წვიმის და გამდინარე წყლით წარმოქმნილი ნაფენია. დელუვიონი ილექება დამრეცი შლეიფის სახით. შლეიფის ზედა ნაწილში ხშირად გროვდება უხეში მასალა, ზოგჯერ ნატეხი, ხოლო შლეიფის ბოლოს – მტვრიანი, თიხიანი. დელუვიონისთვის დამახასიათებელია შედარებით დახარისხებული და კარგად გამოხატული შრეობრიობა. გვხვდება აგრეთვე დაუხარისხებელი და არაშრეობრივი ნაფენი. დელუვიური ქანი ფართოდ არის გავრცელებული მთისწინებში.

პროლუვიური ქანი ან პროლუვიონი ფორმირდება მთის ძირში დროებითი წყლის და სელური ღვარის მოქმედების შედეგად. პროლუვიონი ხასიათდება ცუდი დახარისხებით, უხეში მსხვილნატეხი მასალის ჩართვით. ხშირად აღინიშნება დელუვიონის და პროლუვიონის შეხამება და წარმოიქმნება დელუვიურ-პროლუვიური ნაფენი.

ალუვიური ქანი ან *ალუვიონი* წარმოადგენს მდინარის ნაპირიდან გადმოსვლის შედეგად წარმოქმნილ ნალექს (ჭალის ალუვიონი). ალუვიურ ქანს მიეკუთვნება აგრეთვე მდინარის ფსკერული ნაფენი (კალაპოტის ალუვიონი). კალაპოტის ალუვიონი ძირითადად წარმოდგენილია სხვადასხვა მარცვლოვნების ქვიშით. მთის მდინარე, ვაკის მდინარისგან განსხვავებით, აყალიბებს მხოლოდ ფსკერულ ალუვიონს. ალუვიური ნაფენი ხასიათდება პორიზონტალური ან დამრეცი შრეობრიობით, მინერალური მარცვლების დამრგვალებით, ორგანული ნარჩენების ჩართვით.

ტბური ნაფენი აესებს ძველი რელიეფის ჩადაბლებას და ხასიათდება თიხიანობით და შრეობრიობით.

მყინვარული ან *მორენული ნაფენი* წარმოადგენს მყინვარით გადაადგილებული სხვადასხვა ქანის გამოფიტვის პროდუქტს.

ფლიუვოგლაციალური ან *წყალ-მყინვარული ნაფენი* დაკავშირებულია მძლავრი მყინვარული ნაკადების ქმედებასთან.

საფარი თიხნარები გავრცელებულია მყინვარული ნაფენის ზონაში.

ლიოსებს და *ლიოსისებრ თიხნარებს* აქვთ სხვადასხვა გენეზისი. მათი საერთო ნიშანია ჩალისფერი ან ყომრალ-ჩალისფერი შეფერილობა, კარბონატულობა, მტვრიან-თიხნარი მექანიკური შედგენილობა, მსხვილმტვრიანი ფრაქციის (0,05-0,01 მმ) სიჭარბე, ფქვილოვანობა, ფორიანობა, ფხვიერი აგებულება, მიკროაგრეგირება, კარგი წყალგამტარობა.

ეოლური ნაფენი წარმოიქმნება ქარის აკუმულაციური ქმედების შედეგად.

ზღვიური ნაფენი წარმოიქმნება ზღვის სანაპირო ზოლის გადაადგილების შედეგად. ზღვიური ნაფენი განსხვავდება შრეობრიობით, დახარისხებით და მარილების ინტენსიური აკუმულაციით.

ნიადაგწარმოქმნის პროცესის არსის გასაგებად საჭიროა წარმოვიდგინოთ, თუ როგორ გაელენას ახდენს ესა თუ ის დედაქანი ნიადაგის ფორმირებაზე. ამ მიდგომით გამოიყოფა ქანის სამი ჯგუფი:

– მაგმური და მეტამორფული წარმოშობის მასიურ-კრისტალური;
– მკვრივი დანალექი;
– ფხვიერი დანალექი.

მასიურ-კრისტალური ქანი დედამიწის ზედაპირზე, გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის სფეროში გამოსვლისას, ამჟღავნებს არამდგრადობას და განიცდის ღრმა ცვლილებას; კარგავს თავის მონოლითურობას და დეზინტეგრირებს; იშლება სხვადასხვა სიდიდის და ფორმის მექანიკურ წარმონაქმნად – მსხვილი ქვიანი ნამტვრევიდან წვრილ ნანილამდე. ამასთან, იცვლება მისი მინერალოგიური და ქიმიური შედგენილობა. პირველადი მინერალების ნაცვლად წარმოიქმნება სხვადასხვა მეორადი მინერალი. ქიმიური ელემენტის ნაწილი გამოიტანება გამოფიტვის ზონის გარეთ, მეორე ნანილი წარმოქმნის ახალ ნაერთს. მასიურ-კრისტალური ქანის გარდაქმნის სისწრაფე და მიმართულება დამოკიდებულია როგორც გარემო პირობაზე, ისე მის საწყის ქიმიურ-პეტროგრაფიულ შემადგენლობაზე, უფრო მდგრადი და ნაკლებად მდგრადი პირველადი მინერალის შეფარდებაზე. თავისი შედგე-

ნილობის თავისებურების გათვალისწინებით, მასიურ-კრისტალური ქანი იყოფა მჟავე, ფუძე და მათ შორის გარდამავალ ქანად (ცხრ. 2).

ცხრ. 2. მაგმური წარმოშობის უმთავრესი ქანი

ტიპები	კვარცი	მინდვრის შპატები		
		ჭარბობს ორთოკლაზი	ორთოკლაზი და პლაგიოკლაზი დაახლოებით თანაბრადაა	ჭარბობენ პლაგიოკლაზები
მჟავე	ბევრია	რიოლითი გრანიტი	რიოდაციტი გრანოდიორიტი	დაციტი, კვარციანი დიორიტი
გარდამავალი	მცირე რაოდენობითაა ან არ არის	ტრაქიტი პორფირიტი სიენიტი	ტრაქიანდეზიტი	ანდეზიტი პორფირიტი დიორიტი
ფუძე	არ არის	ბაზალტი, დიაბაზი, გაბრო		

მჟავე ქანი (გრანიტი, დაციტი და სხვ.) განსხვავდება კაჟმინით მდიდარი (კვარცი და მჟავე მინდვრის შპატი) მყარი მინერალების მაღალი შემცველობით (ცხრ.3). მათში შედარებით ნაკლები რაოდენობითაა რკინის და ალუმინის ოქსიდი; ფუძე-ქანი (მაგალითად, ბაზალტი, გაბრო და სხვ.), პირიქით, შეიცავს მჟავე ქანებთან შედარებით უფრო ადვილად შლად მინერალებს, SiO_2 ნაკლები შემცველობით და რკინის და ალუმინის მინერალებს დიდი რაოდენობით.

ამის შედეგად, ნიადაგი, რომელიც ვითარდება მჟავე მასიურ-კრისტალურ ქანზე, უფრო ქვიანია, მასში დიდი ხნის მანძილზე რჩება პირველადი მინერალის (განსაკუთრებით კვარცის) გადიდებული შემცველობა. ნიადაგი, რომელიც განვითარებულია ფუძე-ქანზე, ერთნაირ პირობებში სწრაფად იძენს გამოფიტვის პროდუქტის დაგროვებით გამონვეულ სპეციფიკურ შედგენილობას.

მკვრივი დანალექი ქანი წარმოადგენს მასიურ-კრისტალური ქანის დაქუცმაცებულ და გარდაქმნილ შეცემენტებულ პროდუქტს, ქიმიურ და ბიოლოგიურ ნალექს და აგრეთვე ვულკანური წარმოშობის წარმონაქმნს. მყარ დანალექ ქანს აქვს როგორც კონტინენტური, ისე ზღვიური წარმოშობა. ამ უკანასკნელის დროს მასალას, რომელსაც აქვს ტერიგენული ხასიათი, ე.ი. მოტანილს ხმელეთიდან, ემატება ნივთიერება, რომელიც დაკავშირებულია ცოცხალი ორგანიზმის საქმიანობასა და კვდომასთან (ნიჟარა, მიკროჩონჩხი), და აგრეთვე ხსნარიდან დალექილი ქიმიური ნაერთი (მარტივი მარილი, რკინის და ალუმინის ოქსიდი, კაჟმიწა). თავიდან ფხვიერი ნაფენი ზემოთ განლაგებული შრის სიმძიმით ხდებოდა სულ უფრო და უფრო მყარი, ცემენტდებოდა, მასში ხდებოდა გადაკრისტალება და სტრუქტურული გარდაქმნა. ქიმიური შედგენილობის მიხედვით მყარი დანალექი ქანი იყოფა ნახშიროვან, თიხამიწიან, რკინის, სილიკატურ, კარბონატულ და დამლაშებულ ქანად. მისი ამგები ფიზიკური კომპონენტის მიხედვით, ის იყოფა კონგლომერატად, ბრექჩიად, ქვიშაქვად, ალევრიტად, თიხად, კირქვად, მერგელებად, დოლომიტებად და სხვ.

მყარი დანალექი ქანი განაპირობებს ნიადაგწარმოქმნის რამდენადმე სხვა ხასიათს მასიურ-კრისტალურ ქანთან შედარებით. მყარ დანალექ ქანში პირველადი

მინერალიდან რჩება, როგორც წესი, მხოლოდ ყველაზე მდგრადი – კვარცი და მჟავე მინდვრის შპატი. ნიადაგში მოხვედრისას ხანგრძლივი დროის მანძილზე მცირედ იცვლება. მეორადი მინერალიდან მყარი დანალექი ქანის მრავალ ტიპში აღინიშნება თიხიანი წარმონაქმნი. ყალიბდება ისეთივე პირობებში, რომელშიც არსებობს ნიადაგი. ამიტომ ნიადაგის სისქეში თიხამინერალი არ განიცდის ძირეულ გარდაქმნას და შეიძლება ასიმილირებულ იქნეს ნიადაგის მიერ.

ამგვარად, ნიადაგწარმოქმნა, რომელიც მიმდინარეობს მყარ დანალექ ქანზე, ხასიათდება მინერალური ნაწილის მემკვიდრეობის უფრო მაღალი ხარისხით დედაქანის სუბსტრატთან შედარებით. ამასთან ერთად, ზოგიერთ მყარ დანალექ ქანში (კირქვა, მერგელი, დოლომიტი) აღინიშნება მარტივი მარილის მინერალის დიდი რაოდენობა, რომელიც ხშირად ადვილად იშლება, იხსნება და გამოიტანება ნიადაგწარმოქმნის პროცესში, განსაკუთრებით ტენიან რაიონებში. ამასთან ერთად, იზრდება წყლის ნალექში ჩართული ტერიგენული მასალის წილი.

ფხვიერი დანალექი ქანი დედამიწაზე იკავებს ყველაზე დიდ ფართობს და ამიტომ საკმაოდ ხშირად წარმოადგენს ნიადაგწარმოქმნის სუბსტრატს. ფხვიერი დანალექი ქანი ყველაზე ახალგაზრდაა, მას ძირითადში აქვს მეოთხეული ასაკი და უპირატესად წარმოიქმნება კონტინენტურ პირობებში. მისი გენეზისი დაკავშირებულია მასიურ-კრისტალური და მყარი დანალექი ქანის დეზინტეგრაციის და გამოფიტვის პროდუქტების დაგროვების და გადალექვის პროცესთან. თავისი წარმოშობით ფხვიერი ნაფენი არის: გრავიტაციული (მეწყერის, ჩამოზვავების ნაფენი), წყლოვანი (დელუვიური, ალუვიური, წყლოვან-მყინვარული, ტბური და სხვ.), მყინვარული ან მორენული, ეოლური და სხვ. ფხვიერი დანალექი ქანის ყოველი გენეტიკური ტიპი ხასიათდება თვისების გარკვეული კომპლექსით (ქანების შემადგენელი ნაწილაკის ზომით, მათი დამრგვალების ხარისხით და მინერალების გამოფიტვის დონით) და ამის მიხედვით ზემოქმედებას ახდენს ნიადაგის ფორმირებაზე. ასე, მაგალითად, ნიადაგწარმოქმნის მიმართულების ერთ-ერთი უმთავრესი ფაქტორია ქანის გრანულომეტრული შედგენილობა. ფხვიერი დანალექი ქანი შეიძლება იყოს თიხიანი, თიხნარი, ქვიშიანი, ქვიშნარიანი, ხრეშიანი, ქვამრგვალიანი და კაჭარიანი, რაც გავლენას ახდენს მასთან დაკავშირებულ ნიადაგზე, კერძოთ, ამ უკანასკნელების წყალგამტარობის ხასიათზე.

ცხრ. 3. ზოგიერთი ქანის ქიმიური შედგენილობა, %

ოქსიდები	კვარციტი	გრანიტი	ბაზალტი	გაბრო
SiO_2	81,20	75,92	53,83	47,97
AL_2O_3	8,77	12,96	15,85	22,16
Fe_2O_3	0,44	0,33	6,87	1,12
FeO	1,67	1,40	4,09	4,10
CaO	0,25	0,15	7,68	11,96
MgO	1,12	კვალი	5,56	4,58
Na_2O	1,89	4,60	3,02	3,23
K_2O	1,98	4,15	0,72	0,29

იმის გათვალისწინებით, რომ ფხვიერმა დანალექმა ქანმა გაიარა განვითარების ხანგრძლივი ციკლი დედამიწის ზედაპირის პირობებში, თავის თავზე განიცადა გამოფიტვის სხვადასხვა აგენტის ზემოქმედება და, როგორც წესი, მრავალჯერ ხდებოდა მისი გადალექვა, მისი შედგენილობა გამოირჩევა პირველადი მინერალების შედარებით დაბალი წილით და, პირიქით, მეორადი მინერალების მაღალი შემცველობით. მაშასადამე, ამ ქანზე განვითარებული ნიადაგი თავისი არსებობის უკვე საწყის სტადიებზე გამოირჩევა მინერალური ნაწილის ღრმა ტრანსფორმირებით და ახალშექმნილი ნაერთების სიუხვით.

ქანის სპეციალური შესწავლის გარეშე შეუძლებელია ნიადაგწარმოქმნის არსის სწორი გაგება.

2.3. რელიეფი, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი

რელიეფი წარმოადგენს ნიადაგწარმოქმნის და ნიადაგის გეოგრაფიული გავრცელების მნიშვნელოვან ფაქტორს. წამყვან როლს თამაშობს დედამიწის ზედაპირზე სითბოსა და ტენის, გამოფიტვისა და ნიადაგწარმოქმნის პროდუქტის გადანაწილებაში. რელიეფი ნიადაგური საფრის სტრუქტურის „კანონმდებელია“ და ნიადაგური კარტოგრაფიის საფუძველს წარმოადგენს.

დედამიწის ზედაპირზე მოსული მზის ენერგია და ატმოსფერული ნალექის ტენის გადანაწილება ხდება რელიეფის ფორმების შესაბამისად. რადიაციული ენერგიის გადანაწილება გამოწვეულია სხვადასხვა დახრილობის და ექსპოზიციის ფერდობის არსებობით. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ყველა განედზე წლის ყველა სეზონში ჩრდილოეთი ფერდობი იღებს რადიაციის ყველაზე ნაკლებ რაოდენობას, არის ყველაზე ცივი. ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში ჩატარებული გამოკვლევით დადგინდა, რომ ოქტომბერში ჩრდილოეთი და სამხრეთი ფერდობის ტემპერატურის განსხვავება აღწევს 8 °C. სამხრეთ ფერდობზე გარკვეულ დაქანებამდე, ჰოზირონტალურ ზედაპირთან შედარებით, მზის რადიაციის ნაკადი იზრდება, განსაკუთრებით ზამთარში. ზაფხულობით სამხრეთი ექსპოზიციის ციცაბო ფერდობები დამრეცთან შედარებით ნაკლებად ხელსაყრელ პირობებშია, რადგანაც შუადღის სხივები მიემართებიან ზედაპირისკენ ბლაგვი კუთხით, ე.ი. ინყებენ სრიალს ფერდობის გასწვრივ.

ყველაზე თბილი ფერდობის მდგომარეობა წლის განმავლობაში იცვლება. იანვრიდან მარტამდე ტემპერატურული მაქსიმუმი იმყოფება სამხრეთ-დასავლეთზე, შემდგომ სწრაფად გადადის სამხრეთ-აღმოსავლეთზე. ზაფხულის და შემოდგომის განმავლობაში ხდება შებრუნებული პროცესი სამხრეთ-აღმოსავლეთზე.

სხვადასხვა ექსპოზიციის ფერდობზე ნიადაგის სითბური რეჟიმის თავისებურებანი გავლენას ახდენს წყლოვან რეჟიმზე და მცენარეულობის ხასიათზე, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ნიადაგში შესამჩნევი ცვლილება რელიეფის პირობებთან კავშირში. სამხრეთ ფერდობის ნიადაგი ხასიათდება შედარებით ნაკლები დატენიანებით და უფრო კონტრასტული ტემპერატურული რეჟიმით, ე.ი. დამახასიათებელია უფრო მეტად სამხრეთის ზონისთვის, უფრო კონტინენტალური კლიმატით (მშრალი და ტემპერატურების რყევადობის მეტი ამპლიტუდით). ჩრდილოეთი ფერდობი, პირიქით, ხელს უწყობს უფრო ცივი და ტენიანი ნიადაგის ფორმირებას. ეს მოვლენა განსაკუთრებით მკაფიოდ ჩანს მთებში. სამხრეთი ფერდობის ნიადაგი ჩვეულებრივ

ნაკლებად განვითარებულია, ხშირად უფრო კარბონატულია. ჩრდილოეთი ფერდობის ნიადაგი ხშირად უფრო ნაკლებად ქვიანია, უფრო განვითარებულია და უფრო მძლავრია.

ჰაეროვანი მასის მოძრაობის თავისებურებასთან დაკავშირებით, რელიეფის სხვადასხვა ფორმა (თხემი, ფერდობი, ვაკე) განსხვავდება კლიმატური მაჩვენებლებით. ამაღლებული ადგილებიდან ცივი ჰაერის ჩამოდინების შედეგად ვაკეების კლიმატი, როგორც წესი, გამოირჩევა სითბოს და ტენიანობის მეტი კონტრასტულობით, ვიდრე ფერდობი, თხემი. შესაბამისად, მათი ნიადაგიც არსებითად განსხვავდება.

რელიეფის უსწორმასწორობა, ახდენს რა გავლენას წყლების ზედაპირულ ჩამონადენზე, აგრეთვე თამაშობს დიდ როლს დედამინის ზედაპირზე ატმოსფერული ტენის გადანაწილებაში. მოსული ნალექი რელიეფის შემაღლებული ელემენტიდან ჩამოედინება ფერდობზე დადაბლებულ ადგილში და, ამგვარად, რელიეფის შემაღლებული წყალგამყოფი ნაკვეთი ჩვეულებრივ კარგავს ატმოსფერული ნალექის ტენის ნაწილს, ხოლო დადაბლებული ადგილის ნიადაგი იღებს დამატებით ტენს ზემოდან ჩამოდინების შედეგად.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ ჰორიზონტალური ზედაპირიც არასდროს არ არის იდეალურად სწორი და მოიცავს ამაღლებას და ჩაღრმავებას, რომელიც გადაანაწილებს ატმოსფერული ნალექის ტენს, რაც აისახება ნიადაგური საფრის ხასიათში. რელიეფის სიმაღლის (რამდენიმე სანტიმეტრამდე) უმნიშვნელო მერყეობამ შეიძლება გამოიწვიოს მკვეთრი სხვაობა ტენის უზრუნველყოფაში და ნიადაგწარმოქმნაში, რაც განსაკუთრებით ნათლად მჟღავნდება ჭარბი და არასაკმარისი დატენიანების ზონაში.

რელიეფის, როგორც მზის სითბოს და ატმოსფერული ნალექის გადამანაწილებლის, მნიშვნელობა განსაკუთრებით მკვეთრად მჟღავნდება მთებში დიდი დანაწევრიანების და ფერდობის დიდი დახრილობის გამო. მაგრამ, გარდა დასახელებული ფაქტორისა, აგრეთვე თავს იჩენს ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე.

ცნობილია, რომ ადგილმდებარეობის სიმაღლის შეცვლასთან ერთად იცვლება ყველა კლიმატური მაჩვენებელი: წნევა, ინსოლაცია, ტემპერატურა, ჰაერის ტენიანობა, ნალექის რაოდენობა და ა.შ. ატმოსფეროს გაუხეშებულობის, ჰაერის დამტვრიანების და წყლის ორთქლის რაოდენობის შემცირების შედეგად, სიმაღლის მატებასთან ერთად იზრდება მზის რადიაცია და ბიოლოგიურად აქტიური ულტრაიისფერი სხივების ნაკადი. ამიტომ მთებში სიმაღლის ყოველ 100 მეტრზე ტემპერატურა საშუალოდ კლებულობს 0,5 °C-ით.

მთებში ნალექის რაოდენობა განიცდის უფრო რთულ ცვლილებას იმის გამო, რომ სიმაღლის მატებასთან ერთად ტენის რაოდენობა ჰაერში უფრო სწრაფად კლებულობს, ვიდრე ჰაერის წნევა. ნალექის ყველაზე მეტი რაოდენობა მოდის მთის არა ყველაზე მაღალ სარტყელში, არამედ უფრო ქვედა ზონაში, რომლის მდებარეობა განისაზღვრება ადგილობრივი პირობით. ნალექის ყველაზე მეტი რაოდენობის ზონა ხშირად ემთხვევა ტყის სარტყელს ან სუბალპური სარტყლის ქვედა ნაწილს, სადაც აღინიშნება ყველაზე დიდი ღრუბლიანობა, ძლიერი ნისლი და უხვი ნამი. ამის გარდა, მთებში ნალექების მოსვლის ხასიათი ხდება საკმაოდ რთული ჰაერის მასების გადაადგილებაზე მთის ქედის შემაკავებელი გავლენით. ამასთან დაკავშირებით, მთის სისტემის ქარპირა მხარეს ატმოსფერული ნალექის უფრო მეტი რაოდენობა მოდის, ვიდრე ქარზურგა ან, საერთოდ, მთის ნაგებობის შიდა ნაწილში.

კლიმატური პირობების შეცვლა სიმაღლის მატებასთან ერთად, რასაც პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგწარმოქმნისთვის, იწვევს მცენარეულობის და ნიადაგის ვერტიკალურ დიფერენციაციას, ე.ი. ვერტიკალური ბუნებრივი ზონალობის წარმოქმნას. ნიადაგურ-მცენარეული ზონები თანმიმდევრულად ცვლიან ერთმანეთს და წარმოქმნიან ვერტიკალურ ნიადაგურ სტრუქტურებს. ნიადაგმცოდნეობის ფუძემდებელი ვ. დოკუჩაევი სამართლიანად აღნიშნავდა, რომ „რელიეფი არის ნიადაგის ბედის მწერალი".

რელიეფი დიდ როლს თამაშობს დედამინის ზედაპირზე წყლის და გამოფიტვის პროდუქტის და ნიადაგწარმოქმნის გადაადგილებაში მყარი და თხევადი ჩამონადენის სახით. გამოფიტვის ქერქის ძირითადი ტიპი (ნარჩენი და აკუმულაციური) დამოკიდებულია გეომორფოლოგიურ პირობაზე. გამოფიტვის ნარჩენი ფორმა დამახასიათებელია წყალგამყოფი ნაკვეთისთვის, ხოლო აკუმულაციური განლაგებულია ფერდობზე გარკვეული თანმიმდევრობით, რომელიც დამოკიდებულია წყალგამყოფზე გამოფიტვის ქერქის განვითარების ფაზაზე. ამასთან, უნდა ვიქონიოთ მხედველობაში, რომ გამოფიტვის ფხვიერი და ხსნადი პროდუქტის მიგრაციის პროცესთან დაკავშირებულია თვით რელიეფის ფორმირება. ხსნადი ნივთიერების მიგრაციაში მნიშვნელობა აქვს რელიეფის არა მარტო გარეგან ფორმას, არამედ გენეტიკურ ბუნებას. ეს გარემოება განსაზღვრავს გეომორფოლოგიური ანალიზის პირველხარისხოვან მნიშვნელობას ჰიპერგენეზის ზონაში ნივთიერების მიგრაციის პროცესის შესწავლის დროს.

არჩევენ რელიეფის სამ ძირითად ჯგუფს: მაკრორელიეფი, მეზორელიეფი და მიკრორელიეფი.

მაკრორელიეფს მიეკუთვნება რელიეფის ყველაზე მსხვილი ფორმა, რომელიც განსაზღვრავს დიდი ტერიტორიის იერს – ვაკე, პლატო, მთის სისტემა. მაკრორელიეფის წარმოქმნა ძირითადად უკავშირდება ტექტონიკურ მოვლენას დედამინის ქერქში.

მეზორელიეფი წარმოადგენს საშუალო ზომის რელიეფს: ბექობი, ბორცვი, ღარტაფი, ველი, ტერასა და მათი ელემენტი – ვაკე ადგილი, სხვადასხვა დაქანების ფერდობი. მეზორელიეფის ჩამოყალიბება ძირითადად უკავშირდება ეკზოგენურ გეოლოგიურ პროცესს (დენუდაციური პროცესი, ეკზოგენური გეოლოგიური პროცესი), რაზეც დიდ გავლენას ახდენს ხმელეთის ცალკეული უბნების ნელი აწევა და ჩაძირვა.

მიკრორელიეფს მიეკუთვნება რელიეფის წვრილი ფორმა, რომელიც იკავებს უმნიშვნელო ფართობს (რამდენიმე კვადრატული დეციმეტრიდან რამდენიმე ასეულ კვადრატულ მეტრამდე), სიმაღლის ფარდობითი რყევადობით ერთი მეტრის ფარგლებში. მათ მიეკუთვნება: ხორკლი, დადაბლება, რომელიც ჩნდება რელიეფის ვაკე ზედაპირზე ჩაღრმავების მოვლენით, მზრალობით ან სხვა მიზეზით. ფართოდ არის გავრცელებული რელიეფის ფერდობითი ფორმა, რომელიც ხასიათდება დახრილობითა და ექსპოზიციით.

რელიეფი წარმოადგენს ექსპოზიციის და ფერდობის დაქანების მიხედვით მზის რადიაციისა და ნალექების გადანაწილების მთავარ ფაქტორს. ყოველივე ეს გავლენას ახდენს წყლოვან, სითბურ, საკვებ, ჟანგვა-აღდგენით და დამლაშების რეჟიმზე.

მთიან პირობებში, ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად, იცვლება კლიმატი, მცენარეული და ცხოველთა სამყარო, ნიადაგი, რაც უკავშირდება ჰაერის

ტემპერატურის და დატენიანების ცვლას. ჰაერის მასები მთებში სიმაღლის მატებასთან ერთად ცივდება და ხშირია ნალექი. მთების გადალახვის შემდეგ ჰაერის მასები ეშვება, ცხელდება და შრება.

დატენიანების მიხედვით გამოიყოფა ნიადაგის სამი ძირითადი ჯგუფი:

ა ვ ტ ო მ ო რ ფ უ ლ ი ნ ი ა დ ა გ ი – ფორმირდება სწორ ზედაპირებზე და ფერდობზე, ზედაპირული წყლის თავისუფალი ჩამონადენის და გრუნტის წყლის ღრმად დგომის (6 მეტრზე უფრო ღრმა) პირობებში.

ნ ა ხ ე ვ რ ა დ ჰ ი დ რ ო მ ო რ ფ უ ლ ი ნ ი ა დ ა გ ი – ფორმირდება ზედაპირული წყლის ხანმოკლე ან გრუნტის წყლების 3-6 მეტრის სიღრმეზე დგომისას (კაპილარული არშია შეიძლება აღწევდეს მცენარეების ფესვს).

ჰ ი დ რ ო მ ო რ ფ უ ლ ი ნ ი ა დ ა გ ი – ფორმირდება ზედაპირული წყლის ხანგრძლივი ზედაპირული ან გრუნტის წყლის 3 მ ნაკლებ სიღრმეზე დგომისას (კაპილარული არშია შეიძლება აღწევდეს ნიადაგის ზედაპირს).

რელიეფი შეიძლება იყოს მცენარეულობის და ნიადაგების ევოლუციის ფაქტორი. მდინარის კალაპოტის თანდათანობითი შეჭრის დროს, ჭალის ტერასა გარდაიქმნება ჭალისზედა ტერასად. ეს იწვევს დატენიანების რეჟიმის შეცვლას (ჭალის და ალუვიური პროცესების შეწყვეტა, გრუნტის წყლის დაქვეითება) და, როგორც შედეგი, ნიადაგის განვითარებას ავტომორფულ და არა ჰიდრომორფულ და ნახევრად ჰიდრომორფულ პირობებში.

ზემოთ აღნიშნული ნიადაგის ძირითადი ტიპი გეოქიმიურად არის დაკავშირებული ერთმანეთთან ქიმიური ნაერთის მიგრაციის ხარჯზე, რაც ცნობილია ნიადაგურ-გეოქიმიური შეუღლების სახელწოდებით. ყოველ ბუნებრივ ზონაში გამოხატულია ნიადაგურ-გეოქიმიური შეუღლების საკუთარი ტიპი.

2.4. კლიმატი, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი

კლიმატი, როგორც ნიადაგწარმოქმნის და ნიადაგის გავრცელების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფაქტორი, განისაზღვრება კოსმოსური მიზეზით (ენერგიის რაოდენობით, რომელსაც იღებს მზისგან დედამიწის ზედაპირი). კლიმატთან არის დაკავშირებული ნიადაგის გეოგრაფიის ყველაზე ზოგადი კანონების გამომჟღავნება.

კლიმატი უშუალოდ მოქმედებს ნიადაგწარმოქმნაზე – განსაზღვრავს ნიადაგის ენერგეტიკულ დონეს და ჰიდროთერმულ რეჟიმს და, ირიბად, ზემოქმედებს ნიადაგწარმოქმნის სხვა ფაქტორზე (მცენარეულობაზე, ორგანიზმების ცხოველმოქმედებაზე, ნიადაგწარმოქმნის ქანზე და ა.შ.).

კლიმატი არის მრავალასპექტური ფაქტორი, რომელიც მართავს ნიადაგწარმოქმნის ყველა მოვლენას. ნიადაგის ფორმირების კლიმატური პირობები გამოიხატება დედამიწის ზედაპირზე მოსული მზის რადიაციის რაოდენობაში და ნიადაგის დატენიანების დონით, რომელიც განისაზღვრება ატმოსფერული ნალექის რაოდენობით. ამის გარდა, კლიმატურ კანონზომიერებას ექვემდებარება ნიადაგსა და ატმოსფეროს შორის ცვლა აირით და მყარი ნაწილაკით (მტვერი და მარილები).

მზის რადიაცია წარმოადგენს ენერგიის ძირითად წყაროს გეოგრაფიულ გარსში და მათ შორის ნიადაგურ საფარში უმრავლესი პროცესისთვის. საკმარისი დატენიანების პირობებში მზის სხივური ენერგიის სიდიდეზეა დამოკიდებული გამოფი-

ტვის ინტენსიობა და ნიადაგური მინერალების სინთეზი, ორგანული ნარჩენების დაშლის ტემპი და მიმართულება, ბიოტის შიდანიადაგური ფუნქციონირების ხასიათი. არსებობს გარკვეული დამოკიდებულება ნიადაგში მოსული მზის ენერგიისა და ნიადაგის სიმძლავრეს შორის და აგრეთვე საწყისი დედაქანის გარდაქმნის სიღრმეს შორის.

იმასთან დაკავშირებით, რომ დედამიწის ზედაპირზე მოსული მზის ენერგია ექვემდებარება სხვადასხვა ხანგრძლივობის რიტმს (დღეღამურს, სეზონურს, წლიურს, მრავალწლიურს), ნიადაგში ხდება დათბობის და გაცივების, გაყინვის და ლღობის პროცესის მონაცვლეობა. ამ პროცესის სხვადასხვა კომბინაცია კონკრეტულ მახასიათებელთან ერთად აყალიბებს ნიადაგის სითბურ რეჟიმებს.

ნიადაგში, რომელიც წლის უდიდეს ნაწილში იმყოფება მზრალ მდგომარეობაში, ნიადაგწარმოქმნის პროცესის გამომჟღავნების შესაძლებლობა მნიშვნელოვნად ითრგუნება დროში – დაბალი ტემპერატურის დროს ნელდება ან წყდება ქიმიური რეაქცია, მკვეთრად ეცემა ცოცხალი ორგანიზმის აქტიურობა, ჩერდება ნიადაგური ხსნარის დენი. პირიქით, პერიოდი, ნიადაგში საკმარისად მაღალი დადებითი ტემპერატურებით, ხელს უწყობს ნიადაგწარმოქმნის სხვადასხვა ფორმას.

ნიადაგის სითბური რეჟიმი განისაზღვრება არა მარტო პირდაპირი მზის რადიაციის მოსვლით, არამედ ატმოსფეროს ცირკულაციის თავისებურებით, სითბოს და სიცივის შეხამებით.

კლიმატური ფაქტორი განსაზღვრავს ატმოსფერული ნალექის მოსვლას ნიადაგში. ნალექის წლიურ ჯამზე, განაწილებაზე სეზონის მიხედვით, აორთქლების სიდიდეზეა დამოკიდებული ნიადაგის დატენიანების ხარისხი, მასში პროდუქტიული (მცენარისთვის მისაწვდომი) ტენის მარაგი, აგრეთვე მიკრობიოლოგიური მოქმედების წყალუზრუნველყოფა. ნიადაგური ტენის სიღრმის და გადაადგილების ინტენსიურობის გათვალისწინებით, აღმავალი და დაღმავალი დინების ხასიათით გამოიყოფა ნიადაგების წყლის რეჟიმის სხვადასხვა ტიპი.

ზოგადად შეიძლება ლაპარაკი ნიადაგურ ჰიდროთერმულ რეჟიმზე, რადგანაც ტენის დაგროვებისა და გაადგილების პროცესს შორის, ერთი მხრივ, და ნიადაგის ტემპერატურულ მახასიათებელს შორის არსებობს მჭიდრო ურთიერთკავშირი.

გარდა თვით ტენისა, ატმოსფერულ ნალექებთან ერთად ნიადაგში ხვდება მასში გახსნილი ორგანული და მინერალური ნაერთი, აეროზოლი და მტვერი. ატმოსფერული ჰაერის ჟანგბადი, აღწევს რა ნიადაგში, უზრუნველყოფს ფესვის სუნთქვას, ორგანული ნივთიერების დაჟანგვის და დაშლის პროცესის მიმდინარეობას. ნიადაგიდან ატმოსფეროში გამოიყოფა ჰაერი, რომელიც მაძღარია ნახშირმჟავა აირით და ნიადაგური ბიოტის ცხოველმოქმედების სხვა გაზისებრი პროდუქტებით. სისტემაში ატმოსფერო-ნიადაგი აირცვლის ინტენსიურობა დამოკიდებულია ატმოსფერული ჰაერის წნევაზე, ჰაერის სიძლიერეზე, ნიადაგის ტემპერატურასა და ტენიანობაზე. ნიადაგურ ჰაერში ამა თუ იმ კომპონენტის (ჟანგბადი, ნახშირმჟავა აირი) სიჭარბე ან ნაკლებობა გავლენას ახდენს შიდანიადაგური პროცესის მიმართულებაზე, ნიადაგური ეკოსისტემების მდგომარეობაზე.

ამგვარად, კლიმატის, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორის, მნიშვნელობა ნაირგვარია:

– კლიმატი წარმოადგენს ბიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესის განვითარების მნიშვნელოვან ფაქტორს. ტემპერატურული პირობის და დატენიანების გარ-

კვეული შეხამება განსაზღვრავს მცენარეულობის ტიპს, ორგანული ნივთიერების შექმნის და დაშლის ტემპებს, ნიადაგური მიკროფლორის და ფაუნის შემადგენლობასა და ქმედების ინტენსივობას;

- ატმოსფერული კლიმატი ნიადაგის თვისებისა და შემადგენლობის მეშვეობით დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგის ჰაერ-წყლოვან, ტემპერატურულ და ჟანგვა-აღდგენით რეჟიმზე;
- კლიმატურ პირობებთან მჭიდროდაა დაკავშირებული ნიადაგში მინერალური ნაერთების გარდაქმნის პროცესი (გამოფიტვის მიმართულება და ტემპი, ნიადაგწარმოქმნის პროდუქტის აკუმულაცია და სხვ.);
- კლიმატი დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგის წყლისმიერი და ქარისმიერი ეროზიის პროცესზე.

ატმოსფერულ კლიმატში იგულისხმება ამა თუ იმ ტერიტორიის (დედამიწის, მატერიკის, ქვეყნის, ოლქის, რაიონის) ატმოსფეროს საშუალო მდგომარეობა, რომელიც ხასიათდება მეტეოროლოგიური ელემენტის საშუალო მაჩვენებლით (ტემპერატურა, ნალექი, ჰაერის ტენიანობა და ა.შ.) და მათი უკიდურესი მაჩვენებლით, რაც იძლევა დღე-ღამის, სეზონის და მთელი წლის რყევადობის ამპლიტუდას.

ნიადაგური პროცესის ბუნების შემეცნებისთვის დიდი მნიშვნელობა აქვს კლიმატურ მაჩვენებელს, რომელიც ახასიათებს ტემპერატურულ პირობას და დატენიანებას. სწორედ ამ მაჩვენებელთანაა დაკავშირებული ნიადაგის წყლოვან-ტემპერატურული რეჟიმი და ბიოლოგიური პროცესი. ვინაიდან ნიადაგური პროცესი არ წყდება ვეგეტაციის შემდეგაც, ამიტომ გარკვეული მნიშვნელობა აქვს საშუალო წლიურ (საერთო) კლიმატურ მაჩვენებელს და ვეგეტაციის პერიოდს შორის (შემოდგომა, ზამთარი) მაჩვენებელს.

ბიოლოგიური და ნიადაგური პროცესისთვის ენერგიის ძირითადი წყაროა მზის რადიაცია, ხოლო დატენიანების მთავარი წყაროა – ატმოსფერული ნალექი. მზის რადიაცია შთაინთქმება ხმელეთის ზედაპირით, ხოლო შემდგომ თანდათანობით გამოსხივდება და ათბობს ატმოსფეროს. ნიადაგში მოხვედრილი ნალექები ტენის სახით შთაინთქმება მცენარით და ბრუნდება ატმოსფეროში ტრანსპირაციით ან ფიზიკური აორთქლების შედეგად. ნიადაგსა და ატმოსფეროს შორის ყალიბდება მუდმივი სითბოს და ტენის ცვლა. ამის შედეგად ფორმირდება ნიადაგის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი თვისება – ჰიდროთერმული რეჟიმი. ამიტომ, კლიმატის დახასიათებას ტემპერატურული პირობებით და დატენიანებით განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს.

კლიმატის უმთავრესი თერმული ჯგუფის გამოყოფის საფუძველს წარმოადგენს საეგეტაციო პერიოდში (>10 °C) საშუალო დღეღამური ტემპერატურის ჯამი (აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი).

საქართველოში გამოიყოფა დედამიწის ყველა (ცხელი-ტროპიკულის გარდა) ძირითადი კლიმატის თერმული ჯგუფი:

კლიმატის ჯგუფი	>10°C ჰაერის ტემპერატურათა ჯამი
ცივი (პოლიარული)	<600°
ზომიერად ცივი (ბორეალური)	600-2000°
ზომიერად თბილი (სუბბორეალური)	2000-3800°
თბილი (სუბტროპიკული)	3800-8000°

კლიმატის აღნიშნული თერმული ჯგუფი განლაგებულია ვერტიკალური სარტყლის მიხედვით. სარტყელი ხასიათდება არა მარტი საშუალო დღეღამური ტემპერატურით, არამედ მცენარეულობის და ნიადაგის გარკვეული ტიპით. ნიადაგწარმოქმნაში კლიმატის მთავარ თერმულ ჯგუფთან დაკავშირებულია ნიადაგის სითბური რეჟიმი, ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესის სისწრაფე, ბიოლოგიური პროდუქტიულობა.

საქართველოში ძირითადი ნიადაგი კლიმატის თერმული ჯგუფის მიხედვით ასე ნაწილდება:

ცივი (პოლიარული) – მთა-მდელოს, მთა-მდელოს შავმიწისებრი, მთა-ტყე-მდელოს;

ზომიერად ცივი (ბორეალური) – ყომრალი, ყომრალ-შავი, შავმიწა;

ზომიერად თბილი (სუბბორეალური) – ყვითელ-ყომრალი, შავი, ყავისფერი, მდელოს-ყავისფერი;

თბილი (სუბტროპიკული) – წითელმიწა, ყვითელმიწა, ყვითელმიწა-ეწერი, ყვითელმიწა-ეწერლებიანი, რუხი-ყავისფერი, მდელოს-რუხი-ყავისფერი,

ნალექებით დატენიანების მიხედვით, დედამიწაზე გავრცელებული კლიმატის ძირითადი ექვსი ჯგუფიდან საქართველოში გვხვდება ოთხი (მშრალი-არიდულისა და ძალიან მშრალი – ექსტრა არიდულის გარდა):

კლიმატის ჯგუფი	დატენიანების კოეფიციენტი
ძალიან ტენიანი (ექსტრაჰუმიდური)	> 1,33
ტენიანი (ჰუმიდური)	1,33-1
ნახევრად ტენიანი (სემიჰუმიდური)	1-0,55
ნახევრად მშრალი (სემიარიდული)	0,55-0,33

დატენიანების კოეფიციენტი (ან არიდულობის ინდექსი) წარმოადგენს მოსული ნალექების შეფარდებას აორთქლებასთან. დატენიანების კოეფიციენტთან არის დაკავშირებული ნიადაგის ტენის რეჟიმი ნალექის რელიეფზე ერთნაირი განლაგების დროს; ნიადაგის ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალი, თანაბარი თერმული პირობის დროს; გამოფიტვის და გამოტუტვის ხარისხი.

მნიშვნელოვანია დატენიანების კოეფიციენტის მაჩვენებელი 1-თან მიმართებაში. თუ დატენიანების კოეფიციენტი > 1 – საქმე გვაქს მჟავე ნიადაგთან, ხოლო თუ < 1 – ტუტე, კარბონატულ, ზოგჯერ დამლაშებულ ნიადაგთან.

ჩვენში ნიადაგი დატენიანების კოეფიციენტის მიხედვით ასე ნაწილდება:

ძალიან ტენიანი (ექსტრაჰუმიდური) – წითელმიწა, ყვითელმიწა, ყვითელმიწა-ეწერი, ყვითელმიწა-ეწერლებიანი, მთა-მდელოს, მთა-მდელოს შავმიწისებრი, მთა-ტყე-მდელოს;

ტენიანი (ჰუმიდური) – ყვითელ-ყომრალი, ყომრალი, ყომრალ-შავი;

ნახევრად ტენიანი (სემიჰუმიდური) – შავი, შავმიწა;

ნახევრად მშრალი (სემიარიდული) – ყავისფერი, მდელოს-ყავისფერი, რუხი-ყავისფერი, მდელოს-რუხი-ყავისფერი.

ცხრ. 4. ნიადაგის ტემპერატურა 0,2 მ სიღრმეზე და ჰაერის მიწისზედა შრეში სხვადასხვა ბიოკლიმატურ სარტყელში

სარტყელი	ყველაზე თბილი თვის ტემპერა., °C		ყველაზე ცივი თვის ტემპერატურა, °C		წლიური ამპლიტუდა, °C		საშუალო წლიური ტემპერა., °C		აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი $\sum$ °C		ნიადაგის გათბობის მაჩვენებელი
	ნიადაგი	ჰაერი	ნიადაგი	ჰაერი	ნიადაგი	ჰაერი	ნიადაგი	ჰაერი	ნიადაგი	ჰაერი	ჰაერის $\sum$ °C
სუბტროპიკული	25,9	22,7	5,8	4,9	20,1	17,8	15,5	13,5	4850	4070	1,19
სუბბორეალური	21,5	20,0	-0,5	-4,0	21,0	24,0	11,3	8,8	3530	3120	1,13
ბორეალური	16,8	16,8	-3,4	-15,0	20,2	31,8	4,5	0,6	1570	1550	1,01
პოლიარული	6,0	7,0	-11,0	-24,2	17,0	31,3	-5,5	-9,4	130	170	0,76

ნიადაგის ფორმირებაში დიდ როლს თამაშობს ნალექის განაწილება წლის სეზონების მიხედვით, ნალექის მოსვლის ინტენსივობა, ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა და ჰაერის მოძრაობის სისწრაფე. ყველა ეს მოვლენა გავლენას ახდენს ბიოლოგიური და ნიადაგური პროცესის თავისებურებაზე და განსაზღვრავს ნიადაგის წყლისმიერი და ქარისმიერი ეროზიის განვითარებას.

ნიადაგწარმოქმნაზე კლიმატი ახდენს პირდაპირ და ირიბ გავლენას. პირდაპირ გავლენას წარმოადგენს ნიადაგის დატენიანება, გათბობა, გაცივება, ხოლო ირიბს – მცენარეული და ცხოველთა სამყარო.

ადგილის კლიმატს უწოდებენ ამინდის მრავალწლიან რეჟიმს, რომელიც განპირობებულია მზის რადიაციის მოქმედების ზედაპირული საფრის ხასიათით და ატმოსფეროს ცირკულაციით. კლიმატის დახასიათებისათვის გამოიყენება საშუალო მრავალწლიანი მონაცემები, განმეორება გრადაციების მიხედვით, მათი ალბათობა ან უზრუნველყოფა ზედა და ქვედა განსაზღვრულ ზღვრებთან შედარებით და სხვა მაჩვენებლით. ყველა ეს მონაცემი ქვეყნდება კლიმატურ და აგროკლიმატურ ცნობარში. მათზე დაყრდნობით გამოიცემა კლიმატური და აგროკლიმატური ატლასი.

2.5. ნიადაგწარმოქმნის ბიოლოგიური ფაქტორი

ბიოლოგიური ფაქტორი ნიადაგწარმოქმნაში წარმოადგენს ნიადაგის ფორმირების პროცესის განუყოფელ ნაწილს. ნიადაგს არ შეუძლია არსებობა ბიოლოგიური ზემოქმედების გარეშე. მრავალი ცოცხალი ორგანიზმი და მათი ფუნქციონირების პროდუქტები უშუალოდ შედიან ნიადაგის შემადგენლობაში. ცოცხალი ორგანიზმების ერთობლიობა, ე.წ. „ცოცხალი ნივთიერება", მიუხედავად მცირე რაოდენობისა მთელი პლანეტის მასასთან შედარებით (მხოლოდ $n \cdot 10^{-1} - n \cdot 10^{-2}$), ასრულებს უზარმაზარ როლს, წარმართავს გეოქიმიური პროცესის მიმდინარეობას და წარმოადგენს დედამიწის ლანდშაფტების იერის განმსაზღვრელ უმთავრეს ფაქტორს.

ნიადაგის, როგორც ბუნების დამოუკიდებელი სხეულის, წარმოქმნა არსებითად გახდა შესაძლებელი მხოლოდ ქანებზე ბიოლოგიური ფაქტორის ზეგავლენით. მცენარეული თანასაზოგადოებების გეოგრაფიამ მნიშვნელოვნად განაპირობა ნიადაგების გეოგრაფია. სწორედ ცოცხალი ორგანიზმები ახდენენ შესაძლებელს ნიადაგწარმოქმნის პროცესში მზის რადიაციული ენერგიის ჩართვას, გარდაქმნიან მას პოტენციალურში, ხოლო შემდეგ გეოქიმიური პროცესების კინეტიკურ ენერგიაში. სწორედ ამიტომ ნიადაგწარმოქმნის ბიოლოგიურ ფაქტორს ხშირად განმარტავენ როგორც „წამყვანს".

ცოცხალი ორგანიზმების როლი ნიადაგის ფორმირებაში მეტად მრავალფეროვანია. ისინი ასინთეზირებენ ნიადაგურ ორგანულ ნივთიერებას, გავლენას ახდენენ ნიადაგის ქიმიურ და მინერალოგიურ შედგენილობაზე, მათ ფიზიკურ თვისებებზე და აგრეთვე სითბურ და წყლოვან რეჟიმზე.

ნიადაგწარმოქმნაში მონაწილეობს ორგანიზმების სამი ჯგუფი – მწვანე მცენარეები, მიკროორგანიზმები და ცხოველები, რომლებიც წარმოქმნიან ხმელეთის რთულ თანასაზოგადოებას. ორგანიზმების ცხოველმოქმედების პროცესში მათი ერთობლივი ზემოქმედებით ხორციელდება ნიადაგწარმოქმნის უმნიშვნელოვანესი ჯაჭვი – ორგანული ნივთიერების სინთეზი და დაშლა, ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი ელემენტის ამორჩევითი კონცენტრაცია, მინერალების დაშლა და ახალწარმოქმნა, ნივთიერების მიგრაცია და აკუმულაცია და მოვლენა, რომელიც წარმოადგენს ნიადაგწარმოქმნის პროცესის არსს და განსაზღვრავს ნიადაგის უმთავრესი თვისების – ნაყოფიერების ფორმირებას.

ამავდროულად, ყოველი ამ ჯგუფის, როგორც ნიადაგწარმომქმნელის, ფუნქცია განსხვავებულია.

მწვანე მცენარეებს მიეკუთვნება:

- მერქნიანი ფორმაციები: სხვადასხვა სარტყლის ტყე, მათ შორის, ტროპიკული, სუბტროპიკული, ფართოფოთლოვანი, ტაიგის და სხვ.;
- გარდამავალი მერქნიან-ბალახოვანი ფორმაციები: ქსეროფიტული ტყე (მათ შორის ბუჩქოვანი ცენოზები – ძეძვიანები და სხვ.), სავანები;
- ბალახოვანი ფორმაციები: მდელოები, სტეპები;

ამის გარდა, გამოყოფენ უდაბნოს ფორმაციებს (სუბბორეალურს ვეგეტაციის ზაფხულის ციკლით, სუბტროპიკულს – ვეგეტაციის ზამთრის ციკლით და ტროპიკულს) დალიქენიან-ხავსიანს (ნივალური სარტყელი, მაღლივი ჭაობები).

სახნავ სავარგულებზე ფორმირდება აგროცენოზი, რომლის ხასიათი და ბიოლოგიური პროდუქტიულობა განისაზღვრება სასოფლო-სამეურნეო კულტურის სახეობით და აგროტექნიკური და აგრომელიორაციული ღონისძიებით (მორწყვა, დაშრობა, სასუქების შეტანა, ნიადაგის დამუშავება, მოკირიანება და ა.შ.). აგროცენოზი განსხვავდება ბუნებრივი ეკოსისტემისგან ბიოლოგიური წრებრუნვის ინტენსივობით და გავლენით ნიადაგწარმოქმნის პროცესზე. აგროცენოზებში ნიადაგწარმოქმნის ბუნებრივი ხასიათი იცვლება კულტურული ნიადაგით. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მრავალწლიანი ბალახები, რომლებიც აქტიურად მონაწილეობენ სახნავი ნიადაგის აგებულებაში, საკვებ და ჰაერ-წყლოვან რეჟიმში.

მწვანე მცენარე არის ნიადაგში ორგანული ნივთიერების ძირითადი პროდუცენტი და მიმწოდებელი. მცენარეული მასა ფოტოსინთეზის პროცესში წარმოიქმნება დედამიწის ზედაპირთან და კვდომის შემდეგ მიწისზედა და მიწისქვეშა ნარჩენის სახით ხვდება ნიადაგურ სისქეში, სადაც განიცდის დაშლას სხვადასხვა აგენტის (ძირითადში მიკროორგანიზმების) ზემოქმედებით. მცენარეული ჩამონაცვენის ნაწილი გარდაიქმნება მარტივ ნაერთში – ნახშირმჟავაში, წყალში, აზოტის ოქსიდებში და/ან გამოიტანება ნიადაგიდან, ან ჩაერთვება ბიოტის ცხოველქმედების ახალ ციკლში. დაშლის პროცესში თავისუფლდებიან აგრეთვე მცენარეების მინერალური კვების ელემენტები (ნაცროვანი ელემენტები). ორგანული ნარჩენების სხვა ნაწილი გარდაიქმნება სპეციფიკური ბუნების ნაერთში – ჰუმუსოვან ნივთიერებაში, რომელიც გროვდება ნიადაგში და იძენს გარკვეულ ქიმიურ და ფიზიკურ თვისებას.

ნიადაგურ ჰუმუსში აკუმულირდება ენერგია, რომელიც ასიმილირდება მცენარეში ფოტოსინთეზის დროს. ნიადაგის პირველად და მეორად მინერალებზე ზემოქმედების შედეგად ხდება მათი დაშლა და ორგანულ-მინერალური ნივთიერების წარმოქმნა. ჰუმუსოვანი ნაერთის წყალობით ხდება ნიადაგის ცალკეული ნაწილაკის შეწებება სტრუქტურულ აგრეგატებში.

დედამინის ცოცხალი ნივთიერება უპირატესად (თითქმის 99%) შედგება მცენარეული ორგანიზმების ორგანული მასისგან, ამიტომ ბიოლოგიური წრებრუნვის ხასიათი პირველ რიგში განისაზღვრება მწვანე მცენარეების ცხოველმოქმედებით.

ნივთიერებების ბიოლოგიური წრებრუნვის ტიპის და რაოდენობრივი მახასიათებლის დასადგენად საჭიროა ვიცოდეთ ძირითადი მაჩვენებლები: ბიომასა (ფიტომასა), მკვდარი ორგანული ნივთიერება, წლიური შემატება, ჩამონაცვენი, ორგანული ნივთიერების გახრწნის ინტენსივობა, ნაცრიანობა.

ბიომასა (ფიტომასა) – მცენარეულ თანასაზოგადოებებში მიწისზედა და მიწისქვედა ნაწილში ცოცხალი ორგანული ნივთიერების საერთო რაოდენობა.

მკვდარი ორგანული ნივთიერება – ორგანული ნივთიერების რაოდენობა, რომელიც მოქცეულია მკვდარ საფარში, ველის ქეჩში და სხვ.

წლიური შემატება – ორგანული ნივთიერების რაოდენობა, რომელიც მატულობს თანასაზოგადოების მიწისქვეშა და მიწისზედა სფეროებში ერთი წლის განმავლობაში.

ჩამონაცვენი – ფართობის ერთეულზე ყოველწლიურად დაგროვილი ორგანული ნივთიერების რაოდენობა.

ორგანული ნივთიერების გახრწნის ინტენსივობა – მკვდარი საფრის შეფარდება ჩამონაცვენთან.

ნაცროვნება – ნაცროვანი ელემენტის შემცველობა მცენარესა და მის ნაწილში (%-ში).

მცენარეულობის ძირითადი ტიპების ბიოლოგიური პროდუქტიულობის სხვადასხვა მახასიათებელი მოტანილია ცხრ.5.

ყველაზე დიდი ბიომასა დამახასიათებელია ტყის მცენარეულობისთვის (4000-5000 ც/ჰა). სავანებში, სტეპებში და ბუჩქოვან ტუნდრებში ეს სიდიდე 250-650 ც/ჰა ფარგლებშია. მინიმალური საერთო ბიომასა აღინიშნება პოლარულ და ტროპიკულ უდაბნოებში – 50 ც/ჰა ნაკლები. მცენარეულობის სხვადასხვა ტიპს შორის საკმაოდ ნათლად მჟღავნდება სხვაობა ბიოლოგიური პროდუქტიულობის სტრუქტურას

შორის. ასე, მაგალითად, ტყის ზონაში დიდია მინისზედა ბიომასის წილი, მცენარეული ნარჩენების მნიშვნელოვანი ნაწილი გროვდება მკვდარ საფარში ნიადაგის ზედაპირზე. სტეპის, ტუნდრის, უდაბნოს ფიტოცენოზებში, პირიქით, ბიომასის ძირითადი რაოდენობა მოდის ფესვთა სისტემებზე, მათი კვდომის დროს ორგანული ნივთიერება უშუალოდ აღწევს ნიადაგის სისქეში.

ცხრ. 5. მცენარეულობის ძირითადი ტიპების ბიოლოგიური პროდუქტიულობა

მცენარეულობის ტიპი	ბიომასა, ც/ჰა				წლიური ნამატი, ც/ჰა	მკვდარი საფარი ან სტეპის ქერი, ც/ჰა
	საერთო	მწვანე ნაწილი	მრავალწლიური	ფესვები		
არქტიკული ტუნდრა	60	15	10	35	10	35
ბუჩქნარი ტუნდრა	280	32	17	231	25	835
ჩრდილოეთ ტუნდრის ფიჭვნარები	807	67	567	178	33	462
სამხრეთ ტაიგის ფიჭვნარები	2800	140	2024	635	61	448
ჩრდილოეთ ტაიგის ნაძვნარები	1000	80	700	220	45	300
სამხრეთ ტაიგის ნაძვნარები	3300	165	2400	735	85	350
მუხნარები	4000	40	3000	960	90	150
მდელოს სტეპები	250	80	0	205	137	120
ზომიერად გვალვიანი სტეპები	250	45	0	205	112	62
მშრალი სტეპები	100	15	0	85	42	15
ნახევრად ბუჩქიანი უდაბნოები	43	1	4	38	12,2	–
ეფემერ-ნახევრად ბუჩქიანი უდაბნოები	125	18	3	104	95	–
სუბტროპიკული ფოთლოვანი ტყეები	4100	120	3160	820	245	100
მშრალი სავანები	268	29	126	113	73	13
სავანები	666	83	544	39	120	0,2
ტენიანი ტროპიკული ტყეები	5000	400	3700	900	325	0,1

უმაღლესი მწვანე მცენარეები ზემოქმედებას ახდენენ ნიადაგზე არა მარტო მომაკვდავი ორგანული ნარჩენების მეშვეობით, არამედ ჯერ კიდევ სიცოცხლის

დროს მათგან ნიადაგში ხვდება სხვადასხვა ორგანული და მინერალური კომპონენტი. მცენარის ფესვთა სისტემები გამოყოფენ გარემოში ორგანულ მჟავებს, OH^-, H^+, HCO_3^-, ნახშირმჟავა აირს. ქიმიური ელემენტის შესამჩნევი რაოდენობა გამოირეცხება ატმოსფერული ნალექით მცენარეების ცოცხალი მიწისზედა ნაწილებისგან (წიწვები, ფოთლები). ძირითადში ეს არის კალციუმის, მაგნიუმის და კალიუმის კატიონები. ზოგიერთი მონაცემით, ყოველწლიურად ხეების ვარჯიდან შეიძლება გამოირეცხოს 10 კგ/ჰა და მეტი კალციუმი.

მცენარეებიდან ნიადაგში გამოყოფილ ნივთიერებებს აქვთ გაცვლითი ბუნება. ამდიდრებენ რა ნიადაგებს ამა თუ იმ ნაერთებით, მცენარეები უნერილესი ფესვების ბეწვებით შთანთქავენ ნიადაგური ხსნარიდან მინერალური კვების ელემენტების (Ca, Mg, K, P, S და სხვ.) ეკვივალენტურ რაოდენობას. ფესვებმა შეიძლება მიიღონ აუცილებელი კომპონენტები ნიადაგების მყარი ფაზიდანაც, პირველადი და მეორადი მინერალების კრისტალური მესრის დაშლით. შთანთქმული ქიმიური ელემენტები ხვდებიან ცოცხალ მცენარეულ ქსოვილში და მონაწილეობას იღებენ ფიზიოლოგიურ პროცესში. იმის შემდეგ, რაც მცენარე მთლიანად ან მისი ნაწილები კვდება, ქიმიური ელემენტები კვლავ ბრუნდებიან ნიადაგურ სისქეში.

ამგვარად, სისტემაში მცენარე-ნიადაგი მუდმივად ხორციელდება ნივთიერების ბიოლოგიური წრებრუნვა, რომელშიც მცენარეები გამოდიან ინიციატორებად და აქტიურ მონაწილედ. ბიოლოგიური წრებრუნვის ტევადობა, ე.ი. მასში ჩართული ნივთიერების რაოდენობა, ძლიერ მერყეობს სხვადასხვა ლანდშაფტში. ასე, მაგალითად, ბორეალური სარტყლის წიწვიანი ტყის ფიტოცენოზები ყოველწლიურად რთავენ ბრუნვაში და უბრუნებენ ნიადაგს მინერალურ კომპონენტს 100 კგ/ჰა-მდე. მდელოების და პრერიების ლანდშაფტებში ეს სიდიდე შეიძლება აღწევდეს 1000 კგ/ჰა და მეტს. ტენიან ტროპიკულ ტყეში მცენარე უბრუნებს ნიადაგს ნელინადში 5000 კგ/ჰა და მეტ მინერალურ ნივთიერებებს.

უმაღლესი მცენარე გავლენას ახდენს ნიადაგში ტენის გადაადგილებაზე. მცენარის ზედა ნაწილის, უმთავრესად ფოთლების, დათბობისას, მათი ზედაპირიდან ორთქლდება ტენი (ტრანსპირაციის პროცესი). მცენარის შიგნით იქმნება შეწოვითი წნევა, რის შედეგად ფესვები შთანთქავენ ტენს ნიადაგის ზედა ნაწილიდან. ეს იწვევს იმას, რომ ნიადაგში შემწოვი ძალის გრადიენტის გაჩენით იქმნება ტენის აღმავალი დენი – ქვედა, უფრო ტენიანი შრეებიდან, ზედა, უფრო მშრალისკენ.

მცენარე ნიადაგზე ახდენს სხვა ზემოქმედებასაც. ჩრდილავს მის ზედაპირს, მონაწილეობს მიკროკლიმატის ფორმირებაში. უშუალოდ მინასთან ანელებს ქარის ძალას, ასუსტებს ეროზიას და დეფლაციას. მცენარეულობა არა მარტო დიდ ბიოქიმიურ და გეოქიმიურ როლს თამაშობს, არამედ გავლენას ახდენს ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებზე (სტრუქტურა, წყალგამტარობა, აგებულების სიმკვრივე და ა.შ.), სითბურ და წყლოვან რეჟიმზე.

მინერალების მნიშვნელოვანი ნაწილი წარმოიქმნება უშუალოდ მცენარეების ქსოვილებში (მინერალები-ფიტოლითები) და მათი კვდომის შემდეგ ხვდება ნიადაგში. მათ შორის მკვეთრად ჭარბობს და უკეთ შესწავლილია ამორფული კაჟმინის გამონაყოფი და კალციუმის ოქსალატი. არსებობს მნიშვნელოვანი კაეშირი ფიტოლითების ფორმების ნაკრებსა და ნიადაგების ტიპებს შორის, რაც ნიადაგწარმოქმნის პალეოგეოგრაფიული რეკონსტრუქციისთვის ბიოლითური ანალიზის გამოყენების საშუალებას იძლევა.

ბიოგენურ მინერალწარმოქმნაში მონაწილეობას იღებენ როგორც უმაღლესი მცენარეები, ისე მიკროორგანიზმები (ორტშტეინების წარმოქმნა) და ცხოველები (ღრუბლის სპიკულები, მოლუსკების ნიჟარები, კალციუმი ჭიაყელები ნაწლავებში და ა.შ.).

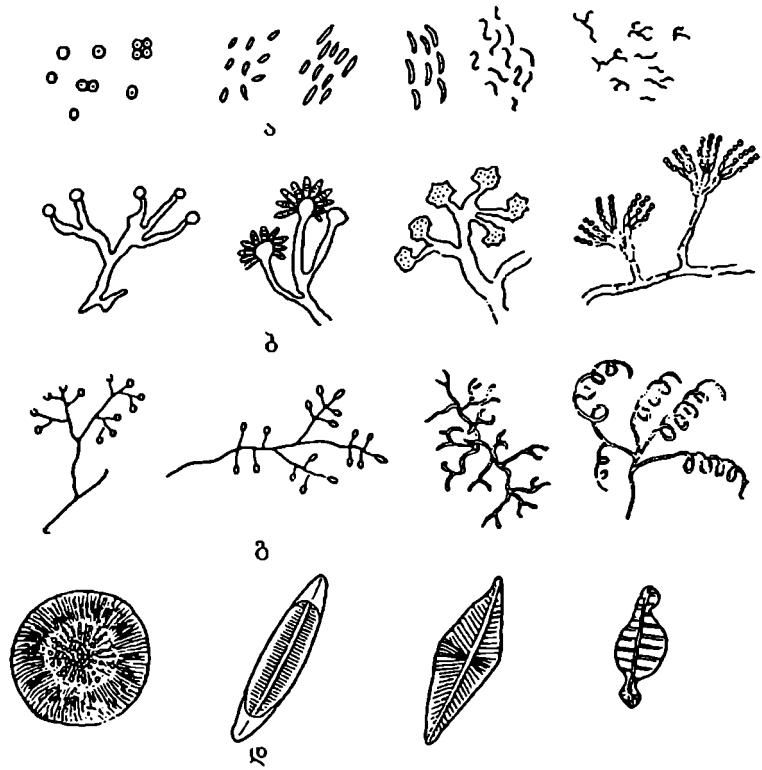
ცნობილია აგრეთვე მცენარეულობის დაჯგუფებების კავშირი ნიადაგის ინტროზონალურ ტიპებთან ან ნიადაგის განსაკუთრებულ გვარებთან, რომელთა ფორმირება განპირობებულია ადგილობრივი ლითოლოგიურ-გეომორფოლოგიური პირობების სპეციფიკით (ცარცის ფლორა, ქვიშების ფლორა, ჭაობიანი ნიადაგის ფლორა). არა მარტო მცენარეული თანასაზოგადოება, არამედ მცენარის ცალკეული სახეობა შეიძლება იყოს ნიადაგის თვისების საიმედო ინდიკატორი, მათში მარილების შემცველობის, გრუნტის წყლის დონის. ასე, მაგალითად, *Salsola kali* ველის ზონაში არის დამლაშებული ნიადაგის მაჩვენებელი, *Halocheinum strobilaceum* – ქლორიდულ-სულფატური მლაშობების, *Equisetum arvense* – ნიადაგის მაღალი მჟავიანობის მაჩვენებელი და ა.შ.

ნიადაგის და მცენარეულობის მჭიდრო კორელაციას ეყრდნობა ნიადაგის კარტირება აეროფოტოსურათებით, რომლებიც დიაგნოსტირდება მცენარეულობის ხასიათით, ე.ი. ინდიკაციური გეობოტანიკის მეთოდით. ნიადაგის დიაგნოსტიკა მცენარეებით – ინდიკატორებით ან მცენარეული თანასაზოგადოებით განსაკუთრებით წარმატებით გამოიყენება ნახევრად უდაბნოსა და უდაბნოში.

მიკროორგანიზმების ნიადაგწარმომქმნელი ფუნქციები საკმაოდ მრავალფეროვანია. მათ რიცხვს მიეკუთვნება ბაქტერიები, სოკოები, აქტინომიცეტები და წყალმცენარეები. 1 გრ ნიადაგში მიკროორგანიზმების საერთო რაოდენობა აღწევს მილიონებსა და მილიარდებს. მიკროორგანიზმების ყველაზე დიდი შემცველობა უკავშირდება ნიადაგის ზედა ჰორიზონტს, სიღრმეში მათი რაოდენობა მცირდება. დამახასიათებელია მიკროორგანიზმების არათანაბარი განაწილება ნიადაგის მასაში: მათი მაქსიმალური რაოდენობა თავმოყრილია ცოცხალი ფესვურების ირგვლივ და მკვდარი მცენარეული ნარჩენების ზედაპირზე. ეს მიკროორგანიზმებით გამდიდრებული აპკი ცნობილია რიზოსფეროს სახელწოდებით.

მიკროორგანიზმების რიცხოვნობა წლის განმავლობაში საკმაოდ ცვალებადია გენერაციის მრავალჯერადი გამეორების შედეგად. მათი, როგორც ნიადაგწარმომქმნელების, ძირითადი ფუნქციაა, მცენარეული ნარჩენების და ნიადაგური ჰუმუსის დაშლა მარტივ მარილებამდე, რომლებსაც მცენარე იყენებს, მონაწილეობა ჰუმუსოვანი ნივთიერების წარმოქმნაში, ნიადაგური მინერალის დაშლაში და ახალქმნილებაში. დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე მიკროორგანიზმების ზოგიერთი ჯგუფის მიერ ატმოსფერული აზოტის ფიქსაციის უნარს.

პროცესი ხორციელდება ფერმენტების მონაწილეობით, რომელთა ნაწილი გამოიყოფა მიკროორგანიზმის უჯრედის გარე გარემოში (ეკზოფერმენტები), ხოლო მეორე ნაწილი მუშაობს ცოცხალი უჯრედის შიგნით და ახორციელებს მიკრობული პლაზმის სინთეზის სხვადასხვა რეაქციას. მიკროორგანიზმების ცხოველმოქმედების ინტენსივობა რეგულირდება ჰიდროთერმული პირობებით, არეს რეაქციით, საკვები ნივთიერების რაოდენობით და შემადგენლობით. უმრავლესი მიკროორგანიზმებისთვის ოპტიმალური ტემპერატურაა 25-35 °C, ტენიანობა კი შეადგენს ნიადაგის სრული ტენტევადობის დაახლოებით 60%.



ნახ. 9. მიკროორგანიზმები ნიადაგში:
ა – ბაქტერიები; ბ – უმდაბლესი ნიადაგური სოკოები;
გ – აქტინომიცეტები; დ – დიატომური წყალმცენარეები.

ბაქტერიები ნიადაგში მიკროორგანიზმების ყველაზე გავრცელებული ჯგუფია. მათი რაოდენობა სხვადასხვა ნიადაგში მერყეობს 300-დან 3000 მლნ-მდე 1 გრამში. კვების ხერხის მიხედვით ისინი იყოფა ჰეტეროტროფულ და ავტოტროფულებად. ჰეტეროტროფული ბაქტერიები შლიან ორგანულ ნარჩენებს მარტივ მინერალურ ნაერთებამდე, რაც ჰაეროვანი რეჟიმის ხასიათის მიხედვით ვითარდება აერობულ და ანაერობულ პირობებში. აერობული ბაქტერიები ახორციელებენ ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლების და სხვა რთული ორგანული ნაერთების (რომლებიც არიან მცენარეული და მიკრობული ნარჩენების კომპონენტები) დაჟანგვას ამიაკამდე, წყლამდე და ნახშირმჟავა აირამდე. ანაერობული ბაქტერიები ინვევენ მცენარეული და მიკრობული უჯრედების კომპონენტების ლპობის პროცესებს მარტივ, მაგრამ დაუჟანგავ, ორგანულ და, შემდეგ, მინერალურ ნაერთებამდე. მწვანე მცენარეებისთვის კვების ხელსაყრელი პირობების შესაქმნელად არსებითია ამო-

ნიფიკაციის – ამიაკამდე ცილოვანი ნაერთების დაშლის პროცესი. ნიადაგში ავტოტროფული ბაქტერიები ახორციელებენ ჰეტეროტროფების ცხოველმოქმედების პროცესში წარმოქმნილი დაუჟანგავი ნაერთების ჟანგვას.

პროცესის ძირითადი ტიპია ნიტრიფიკაცია, სულფოფიკაცია, რკინის ქვეჟანგის და წყალბადის დაჟანგვა. ამონიფიკაციის პროცესში წარმოქმნილი ამიაკი განიცდის ნიადაგში შემდგომ დაჟანგვას და გადადის ჯერ აზოტოვანმჟავაში, ხოლო შემდეგ აზოტმჟავაში. ამიაკური მარილების დაჟანგვა ნიტრატებამდე არის ნიტრიფიკაცია. სულფოფიკაცია წარმოადგენს გოგირდწყალბადის, ელემენტარული გოგირდის და იონნაერთების დაჟანგვას გოგირდმჟავამდე. რკინის ქვეჟანგის მარილების გარდაქმნა ჟანგის მარილებად ხდება რკინის ბაქტერიების მონაწილეობით, რომლებიც ფართოდ არიან წყალსატევებში და დაჭაობებულ ნიადაგში.

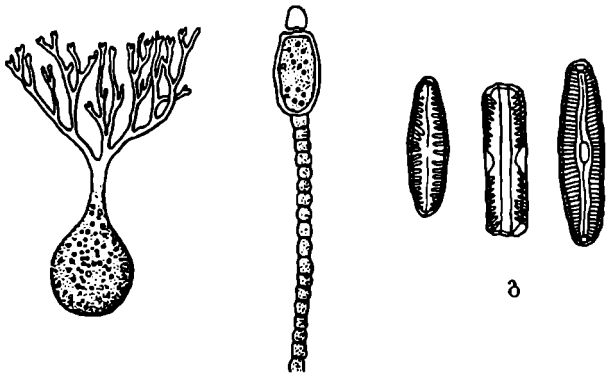
ნიადაგური ბაქტერიების მცირე ჯგუფს გააჩნია ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაციის უნარი. ისინი იყოფა ორ ჯგუფად: 1) ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები აერობული და ანაერობული ბაქტერიები და 2) კოჟრების ბაქტერიები, რომლებიც სიმბიოზში ცხოვრობენ პარკოსან მცენარეებთან. უმნიშვნელოვანესი აერობული ნიადაგური ორგანიზმი, რომელიც ახდენს ატმოსფეროს აზოტის ასიმილირებას, არის *Azotobacter*, რომელიც იყო აღმოჩენილი ჯერ კიდევ 1901 წელს. ცნობილია აზოტობაქტერიის რამდენიმე სახეობა, რომელთაგან ყველაზე გავრცელებულია *Azotobacter chroococcum*.

სოკოები წარმოადგენენ ჰეტეროტროფულ ორგანიზმებს. ისინი გვხვდება ყველა ნიადაგში. სოკოები მონაწილეობენ ნიადაგის ჰუმუსის მინერალიზაციაში. ზოგი ნიადაგური სოკო მცენარის ფესვის ზედაპირზე წარმოქმნის მიკორიზას. ზოგიერთი მწვანე მცენარე, განსაკუთრებით მერქნიანი, რომელიც მოკლებულია მიკორიზას, ვითარდება სუსტად ან სრულებით არ იზრდება.

აქტინომიცეტებს ზოგჯერ განსაზღვრავენ, როგორც სხივურ სოკოებს; წყალბადის წყაროდ ისინი იყენებენ სხვადასხვა ორგანულ ნაერთებს. მათ შეუძლიათ დაშალონ უჯრედანა, ლიგნინი, ნიადაგის ნეშომპალა ნივთიერება. მონაწილეობენ ჰუმუსის წარმოქმნაში. აქტინომიცეტები უკეთესად ვითარდებიან ორგანული ნივთიერებით მდიდარ, ნეიტრალური და სუსტად ტუტე რეაქციის ნიადაგებში.

წყალმცენარეები გავრცელებულია ყველა ნიადაგში, განსაკუთრებით ზედაპირულ შრეში. თავის უჯრედებში შეიცავენ ქლოროფილს. ჭაობიან ნიადაგში წყალმცენარე აუმჯობესებს აერაციას ხსნადი CO_2 შეთვისებით. წყალმცენარე აქტიურად მონაწილეობს ქანების გამოფიტვაში და ნიადაგწარმოქმნის საწყის პროცესში.

ლიქენები შედგებიან სოკოსა და წყალმცენარისგან. სოკო უზრუნველყოფს წყალმცენარეს წყლით და მასში გახსნილი მინერალური ნივთიერებით, ხოლო წყალმცენარე კი გამოიმუშავებს ნახშირწყლებს, რომლებსაც იყენებს სოკო. ლიქენები სოკოს ჰიფებით ინერგებიან ქანის სისქეში და ამიტომ ეკოლოგიურად მათ მიაკუთვნებენ ლითოფიტებს. არჩევენ ლიქენების ორ ძირითად ტიპს: *ეპილიტურს* და *ენდოლითურს*. *ეპილიტური* ლიქენების ჰიფები აღწევენ ქანის შიგნით, ხოლო სხეული ვითარდება ზედაპირზე (ქერქოვანი და ქაფის ფორმები). *ენდოლითური* ლიქენები ჰიფებსაც და სხეულსაც ავითარებენ ქანის სისქეში.



ნახ. 10. ნიადაგური წყალმცენარეები:
1 – მწვანე; 2 – ლურჯ-მწვანე ძაფისებრი;
3 – დიატომური (გადიდება დაახლოებით 1000)

ქანზე ლიქენების დასახლების შემდეგ იწყება უფრო ინტენსიური ბიოლოგიური გამოფიტვა და პირველადი ნიადაგწარმოქმნა.

მიკროორგანიზმები აქტიურად ზემოქმედებენ ნიადაგის მინერალებზე, შლიან მათ ან მონაწილეობენ მათ წარმოქმნაში. ამ პროცესში მონაწილეობს სხვადასხვა მიკროფლორა – ბაქტერიები, სოკოები, წყალმცენარეები, ლიქენები. მიკროორგანიზმები ახდენენ მინერალების შედგენილობაში შემავალი ელემენტების მობილიზაციას, რის გამოც მინერალები თანდათან იშლება და წარმოიქმნება ახალი მინერალები. ცნობილია რკინის, მანგანუმის, გოგირდის, კალციუმის, ფოსფორის, ალუმინის და მრავალი სხვა ელემენტის მობილიზაციის პროცესი ოქსიდების, სულფიდების, სილიკატების კლასის მინერალებიდან, ჟანგბადოვანი მჟავების მარილებიდან. მინერალებზე მიკროორგანიზმების ზემოქმედების მექანიზმი რთული და არაერთგვაროვანია.

მიკროორგანიზმებსა და მცენარეს შორის გამოიყოფა ურთიერთმოქმედების შემდეგი ძირითადი ტიპი: სიმბიოზი, მეტაბიოზი, ანტაგონიზმი, პარაზიტიზმი.

სიმბიოზის ტიპური მაგალითია მჭიდრო თანაცხოვრება სოკოებსა და წყალმცენარეებს შორის, რაც იწვევს უფრო რთული და გარემოს პირობებისადმი მისადაგებული მცენარეული ორგანიზმის – ლიქენების წარმოქმნას. ნიადაგში სიმბიოზური თანაცხოვრების სხვა ნათელი მაგალითია სოკოების ურთიერთობა უმაღლეს მცენარესთან, როდესაც სოკოები მცენარეების ფესვებზე წარმოქმნიან მიკორიზას. სიმბიოზი აგრეთვე აღინიშნება კოჟრის ბაქტერიებსა და პარკოსან მცენარეს შორის.

ნიადაგში მიკროორგანიზმებს შორის ურთიერთობის უფრო გავრცელებული ტიპია *მეტაბიოზი.* მისი ერთ-ერთი ტიპური მაგალითია ურთიერთობები აზოტობაქტერიას და ცელულოზადამშლელ ბაქტერიას შორის. ორგანიზმები თავისი ცხოველმოქმედების შედეგად ურთიერთგანვითარებისთვის ქმნიან ხელსაყრელ პირობებს.

ნიადაგში ორგანული ნივთიერების სწრაფი მინერალიზაცია მიმდინარეობს მხოლოდ მიკროორგანიზმების სხვადასხვა ჯგუფის ერთობლივი ცხოველმოქმედების შედეგად. ნიადაგში ობლიგატური ანაერობული ბაქტერიების განვითარება იქნებოდა შეუძლებელი, თუ მათთან ერთად არ განვითარდებოდა მოლეკულური ჟანგბადის შთამნთქმელი აერობული ბაქტერიები.

ნიადაგში ნიტრიფიცირებული ბაქტერიების მეორე ფაზის პროცესის განვითარება შეუძლებელია ამიაკის აზოტოვან მჟავაში დამჟანგველი ნიტრიფიცირებული ბაქტერიების პირველი ფაზის ცხოველმოქმედების გარეშე.

მიკროორგანიზმებს შორის *ანტაგონისტური* ურთიერთობები ხასიათდება იმით, რომ მიკროორგანიზმების ერთი ჯგუფი გამოყოფს გარემოში ნივთიერებას, რომელიც ამუხრუჭებს მიკრობების სხვა ჯგუფების განვითარებას. ასე, მაგალითად, აქტინომიცეტების ცალკეული სახეობები გამოყოფენ ნიადაგში ნივთიერებებს (ანტიბიოტიკები, ტოქსინები), რომლებიც ამუხრუჭებენ ზოგიერთი ბაქტერიის განვითარებას. მიკროორგანიზმების სამყაროში ფართოდ არის გავრცელებული *პარაზიტიზმის* მოვლენა. ასე, მაგალითად, ბაქტერია-პარაზიტი *Bdellovibrio* ბაქტერიული უჯრედის შეღწევის შემდეგ ანადგურებს მის შემცველობას.

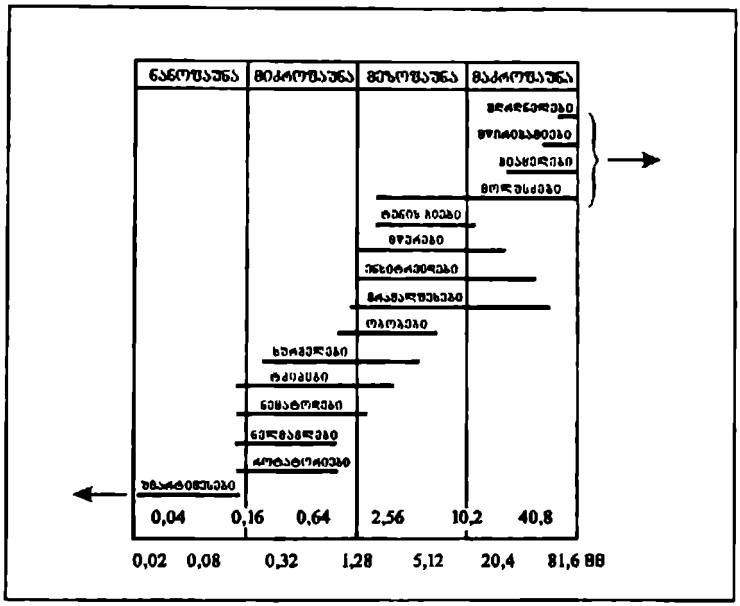
ნიადაგის მიკროფაუნის შემადგენლობის, რაოდენობრიობის და მიკრობიოლოგიური პროცესების ხასიათის განმსაზღვრელი მნიშვნელოვანი ფაქტორია ნიადაგის არეს რეაქცია. როგორც მჟავე, ისე ძლიერ ტუტე ნიადაგი არ არის ხელსაყრელი როგორც მიკროფლორისთვის, ისე უმაღლესი მწვანე მცენარისთვის.

ცხოველები, რომლებიც ბინადრობენ ნიადაგში, მრავალმხრივ მოქმედებენ მასზე: აჩქარებენ ორგანული ნარჩენების დაშლას და აფხვიერებენ ნიადაგს, ხელს უწყობენ ზოოგენური სტრუქტურის წარმოქმნას.

ნიადაგში ბინადრობს ცხოველის მრავალი ათასი სახეობა, რომლებიც მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ზომებით, ცხოველმოქმედებით და ნიადაგზე ზემოქმედების ფორმებით; წარმოდგენილია ტენიან გარემოში მცხოვრები ნანოფაუნით – უმარტივესი ორგანიზმით, მიკროფაუნით – უწვრილესი მწერებით (ხურველები, ტკიპები, როტატორიები), მეზოფაუნით (ტენის ჭიები, ობობები, მრავალფეხები, წერილი მოლუსკები) და მაკროფაუნით, რომელიც შეიცავს ჭიაყელებს, კიბორჩხალებს, გველებს, მღრღნელებს.

ნიადაგის ყოველ კვადრატულ მეტრზე ბინადრობს ათეული და ასეული ჭიაყელა, ათასი და მილიონი მიკროსკოპული უხერხემლოები. მღრღნელების სოროების რიცხვი აღწევს 3-4 ათასს 1 ჰექტარზე.

ორგანული ნარჩენის შიდანიადაგური გარდაქმნების ჯაჭვში ფაუნა ასრულებს მცენარეული მასის და ცხოველთა ნივთიერების დაშლის და დაქუცმაცების მნიშვნელოვან ფუნქციას. ცხოველების კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის გავლისას ნიადაგური მასა განიცდის დამუშავებას ფერმენტებით, რაც აჩქარებს ჰიდროლიზს და დაჟანგვას, მასში ინტენსიფიცირდება ორგანულ-მინერალური ურთიერთქმედებები, მდიდრდებიან ცხოველური მეტაბოლიზმის პროდუქტით და იძენენ გასტრუქტურებას. ჯერ ხერხემლიანები, ხოლო შემდგომ უხერხემლოები ამზადებენ მასალას მიკროორგანიზმებით შემდგომი „დამუშავებისთვის". კვებითი მოხმარების ტიპის მიხედვით ნიადაგური ფაუნა იყოფა: ფიტოფაგებად, რომლებიც საკვებად იყენებენ ცოცხალი მცენარის ქსოვილს (ნემატოდები, მღრღნელები), საპროფაგები – იკვებებიან მკვდარი მცენარის ქსოვილით (ჭიაყელები, ჭიანჭველები, მრავალფეხიანები),



ნახ. 11. ნიადაგური ცხოველების განზომილებათა ჯგუფები

ნეკროფაგები – იკვებებიან ცხოველის ლეშით (ხოჭოები, ბუზების მატლები), მტაცებლები – იკვებებიან ცოცხალი არსებით (ტრიპები, მორიელები, უმარტივესები) და კოპროფაგები – სპეციალიზდებიან სხვა ცხოველის გამონაყრით (მიკროატროპოდები, ბუზები, ზოგიერთი ხოჭო).

ნიადაგური ცხოველების კომპლექსის შეცვლის ზოგად კანონზომიერებას წარმოადგენს საპროფაგების წილის შემცირება და ფიტოფაგების გადიდება პუმიდური რეგიონებიდან არიდულებისკენ.

მეტად მნიშვნელოვანია ნიადაგური ცხოველების მექანიკური სამუშაოების მასშტაბები. თერმული და დატენიანების პირობების შეცვლის შედეგად საკვების ძიებაში და სოროების მოსაწყობად ფაუნის მრავალრიცხოვანი წარმომადგენელი მიგრირებს ნიადაგში, ახდენს მისი მასის არევას, ქმნის სხვადასხვა ზომის სიცარიელეს, მონაწილეობს ორგანული და მინერალური მასალის აგრეგაციაში. ნიადაგური მასის მოცულობა, რომლის არევასაც ვერტიკალურად ახდენს მღრღნელი, წელიწადში აღწევს ასობით კუბურ მეტრს 1 ჰექტარზე. ზოგიერთ ნიადაგში ჭიაყელებს ყოველწლიურად ამოაქვთ ზედაპირზე კაპროგენური მასალის 100 ტ/ჰა. თერმიტები ქმნიან მიწისზედა ნაგებობებს რამდენიმე მეტრის სიმაღლით და სვლების მიწისქვეშა ბადეს რამდენიმე ათეული მეტრის სიღრმეზე.

ნიადაგის მრავალი თვისება, რომელიც ასხვავებს მას საწყისი ქანიდან, მნიშვნელოვან წილად იქმნება ნიადაგური ფაუნის თხრის შედეგად. ასე, მაგალითად, ნიადაგში მნიშვნელოვნად სუსტდება ლითოგენური (მაგალითად, ალუვიური) შრე-

ობრიობა, იცვლება ქვიანი კომპონენტის განაწილების ხასიათი, უმჯობესდება აერაცია და წყალგამტარობა.

ნიადაგის ცხოველთა სამყაროს მიეკუთვნება უმარტივესები, უხერხემლო და ხერხემლიანი ცხოველები.

უმარტივესები. ნიადაგში მიკროფლორასთან ერთად საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული უმარტივესი ცხოველთა ორგანიზმის სხვადასხვა წარმომადგენელი, რომელიც გაერთიანებულია საერთო ტერმინით *Protozoa.*

კვების ხერხის მიხედვით უმარტივესები მეტწილად არიან ჰეტეროტროფები. ძირითადში იკვებებიან ნიადაგში მობინადრე მიკროორგანიზმებით (ბაქტერიები, წყალმცენარეები, სოკოების ჰიფები). მათ შორის არიან საპროფიტები (ჩალიჩიანი), რომლებიც იკვებებიან მცენარეული ნარჩენების გახსნილი ორგანული ნივთიერებით. უმარტივესები აღმოჩენილია ყველა ნიადაგში გეოგრაფიული ადგილმდებარეობის მიუხედავად. როგორც აერობული ორგანიზმი, უმარტივესები ფართოდ არის წარმოდგენილი ნიადაგის ზედა ჰორიზონტში. გვალვიან პერიოდში და აგრეთვე ზამთარში მათი რაოდენობა ნიადაგში მკვეთრად მცირდება, ამასთან, გადადიან ინერტულ მდგომარეობაში.

ჭიაყელები. უხერხემლო ცხოველებს შორის ჭიაყელებს ეკუთვნის განსაკუთრებული ადგილი. გვხვდება როგორც გაკულტურებულ, ისე ყამირ ნიადაგში. მათი რაოდენობა მერყეობს ასი ათასიდან რამდენიმე მილიონამდე ერთ ჰექტარ ნიადაგზე. მათი რაოდენობა მაქსიმალურია ზედა ჰუმუსოვან და სახნავ ჰორიზონტში; სიღრმით ჭიაყელების რაოდენობა მკვეთრად ეცემა.

ნიადაგწარმოქმნაში ჭიაყელების საქმიანობა საკმაოდ მრავალფეროვანია. მრავალრიცხოვანი სვლებით და სოროებით აუმჯობესებენ ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებს: ზრდიან მის ფორიანობას, აერაციას, წყალტევადობას და წყალგამტარობას. ჭიაყელის ცხოველქმედების პროდუქტებით, კაპროლიტებით, გამდიდრებულ ნიადაგებში მნიშვნელოვნად იზრდება ჰუმუსის რაოდენობა, მატულობს გაცვლითი ფუძეების ჯამი, მცირდება ნიადაგების მჟავიანობა. ნიადაგები, რომლებიც შეიცავენ ჭიაყელების კაპროლიტებს, გამოირჩევიან უფრო წყალგამძლე სტრუქტურით. ამგვარად, ჭიაყელები აუმჯობესებენ არა მარტო ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებს და სტრუქტურას, არამედ მის ქიმიურ შედგენილობას.

მწერები. ნიადაგში ბინადრობს მწერების მნიშვნელოვანი რაოდენობა (ხოჭოები, ჭიანჭველები და სხვ.), რომლებიც არსებით გავლენას ახდენენ ნიადაგწარმოქმნის პროცესზე. ნიადაგში მრავალრიცხოვანი სვლების მოწყობით აფხვიერებენ ნიადაგს და აუმჯობესებენ ფიზიკურ და წყლოვან თვისებებს. მწერები აქტიურად მონაწილეობენ მცენარეული ნარჩენების გადამუშავებაში, ამდიდრებენ ნიადაგს ჰუმუსით და მინერალური ნივთიერებით.

2.6. ასაკი, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი

ნიადაგწარმოქმნის პროცესი მიმდინარეობს დროში. ნიადაგწარმოქმნის ყოველ ახალ ციკლს (სეზონურს, წლიურს, მრავალწლიურს) შეაქვს გარკვეული ცვლილება ნიადაგურ პროფილში ორგანული და მინერალური ნივთიერების გარდაქმნაში. ამიტომ, დროის (ასაკის) ფაქტორს დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ფორმირებასა და განვითარებაში.

არჩევენ ნიადაგის აბსოლუტურ და ფარდობით ასაკს.

აბსოლუტური ასაკი არის დრო, რომელიც განვლო ნიადაგმა ფორმირებიდან დღემდე; მერყეობს რამდენიმე ნლიდან მილიონ წლამდე. ყველაზე ასაკოვანია ტროპიკული ტერიტორიების ის ნიადაგი, რომელმაც არ განიცადა სხვადასხვა დარღვევა (წყლისმიერი ეროზია, დეფლაცია და ა.შ.). საქართველოში ზღვის დონიდან 1000 მეტრის ზემოთ ნიადაგს აქვს ჰოლოცენური ასაკი (10 000-12 000 წელი), ხოლო 1000 მეტრამდე – გაცილებით უფრო მეტი. ყველაზე ახალგაზრდაა ჭალის (ალუვიური) ნიადაგი.

ფარდობითი ასაკი ახასიათებს ნიადაგწარმოქმნის პროცესის, ანუ ნიადაგის განვითარების ერთი სტადიის მეორე სტადიით შეცვლის სისწრაფეს. დაკავშირებულია ნიადაგწარმოქმნის პროცესის სისწრაფესთან და მიმართულებასთან; ქანის შედგენილობის, თვისების და რელიეფის პირობის ცვლილებასთან.

2.7. ნიადაგის მეხსიერება და დროში ნიადაგის ცვლა

უკანასკნელი 30 წლის მანძილზე მსოფლიოს ნიადაგმცოდნეობაში ყალიბდება დედამინის ნიადაგური საფრის შესწავლის ახალი მიმართულება – ევოლუციური ნიადაგმცოდნეობა და მათ შორის ნიადაგის ევოლუციური გეოგრაფია. ნიადაგმცოდნეობაში ეს ევოლუციურ-გეოგრაფიულ-გენეტიკური მიმართულება სწავლობს ნიადაგმცოდნეობის გლობალურ და ფუნდამენტურ პრობლემებს. ამ მიმართულების ფარგლებში უკანასკნელი ათწლეულების მანძილზე ჩამოყალიბდა სწავლება პედოსფეროზე, როგორც მიწის განსაკუთრებულ გარსზე – ხმელეთის ბიოგეომემბრანაზე, ბიოსფერულ-გეოსფერული ურთიერთქმედებების ყველაზე აქტიურ ზონაზე.

ნიადაგი წარმოადგენს განსაკუთრებულ ეკზოგენურ და ბიოსფერულ ბუნებრივ სხეულს და სისტემას, რომელიც ფორმირდება თავისი კანონზომიერებით, თვითორგანიზაციით (გენეზისი), ხმელეთის ზედაპირზე ფუნქციონირებით და სივრცობრივი დიფერენციაციით (გეოგრაფია).

ნიადაგმცოდნეობა გამოიყოფა, როგორც დამოუკიდებელი მეცნიერება თავისი განსაკუთრებული ობიექტით და აღიქმება სხვა მეცნიერის მიერ, როგორც საჭირო ფუნდამენტური დისციპლინა, მსოფლიოს მეცნიერული სურათის სრული გაგებისთვის.

ამჟამად მიღწეულია გარკვეული პროგრესი სხვადასხვა ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესის დეტალურ შესწავლაში, ნიადაგის მყარი ფაზის მიკრო- და სუბმიკროსკოპული ანალიზის, რადიონახშირბადის დათარიღების, პრეპარატული ქიმიის, იზოტოპური ნიშნულების, ლიზიმეტრული მეთოდების გამოყენებით და სხვ. არსებითად გაფართოვდა ნიადაგში ნიადაგწარმოქმნის და გამოფიტვის დიაგნოსტირებელი პროცესის ჩამონათვალი. მრავალი ამ პროცესისთვის განსაზღვრულია კონკრეტული მექანიზმი, სისწრაფე, დამახასიათებელი დრო, გეოგრაფიული და ეკოლოგიური არეალები. ყოველივე ამან ჩამოაყალიბა ნიადაგების თვითგანვითარების და ევოლუციის უფრო დეტალური ფაქტორულ-გენეტიკური გაგების საფუძველი თანამედროვე და პალეო პირობებში. საბოლოოდ თეორიული და ემპირიული საფუძველი ჩაეყარა გარემოს სხვადასხვა ცვლილების გავლენით

მომავალში ნიადაგის ქცევის სცენარის დამუშავებას, ე.ი. არსებითად გაძლიერდა ნიადაგმცოდნეობის პროგნოზული შესაძლებლობები.

გენეზისური ნიადაგმცოდნეობის ერთ-ერთ პერსპექტიულ მიმართულებას წარმოადგენს ნიადაგის მეხსიერების კონცეფციის დამუშავება (ვ. ტარგულიანი, ს. გორიაჩკინი, 2008). ეს კონცეფცია იხილავს ნიადაგს და დედამიწის ნიადაგურ საფარს, ანუ სრულ პედოსფეროს, როგორც დედამიწის ხმელეთის ზედაპირზე ბიოსფეროს, გეოსფეროს და საზოგადოების დროში ევოლუციის და ურთიერთქმედების შესახებ ინფორმაციის განსაკუთრებულ მატარებელს და დამგროვებელს. ტრადიციულად დედამიწაზე ასეთი ინფორმაციის ძირითად წყაროდ იხილება დანალექი ქანი, ყველა ნივთიერებითი ნიშანი, მათ შორის პალეონტოლოგიური, არქეოლოგიური და ისტორიული სუბსტანციები. ნიადაგის წარსულზე ინფორმაციის წყაროს გაგებას საფუძველი ჩაეყარა ვ. დოკუჩაევის შრომებში, სადაც ნიადაგი იყო განმარტებული, როგორც ლანდშაფტის სარკე, ფაქტორების – ნიადაგწარმომქმნელების ფუნქცია.

გასული საუკუნის 70-იან წლებში ეს იდეები განვითარებულ იქნა ნიადაგის მეხსიერების კონცეფციაში, რომლის არსი იმაშია, რომ ნიადაგი სარკისებურად კი არ არეკლავს ლანდშაფტს, არამედ იმახსოვრებს და იწერს მყარფაზიან თვისებებში ფორმირების გარემოს, თვითგანვითარების ძირითადი პროცესების და ევოლუციის და მათი დროში შეცვლის ძირითად ნიშნებს. ასეთი ჩანაწერი სრულდება გარკვეული კანონზომიერებით, არა სარკისებურად, არამედ ამორჩევით და დამოკიდებულია კლიმატის და ბიოტის ეკზოგენურ პოტენციალზე, დედაქანების ტრანსფორმაციულ უნარზე, პედოგენეზის პროცესების ხანგრძლივობაზე და სხვადასხვა წამშლელი ფაქტორის მოქმედებაზე. ნიადაგური მეხსიერება და ჩანაწერი ახასიათებს გარემოს და ფორმირების პროცესებს არა ვრცელი ტერიტორიებისთვის, არამედ in situ (ადგილზე) ფაქტორების – ნიადაგწარმომქმნელების ურთიერთმოქმედების ყოველ „წერტილში", ნიადაგებს ყოველ კონკრეტულ პროფილში, ე.ი. წარმოადგენს ლანდშაფტის ადგილობრივ მეხსიერებას მაღალი სივრცობრივი გადაწყვეტილებით. ნიადაგმცოდნეობაში უკვე დამკვიდრდა ისეთი ცნებები, როგორიცაა: „ნიადაგი-მეხსიერება", „ნიადაგი-მომენტი", „ნიადაგური ჩანაწერი".

არსებითად ნიადაგის მეხსიერების კონცეფცია წარმოადგენს გენეზისური ნიადაგმცოდნეობის თეორიული და ემპირიული შეხედულების გაანალიზებას თანამედროვე ზოგადი სამეცნიერო წარმოდგენების შუქზე: სისტემების ზოგადი თეორიების, რთული სისტემების სინერგეტიკის და თვითორგანიზაციის თეორიის, დედამინის ბუნებრივ სხეულებში და გარსში ინფორმაციის ჩაწერის სხვადასხვა ხერხზე (წყლის მეხსიერება, კრისტალის მეხსიერება, ქანის მეხსიერება და ა.შ.). კონცეფცია ხელს უწყობს ძირითადი ნიადაგწარმომქმნელი პროცესის, როგორც გარემოზე ინფორმაციის ჩაწერის, მთავარ მექანიზმებზე (ნიადაგწარმომქმნელ ფაქტორზე), ამ მყარ მატარებლებზე – მყარფაზიან ნივთიერებაზე და ნიადაგური სხეულების სტრუქტურაზე და ნიადაგურ საფარზე ჩანაწერების გაგებას.

ნიადაგის მეხსიერების, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი პროცესის, დროში დაგროვილი შედეგების გაგება საფუძველს გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ასეთი დაგროვილი მეხსიერება განსაზღვრავს ნიადაგური სისტემის არა მარტო მიმდინარე, არამედ მომავალ ფუნქციონირებას, ე.ი. ნიადაგის მომავალ ქმედებას.

მეტად საინტერესოა იმის გაგება, თუ როგორ ახდენს გაელენას ადამიანის და/ან საზოგადოების მეხსიერება მის ქცევაზე ამჟამად და მომავალში.

ნიადაგის მეხსიერების კონცეფცია საშუალებას გვაძლევს გამოვყოთ ბუნებაში ნიადაგის კიდევ ერთი გლობალური, კერძოდ, ნიადაგის ინფორმაციული ფუნქცია.

2.8. ნიადაგწარმომქმნელი ლოკალური და ანტროპოგენური ფაქტორი

ძირითადი ნიადაგწარმოქმნის ფაქტორის გარდა, ზოგჯერ გამოყოფენ მთელ რიგ საკმაოდ ძლიერ, მაგრამ ლოკალურად მოქმედ ფაქტორს. მათ შორის, პირველ რიგში სახელდება ნიადაგურ-გრუნტის და გრუნტის წყლები, რომელთა რეჟიმი და ქიმიური შედგენილობა ხშირად განსაზღვრავს ნიადაგურ პროცესებს.

ნიადაგწარმოქმნის დამოუკიდებელ ლოკალურ ფაქტორს ზოგიერთ შემთხვევაში მიეკუთვნება წყალდიდობების ზედაპირული წყლები, რომლებიც პერიოდულად ტბორავენ მდინარის ვაკის ჭალებს და მდინარის დელტებს. ზღვებსა და ოკეანეებში ჩამდინარე მდინარის დელტებში და ზღვის სანაპიროების დაბლობებზე ნიადაგების განვითარების ადგილობრივ ფაქტორად შეიძლება დასახელდეს ზღვის წყლები.

მოქმედი ვულკანების რეგიონში, რომელთა პერიოდულ ამონთხევებს თან ახლავს ატმოსფეროში ვულკანური ფერფლის ამოტყორცნა მათი მომდევნო დალექვით ნიადაგის ზედაპირზე, ნიადაგწარმოქმნის ლოკალურ ფაქტორად ზოგჯერ განიხილება ვულკანური ფაქტორი. რასაკვირველია, ყველა ჩამოთვლილი ლოკალური ფაქტორი გავლენას ახდენს ნიადაგის განვითარებაზე. შეზღუდული ტერიტორიის ფარგლებში მათ შეუძლიათ განსაზღვრონ ნიადაგწარმოქმნის მიმართულება. მაგრამ მათი განხილვის გამოყვანა ძირითადი ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორის ჩარჩოების გარეთ, არ არის აუცილებელი. ისეთი ლოკალური ფაქტორი, როგორიცაა: ვულკანიზმი, მიწისძვრა, მიწისქვეშა წყლები და სხვა თავისუფლად შეიძლება განხილულ და შეფასებულ იქნეს, როგორც ძირითადი ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი: ქანი, მაგალითად, როგორც გეოლოგიური ფაქტორი ზოგადად (მასში ვულკანიზმის და ჰიდროგეოლოგიური პირობების ზემოქმედების ჩართვით); კლიმატი, როგორც მრავალფეროვანი ნიადაგური და კოსმოსური მოვლენების ერთობლიობა (მათ შორის მდინარის და ტბის ჰიდროლოგიური რეჟიმი) და ა.შ.

ადამიანის საწარმოო საქმიანობა წარმოადგენს ნიადაგზე (დამუშავება, გაწოყიერება, მელიორაცია და ა.შ.) და ნიადაგწარმოქმნის პროცესის განვითარების გარემოს მთელ კომპლექსზე (მცენარეულობა, კლიმატის ელემენტები, ჰიდროლოგია) გავლენის მძლავრ სპეციფიკურ ფაქტორს. ეს არის ნიადაგზე მიზანდასახული, მიმართული ზემოქმედების ფაქტორი, რომელიც იწვევს მისი თვისების და რეჟიმის (რეაქციას მოკირიანებისას, საკვები რეჟიმის სასუქების შეტანისას, დაშრობითი და მორწყვითი მელიორაციის დროს წყალ-ჰაეროვანი და ჟანგვა-აღდეგინითი რეჟიმების და ა.შ.) შეცვლას გაცილებით უფრო სწრაფი ტემპებით, ვიდრე ეს ხდება ბუნებრივი ნიადაგწარმოქმნის ზემოქმედებით. ადამიანის საწარმოო საქმიანობა აღინიშნება დედამიწის მნიშვნელოვან სივრცეზე და წარმოადგენს ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლების გადამწყვეტ ფაქტორს. ამასთან, ნიადაგის შეცვლის ხასიათი და მნიშვნელობა დამოკიდებულია სოციალურ-ეკონომიკურ საწარმოო ურთიერთობებზე, მეცნიერების და ტექნიკის განვითარების დონეზე.

ნიადაგის გენეზისური თვისების და მოსაყვანი კულტურის მოთხოვნილების გათვალისწინებით ნიადაგის ნაყოფიერების ასამაღლებლად სათანადო ღონისძიების

სისტემატური გამოყენება იწვევს ნიადაგის გ ა კ უ ლ ტ.უ რ ე ბ ას, ე.ი. ნიადაგის ფორმირებას ეფექტური და პოტენციური ნაყოფიერების უფრო მაღალი დონით.

ნიადაგის თვისების, განვითარების პირობის გაუთვალისწინებლად, ამა თუ იმ ხერხის მეცნიერულად დასაბუთებული რეკომენდაციების დარღვევით გამოყენება არა მარტო არ იწვევს ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებაში რაიმე ეფექტს, არამედ შეუძლია გამოიწვიოს არსებითი გაუარესება (ეროზიის განვითარება, მეორადი დამლაშება, დაჭაობება, ნიადაგის დაჭუჭყიანება და ა.შ.).

მთავარია ნიადაგის თვისებების და მოსაყვანი კულტურების მოთხოვნების საფუძველზე ისეთი აგროტექნიკური და მელიორაციული ღონისძიებების გატარება, რომლებიც უზრუნველყოფენ ნიადაგის ნაყოფიერების უწყვეტ ზრდას.

ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა ნიადაგის შეცელის ლოკალური ფაქტორიდან, რომელიც ადრე მოქმედებდა მხოლოდ ათვისებულ ტერიტორიებზე, გარდაიქმნა მძლავრ გლობალურ ფაქტორად. ეს დაკავშირებულია სოფლის და სატყეო მეურნეობის საყოველთაო ქიმიზაციასთან, დიდი ტერიტორიის მორწყვის და დაშრობის ფართო პროექტების განხორციელებასთან, მრეწველობის და ტრანსპორტის განვითარებასთან და, საერთოდ, ტექნოგენური დატვირთვის გაძლიერებასთან. სამეურნეო საქმიანობის ცენტრებიდან საკმაოდ დაშორებული რაიონები, მათ შორის ნაკრძალები, არ შეიძლება იყვნენ იზოლირებული ჰაერის მასების გლობალური და რეგიონალური გადატანებით გამოწვეული, ატმოსფეროდან მოსული ტექნოგენური ქიმიური ნივთიერებების ზეგავლენისგან.

2.9. ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების ურთიერთკავშირი

ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორები სპეციფიკურ გავლენას ახდენენ ნიადაგების წარმოქმნაზე და მათი ურთიერთშეცვლა შეუძლებელია. ამ მხრივ ისინი თანაბარია. ყოველ მათგანს აქვს თავისი ადგილი ნიადაგსა და გარემოს შორის მატერიის და ენერგიის გაცვლაში.

ბუნებაში ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორები მჭიდროდ არიან დაკავშირებული ერთმანეთთან და ზემოთ მოტანილი მათი დაყოფა გარვეულ წილად არის მეცნიერული აბსტრაჰირება ნიადაგწარმოქმნის ელემენტარული მოვლენების გასაგებად. სინამდვილეში ისინი შეხამებულია ერთობლივი განვითარებით ეკოლოგიურ კომპლექსებში.

ნიადაგების განვითარების ორი მთავარი ციკლი გამოიყოფა – ბიოკლიმატური და ბიოგეომორფოლოგიური.

ბ ი ო კ ლ ი მ ა ტ უ რ ი ციკლი განპირობებულია კოსმოსური და ზოგადპლანეტარული მოვლენებით, პლანეტის ზედაპირზე მზის რადიაციის განაწილებით და ატმოსფეროს დინამიკით; ამ ციკლში მცენარეულობა და ნიადაგი განიცდიან ევოლუციას კლიმატთან ერთად.

ბ ი ო გ ე ო მ ო რ ფ ო ლ ო გ ი უ რ ი ციკლი განპირობებულია გეოლოგიური, გეომორფოლოგიური და გეოქიმიური პროცესით; მცენარეულობის და ნიადაგური საფრის განვითარება დაკავშირებულია რელიეფის და ზედაპირული ნაფენების ფორმირებასთან.

ამ ბოლო დროს სულ უფრო დიდ მნიშვნელობას იძენს მესამე ციკლი – ადამიანის საწარმოო საქმიანობა. ერთი მხრივ, ეს ციკლი მიესადაგება მთავარ ციკლს

(ბიოკლიმატურ და ბიოგეომორფოლოგიურს), მეორე მხრივ, – ძალინ ძლიერად ცვლის მათ ბუნებრივი მცენარეულობის შეცვლით, აგროტექნიკის, მელიორაციის და რეკულტივაციის მეთოდებით ნიადაგური საფრის გარდაქმნით და აგრეთვე აგროკულტურული და სხვა კულტურული ლანდშაფტების შექმნით.

ნიადაგის ბუნების არსის დასადგენად საჭიროა ნიადაგწარმოქმნის პროცესის, მისი სხვადასხვა მხარის და შემადგენელი ნაწილის სისტემური განხილვა.

ნებისმიერი მატერიალური პროცესის სრული დახასიათებისთვის საჭიროა ინფორმაციის მიღება შემდეგი ოთხი უნივერსალური პოზიციის შესახებ:

ა) ენერგიის წყაროები და ფორმები, რომლებიც უზრუნველყოფენ პროცესს;
ბ) ნივთიერება, რომელიც ჩართულია პროცესში;
გ) პროცესის მექანიზმი (მისი დინამიკა);
დ) პროცესის შედეგი.

ნიადაგწარმოქმნის პროცესთან მიმართებაში ხდება აღნიშნული პოზიციების დახასიათება. ამასთან, ყურადღება ექცევა ნიადაგწარმოქმნის ყოველი ფაქტორის და ნიადაგწარმოქმნის პროცესის სხვადასხვა მხარის წვლილის დიფერენცირებულ შეფასებას.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რას წარმოადგენს გეოგრაფიული მეთოდი ნიადაგწარმოქმნაში?
2. გამოფიტვის რამდენ ფორმას არჩევენ?
3. დაახასიათეთ ქანი, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი.
4. დაახასიათეთ რელიეფი, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი.
5. დაახასიათეთ კლიმატი, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი.
6. დაახასიათეთ ბიოლოგიური ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი.
7. დაახასიათეთ ასაკი, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი.
8. რას ნიშნავს ნიადაგის მეხსიერება?
9. რა განსხვავებაა ლოკალურ და ანთროპოგენურ ფაქტორებს შორის?
10. რაში მდგომარეობს ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების ურთიერთკავშირის არსი?

თავი 3. ნიადაგწარმოქმნის ენერგეტიკა და გეოგრაფიული ფაქტორი

ხმელეთის ზედაპირზე ნიადაგის მრავალფეროვნება მნიშვნელოვნად არის დაკავშირებული ნიადაგში შემოსული ენერგიის განსხვავებულ რაოდენობასთან. ენერგეტიკული ნაკადი არეგულირებს ნიადაგური ბიოტის აქტიურობას, მინერალური ნაწილის ტრანსფორმაციის მიმართულებას და ინტენსიურობას, ორგანული ნივთიერების გარდაქმნის პროცესს და აგრეთვე წყალში გახსნილი ნაერთების რადიალური და ლატერალურ შიდანიადაგური გადაადგილების ხასიათს.

ნიადაგწარმოქმნის მძლავრ ენერგეტიკულ წყაროს წარმოადგენს მზის ენერგია. ის მოდის პირდაპირი რადიაციული ნაკადის სახით ხმელეთის ზედაპირზე, სადაც ტრანსფორმირდება სითბურ და ენერგიის სხვა სახედ. ნიადაგი იღებს მზის ენერგიას აგრეთვე ატმოსფერული ჰაეროვანი მასიდან, რომელსაც გადააქვს მზის სხივური ენერგიის გარდაქმნის დროს დაგროვილი სითბო. ნიადაგის გამდიდრება ენერგიით ხდება ორგანიზმის (პირველ რიგში მცენარეულების) კვდომისას. მკვდარ მცენარეულ ნარჩენში დაგროვილია ფოტოსინთეზის დროს მიღებული ენერგია. ნიადაგში ენერგია აგრეთვე შემოედინება ლითოსფეროს ღრმა ფენიდან, ან თბოგაცელის შედეგად, ან სხვადასხვა მთრთოლავ ნივთიერებასთან, მაგალითად, აქროლად ნახშირწყალბადთან ერთად. ამის გარდა, ენერგიის გამოყოფასთან დაკავშირებულია რადიოაქტიური ელემენტის დაშლა, რომელიც მცირე რაოდენობით, მაგრამ ყოველთვის არის ნიადაგში. ამგვარად, კლიმატურ, ბიოლოგიურ და გეოლოგიურ ფაქტორებს ყოველთვის შეაქვთ ნიადაგში ენერგიის ესა თუ ის რაოდენობა. გეომორფოლოგიური ფაქტორი ამაში უშუალოდ არ მონაწილეობს, მასთან დაკავშირებულია მხოლოდ ენერგიის გადანაწილება ნიადაგური საფრის ზედაპირზე.

დედამიწის წიაღის სითბო, რომელიც გავლენას ახდენს ნიადაგურ სისქეზე, ენერგეტიკული მაჩვენებლით რამდენიმე ათასჯერ ნაკლებია ხმელეთის ზედაპირზე მოსულ მზის ენერგიაზე. ასევე შედარებით მცირეა ნიადაგური მინერალის რადიოაქტიური ენერგია. ნიადაგში ენერგიის დიდ ნაკადს უზრუნველყოფს ბიოლოგიური ფაქტორი, მაგრამ ეს ენერგეტიკული წყაროც რაოდენობრივად მნიშვნელოვნად ჩამორჩება მზის სხივურ ენერგიას, რომელიც უშუალო გავლენას ახდენს ნიადაგურ საფარზე. მაშასადამე, სწორედ პირდაპირ მზის ენერგიას შეაქვს მაქსიმალური წვლილი ნიადაგწარმოქმნის ენერგეტიკაში.

ნიადაგწარმოქმნაში მონაწილე მზის ენერგიის რაოდენობა არსებითად იცვლება დედამიწის გეოგრაფიული სარტყლის მიხედვით. ამაზე მეტყველებს რადიაციული ბალანსის სიდიდე, რომელიც წარმოადგენს სხვაობას ხმელეთის ზედაპირზე მოსულ მზის ენერგიასა და არეკვლაზე და სხივგამოშვებაზე დახარჯულ ენერგიას შორის.

ცხრ. 6. ნიადაგწარმოქმნაში მონაწილე მზის ენერგიის რაოდენობა

გეოგრაფიული სარტყელი	რადიაციული ბალანსი, კჯ/(სმ² · წელი)
პოლარული	0 – 42
სუბბორეალური	42 – 84
ზომიერი	84 – 210
სუბტროპიკული	210 – 251
ტროპიკული	251 – 293
სუბეკვატორიული	293 – 335
ეკვატორიული	335 – 419

რადიაციული ბალანსი და, მაშასადამე, ენერგიის რაოდენობა, რომელიც გავლენას ახდენს ნიადაგწარმოქმნაზე, განსხვავდება გეოგრაფიული ზონის მიხედვით ათჯერ, ხოლო უკიდურეს შემთხვევაში – ასჯერ.

კლიმატური ფაქტორის (მზის ენერგია) ენერგიის გარკვეული ნაწილი გადაეცემა ბიოლოგიურ ფაქტორს. ეს ხდება ფოტოსინთეზის დროს, რომელზეც მოდის მოსული მზის ენერგიის 0,5-დან 5%-მდე. ძირითადში იხარჯება სხვადასხვა ციკლურ-ბიოქიმიურ პროცესზე, რომელიც მიმდინარეობს ცოცხალ მწვანე მცენარეში. გარკვეული წილი ფიქსირდება ორგანულ ნივთიერებაში და მცენარის კვდომოს შემდეგ ხვდება ნიადაგში.

ორგანულ ნარჩენთან ერთად ნიადაგში მოსული ენერგიის რაოდენობა შეიძლება გაითვალოს ყოველწლიური ჩამონაცვენის სიდიდის და ორგანული ნარჩენის კალორიულობის მონაცემების საფუძველზე. ქვემოთ მოტანილია ენერგიის საშუალო მონაცემი, რომელიც ყოველწლიურად ჩამონაცვენთან ერთად ხვდება სხვადასხვა ლანდშაფტური ზონის ნიადაგში. ფიტოცენოზების ძირითადი ზონალური ტიპების შედარების დროს არსებითი სხვაობა აღინიშნება მცენარეულ ჩამონაცვენთან ერთად ნიადაგში მოსული ენერგიის რაოდენობაში. უკიდურეს მნიშვნელობებში ენერგიის რაოდენობა განსხვავდება 20 და მეტჯერ, ხოლო მეზობელ ზონებში – 2-ჯერ.

ცხრ. 7. ჩამონაცვენით მოსული ენერგიის რაოდენობა

მცენარეულობის ტიპი	ჩამონაცვენით მოსული ენერგიის რაოდენობა, კჯ/(სმ² · წელი)
არქტიკული ტუნდრა	126 – 168
ბუჩქოვანი ტუნდრა	251 – 336
წიწვიანი ტყე	419 – 838
ფართოფოთლოვანი ტყე	1048 – 1257
ტენიანი სუბტროპიკული ტყე	2933 – 3143
ტენიანი ტროპიკული ტყე	3352 – 3562
სავანა	1676 – 2095
მდელოს ველი	1676 – 2095
მშრალი ველი	629 – 838
უდაბნო	126 – 210

ნიადაგწარმოქმნის ენერგეტიკის გასაგებად მნიშვნელოვანი ამოცანაა ენერგიის იმ რაოდენობის განსაზღვრა, რომელიც იხარჯება სხვადასხვა ნიადაგურ პროცესზე. შიდანიადაგური ენერგეტიკული დანახარჯების სტრუქტურა ძნელად ექვემდებარება გამოთვლას, რადგანაც ნიადაგური პროცესები მჭიდროდ არიან დაკავშირებული ერთმანეთთან და ყოველთვის შეუძლებელია მათი დიფერენცირება ენერგეტიკულ ჭრილში. მიუხედავად ამისა, ასეთი სამუშაოები ჩატარდა. მათ საფუძველზე ვ. ვოლობუევის მიერ ნიადაგწარმოქმნის ენერგეტიკული ბალანსი წარმოდგენილია შემდეგი სახით:

$$Q = w_1 + w_2 + b_1 + b_2 + i_1 + i_2 + g + c,$$

სადაც Q – ენერგიის რაოდენობა, რომელიც ხვდება ნიადაგში წლის განმავლობაში;
w_1 და w_2 – ენერგიის დანახარჯი, შესაბამისად, მინერალების ფიზიკურ და ქიმიურ გამოფიტვაზე;
b_1 და b_2 – ენერგიაა, რომელიც იხარჯება შიდანიადაგურ ბიოქიმიურ რეაქციებზე და აკუმულირდება ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებაში;
i_1 და i_2 – ენერგია, რომელიც იხარჯება აორთქლებაზე და ტრანსპირაციაზე;
g – ენერგიის დანაკარგები ნიადაგურ სისქეში მარილების და სუსპენზიების მექანიკური მიგრაციის პროცესებში;
c – ენერგია, რომელიც იხარჯება თბოგაცვლის პროცესებში – სისტემაში ნიადაგი – ატმოსფერო.

სხვადასხვა ჰიდროთერმულ პირობაში ნიადაგწარმოქმნის ენერგეტიკული ბალანსის დათვლისათვის გამოიყენება რადიაციული ბალანსის, ჯამური აორთქლების და ტრანსპირაციის, ორგანული მასის ყოველწლიური ნამატის, ჩამონაცვენის და, აგრეთვე, ყველა გავრცელებული მინერალის კრისტალური მესრის დაშლაზე დანახარჯი ენერგიის მონაცემები.

ენერგიის ხარჯის თანაფარდობა ამ პროცესზე შემდეგია:

$$(i_1 + i_2) : (b_1 + b_2) : (w_1 + w_2) = 100 : 1 : 0{,}01,$$

ე.ი. ნიადაგში მოსული ენერგიის ძირითადი წილი იხარჯება აორთქლებაზე და ტრანსპირაციაზე ($i_1 + i_2$), დაახლოებით ათჯერ ნაკლები – ბიოქიმიურ პროცესზე და ორგანული ნივთიერების გარდაქმნაზე ($b_1 + b_2$) და კიდევ ასჯერ ნაკლები – მინერალის გამოფიტვაზე ($w_1 + w_2$). ნიადაგში ნივთიერების მექანიკური მიგრაციის პროცესში ხახუნთან დაკავშირებული ენერგიის დანაკარგები g უმნიშვნელოა. ნიადაგში სხვადასხვა პროცესზე ენერგიის ასეთ არათანაბარ განაწილებასთან დაკავშირებით პროცესის სისწრაფე არსებითად განსხვავებულია. ნიადაგში ყველაზე სწრაფად მიმდინარეობს აორთქლების და ტრანსპირაციის პროცესი, სრულდება დღის ან საათის განმავლობაში; უფრო ნელა ხორციელდება ორგანული ნარჩენის ჰუმიფიკაციის და მინერალიზაციის პროცესი – ათეული და პირველი ასეული წლის მანძილზე; ყველაზე ნელია – ფიზიკური და ქიმიური გამოფიტვის პროცესი, რაზეც, როგორც იყო აღნიშნული, იხარჯება ნიადაგწარმოქმნის საერთო ენერგიის მცირე წილი. პროცესი მჟღავნდება მხოლოდ დროის მრავალსაუკუნოვან მასშტაბში.

ნიადაგწარმოქმნის ენერგეტიკაში გეოგრაფიული გარემოს ფაქტორების მნიშვნელობის შესაფასებლად საჭიროა დადგინდეს კავშირი სხვადასხვა წყაროდან

მოსულ ენერგიასა და ნიადაგში მისი მონაწილეობით მიმდინარე პროცესებს (აორთქლება, ტრანსპირაცია, გამოფიტვა, ჰუმიფიკაცია და ა.შ.) შორის.

თუ მოვახდენთ სხვადასხვა ლანდშაფტური ზონის ნიადაგის რანჟირებას დედაქანების ტრანსფორმაციის სისწრაფის და ხარისხის, ორგანული ნარჩენის გარდაქმნის სიღრმის და ნიადაგწარმოქმნის პროდუქტის დაგროვების დონის გათვალისწინებით, მაშინ მივიღებთ რიგს, რომელშიც ყველაზე ინტენსიური ნიადაგწარმოქმნის პოზიციას დაიკავებს ტენიანი ტროპიკული და სუბტროპიკული ტყის ნიადაგი, შემდეგ – სავანის და ველის ნიადაგი, მერე – ფართოფოთლოვანი და წიწვიანი ტყის და უკანასკნელ ადგილზე აღმოჩნდება ტუნდრის და უდაბნოს ნიადაგი.

ამგვარად, ნიადაგურ თვისებებში გამოხატული ნიადაგწარმოქმნის ინტენსივობა დაკავშირებულია ნიადაგის ფორმირებაზე ჯამური ენერგეტიკული დანახარჯების სიდიდესთან, ხოლო ისინი, თავის მხრივ – ნიადაგში მოსული ჯამური ენერგიის რაოდენობასთან. ნიადაგისთვის ძირითადი წყარო არის მზის რადიაცია. მაგრამ ზემოთ მოტანილი ნიადაგის რიგი არ წარმოადგენს თანმიმდევრობას, რომლის ფარგლებში მკაფიოდ ერთპიროვნულად მცირდება ჯამური მზის რადიაცია. მაგალითად, რადიაციული ბალანსი სუბტროპიკულ ტენიან ტყესა და სუბტროპიკულ უდაბნოებში პრაქტიკულად ერთნაირია (210-250 კჯ/(სმ^2·წელი), მაგრამ ამ ლანდშაფტური ოლქების ნიადაგი განხილულ რიგში იკავებს უკიდურესად საწინააღმდეგო პოზიციებს. ეს აიხსნება იმით, რომ მათ შორის პირველები მეორეებთან შედარებით ხასიათდება მნიშვნელოვნად მეტი განვითარებით (საწყისი ქანის შეცვლის ხარისხი, ორგანული ნივთიერების გარდაქმნის თავისებურებანი და ა.შ.). ამავე დროს ნიადაგის განსახილველი რიგი პრაქტიკულად სრულად ასახავს მცენარეულ ჩამონაცვენთან ერთად ნიადაგში მოსული ენერგიის სხვაობას. ტენიანი ტროპიკული და სუბტროპიკული ტყის ნიადაგიდან სუბტროპიკული და ზომიერი სარტყლების უდაბნოების ნიადაგისკენ ამ ენერგიის რაოდენობა თანმიმდევრულად მცირდება – 3000-3500 ჯ/(სმ^2·წელი)-დან 125-210 კჯ/(სმ^2·წელი)-მდე. ეს აიხსნება იმით, რომ ნიადაგური საფრის ზედაპირზე მოსული მზის ენერგიის უმეტესი ნაწილი გარდაიქმნება სითბურ ენერგიაში და მის ხარჯზე ხდება სითბოგაცვლის და წყალბრუნვის პროცესის უზრუნველყოფა სისტემაში ნიადაგი-მცენარეულობა-ატმოსფერო-ლითოსფერო. მზის ენერგიის ეს ძირითადი წილი, რომელიც შეადგენს მისი საერთო რაოდენობის 95% მეტს, გადის ნიადაგიდან სითბური ენერგიის სახით. თერმოდინამიკური ცნებების ასპექტში აღნიშნული მოვლენა ნიშნავს, რომ ნიადაგწარმოქმნის დროს მზის უშუალო სხივური ენერგია პრაქტიკულად სრულად იხარჯება გარეშე ზემოქმედების გადალახვის სისტემის მუშაობაზე, ე.ი. ხელს უწყობს იმას, რომ ნიადაგი რჩება მეტ-ნაკლებად სტაბილური – არ ინგრევა, არ ხურდება, არ კარგავს ბიოტას.

ამ სითბური ენერგიის მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილი ნიადაგის თბოგამტარობის შედეგად აღწევს ნიადაგის სიღრმეში და გავლენას ახდენს მინერალური და ორგანული ნივთიერების ქიმიური და ფიზიკური გარდაქმნის რეაქციაზე. ასე, მაგალითად, ტემპერატურის ზრდა ინვევს წყლის დისოციაციის ხარისხის ზრდას. თუ მივიღებთ, რომ 0°C-ის დროს 1,0, მაშინ 10°C-ის დროს ის იზრდება 2,7-ჯერ, 20°C – 3,5-ჯერ, ხოლო 35°C – 4,5-ჯერ. წყალში გახსნილი ნახშირმჟავას დისოციაცია ტემპერატურის გადიდებასთან ერთად აგრეთვე იზრდება. რაც უფრო მეტია წყლის და ნახშირმჟავას დისოციაცია, მით უფრო მეტი წყალბადის იონი ჩნდება, უფრო

სწრაფად მიმდინარეობს მინერალების დაშლა და გახსნა. ამიტომ ხანგრძლივად და ღრმად გამთბარ, კარგად დატენიანებულ ნიადაგში მაღალი საშუალო წლიური ტემპერატურით ქიმიური გამოფიტვის პროცესი მიმდინარეობს უფრო სწრაფად, ვიდრე ცივ და მშრალ ნიადაგში.

სისტემის შინაგანი მდგომარეობის შეცვლა, ე.ი. ნიადაგის გარდაქმნა, მისი განვითარება, ხდება ძირითადში მზის ენერგიის იმ წილის ხარჯზე, რომელიც გარდაქმნილი სახით კონცენტრირდება ცოცხალ მცენარეში და შემდგომ მკვდარი მცენარეული ნარჩენით ხვდება ნიადაგში და ამით ზრდის მის ენერგეტიკულ პოტენციალს. მცენარეული ნარჩენების დაშლის და მინერალიზაციის პროცესში ენერგიის ეს ნაწილი იხარჯება ნიადაგში მობინადრე ჰეტეროტროფული ორგანიზმების მიერ ორგანული ნივთიერების შექმნაზე და ნიადაგის მინერალური ნაწილის ბიოქიმიურ გარდაქმნაზე. ამ ენერგიის მონაწილეობით ხდება პირველადი მინერალების კრისტალური მესრის დაშლა, მათ ცვლიან მეორადი, მათ შორის ე.წ. თიხამინერალები, პირველად მინერალებთან შედარებით კრისტალური მესრის მეტი ენერგიით, კრისტალების სიდიდით, რომელიც იზომება მიკრონებით და მიკრონების წილებით (კოლოიდური დაქუცმაცების ხარისხი). ამიტომ ეს ახალწარმოქმნილი მინერალები ხასიათდება დიდი ხვედრითი ზედაპირით და ზედაპირის დიდი ენერგიით. მრავალი მეორადი მინერალური წარმონაქმნი ამორფულია (რკინის, ალუმინის, კაჟმინის და სხვ. ჰიდროქსიდები) და წარმოადგენენ კოლოიდურ ნალექს – გელებს, რომლებიც აგრეთვე განსხვავდებიან ზედაპირის დიდი ენერგიით. ამგვარად, ფოტოსინთეზის დროს ასიმილირებული, ხოლო შემდგომ ნიადაგწარმოქმნის ბიოქიმიურ პროცესზე დახარჯული მზის ენერგია ფიქსირდება არა მარტო ჰუმუსის სახით, არამედ უფრო მეტი ენერგეტიკული მარაგის მქონე მეორადი მინერალის ნაერთებში, რომლებიც წარმოქმნიან ნიადაგების კოლოიდურ ნაწილს.

რადგანაც მცენარის (და, საერთოდ, ორგანიზმის) სიცოცხლის აუცილებელ პირობას სითბოს გარდა წარმოადგენს ტენის არსებობა, ამიტომ გარკვეული კავშირია, ერთი მხრივ, ბიოპროდუქტიულობასა და ნიადაგში მოსულ ორგანულ ნივთიერებას და, მეორე მხრივ, – სითბოს და ტენის შეფარდებას შორის. ასე, მაგალითად, ერთნაირ თერმულ ვითარებაში ტერიტორიის დატენიანების გაზრდისას მეტი ენერგია იხარჯება აორთქლებაზე და ტრანსპირაციაზე, მაგრამ უფრო მეტად მზის ენერგიას ითვისებს მცენარეულობა, რომელიც, თავის მხრივ, ჩამონაცვენის მეშვეობით ენერგეტიკულად აძლიერებს ნიადაგწარმოქმნის ბიოქიმიურ პროცესს. დადგენილია, რომ ნიადაგის საკმარისად მაღალი შეფარდებითი დატენიანებისას, ფოტოსინთეზზე და ბიოლოგიურ წრებრუნვაზე დახარჯული ენერგიის წილი რადიაციული ბალანსის ზრდასთან ერთად არსებითად იზრდება – ნიადაგწარმოქმნის საერთო ენერგიის 0,5-დან 4%-მდე და მეტი. ხოლო, დატენიანების დაბალი დონის და ტენის დეფიციტის დროს, ის რჩება პრაქტიკულად მუდმივად უმნიშვნელო, მიუხედავად მოსული მზის რადიაციის ჯამური სიდიდისა. მაშასადამე, რაც უფრო ნაკლებია დატენიანება, მით უფრო ნაკლებია სხვაობა სხვადასხვა თერმულ სარტყელში ნიადაგწარმოქმნის შინაგან ენერგიაში. სხვაობა მინიმალურია უდაბნოებში (ტროპიკული და პოლარული), რადგანაც წყლის უქონლობა, მიუხედავად მოსული მზის ენერგიის რაოდენობისა, ზღუდავს ყველა ბიოგეოქიმიურ პროცესს.

ერთი და იგივე თერმული სარტყლის ფარგლებში ნიადაგწარმოქმნის ენერგია იზრდება არიდული ოლქებიდან ტენიანებისკენ. ამ მხრივ განსაკუთრებით დიდია

სხვაობა ტერიტორიებზე რადიაციული ბალანსის მაღალი მაჩვენებლებით. ასე, მაგალითად, $R = 300 - 380$ კჯ/(სმ^2·წელი) მნიშვნელობების დროს ნიადაგწარმოქმნის ენერგია იზრდება არიდული ოლქებიდან ჰუმიდურებისკენ 20-დან 270-მდე კჯ/(სმ^2·წელი). დედამიწის უფრო ცივ სარტყლებში განსხვავება არიდულ და ჰუმიდურ ოლქებს შორის თანდათანობით მცირდება, რადგანაც მალიმიტირებელი ფაქტორია არა იმდენად დატენიანება, რამდენადაც გაბატონებული დაბალი ტემპერატურა.

მაშასადამე, ნიადაგწარმოქმნის ენერგია და, შესაბამისად, ნიადაგწარმოქმნის პროცესის სისწრაფე ყველაზე მაღალია ტენიან და თბილ ოლქებში და ყველაზე დაბალია მშრალსა და ცივში.

სხვადასხვა ლანდშაფტში ნიადაგწარმოქმნაზე ენერგიის დანახარჯზე წარმოდგენას იძლევა ცხრ. 8. ამის გარდა, მასში მოტანილია მონაცემები ჰუმუსსა და მცენარეულ საფარში ენერგიის მარაგის შესახებ. შეფარდებები მოტანილ მაჩვენებლებს შორის (ენერგიის დანახარჯები, ჰუმუსსა და მცენარეულ ნივთიერებაში ენერგიის მარაგები) განსხვავებულია სხვადასხვა ლანდშაფტების ნიადაგში. უდაბნოს და მშრალი ველის ნიადაგი ხასიათდება ნიადაგწარმოქმნაზე მინიმალური ენერგეტიკული დანახარჯით და ენერგიის მცირე მარაგით ჰუმუსში და ცოცხალ ბიომასაში. სტეპის ნიადაგი გამოირჩევა ნიადაგწარმოქმნაზე ენერგიის ზომიერი დანახარჯით და ჰუმუსში აკუმულირებული უდიდესი რაოდენობით. ამასთან, ენერგიის მარაგი ჰუმუსში აჭარბებს მის მარაგს ცოცხალ ბალახეულ მასაში. ტყის ნიადაგში, პირიქით, ენერგიის მარაგი ცოცხალ ნივთიერებაში შესამჩნევად აჭარბებს მის მარაგს ჰუმუსში. საგულისხმოა, რომ სხვადასხვა ტიპის ნიადაგის ჰუმუსში ენერგიის მარაგი არაა ნიადაგწარმოქმნაზე ენერგიის დანახარჯების პროპორციული. ეს აიხსნება იმით, რომ ნიადაგში მოსული ენერგიის ნაწილი აკუმულირდება არა ჰუმუსში და არა ცოცხალ ნივთიერებაში, არამედ ნიადაგში ახლად წარმოქმნილი მეორადი მინერალის კრისტალურ მესერში. ამ მხრივ გამოირჩევა ტენიანი სუბტროპიკული ტყის ნიადაგი.

ცხრ. 8. ენერგიის დანახარჯები ნიადაგწარმოქმნაზე (კჯ/(სმ^2·წელი) და ენერგიის მარაგები (კჯ) ჰუმუსში და მცენარეულ ნივთიერებაში ნიადაგის პრიზმაში კვეთით 1 სმ^2

ლანდშაფტური ზონა და ნიადაგის ტიპი	ენერგიის მარაგი კჯ/(სმ^2·წელი)	ენერგიის მარაგი ჰუმუსში შრეში, სმ		ენერგიის მარაგი მცენარეულ ნივთიერებაში
		0 – 20	0 – 100	
ნახევრად უდაბნო, რუხი	33 520	5 028	14 246	3 143
მშრალი ველი, წაბლა	50 280	12 151	36 034	6 285
ველი, შავმინა				
სამხრეთი ტაიგა, კორდიან-	62 850	30 168	96 370	10 475
ეწერი	41 900	16 341	22 626	59 708
ფართოფოთლოვანი ტყე,				
ყომრალი	125 000	22 626	49 422	
სუბტროპიკული ტყე,				
ყვითელმიწა, წითელმიწა	171 790	19 693	40 643	298 538
ქსეროფიტული სუბტროპიკული				
ტყე, ყავისფერი	125 000	26 816	64 107	

ამგვარად, ნიადაგწარმოქმნის ენერგეტიკაში გეოგრაფიული ფაქტორის მნიშვნელობის შეფასებისას, საჭიროა გამოიყოს ორი ფაქტორი – კლიმატური და ბიოლოგიური. კლიმატური ფაქტორის შემადგენელი – მზის რადიაცია – ნარმოადგენს ნიადაგწარმოქმნის პრაქტიკულად ყველა მოვლენის ენერგეტიკულ პირველწყაროს. ბიოლოგიური ფაქტორის წყალობით მზის ენერგიის გარკვეული ნაწილი გარდაიქმნება ორგანულ ნივთიერებაში ქიმიური კავშირების ენერგიაში, მის მოსვლას ნიადაგურ სისქეში თან ახლავს ნიადაგის შინაგანი ენერგეტიკული მარაგის ზრდა, რაც გავლენას ახდენს ნიადაგწარმოქმნის ინტენსივობაზე. გეოლოგიურ ფაქტორთან დაკავშირებულ ნიადაგში ენერგიის მოსვლა ძალიან მცირეა. გეომორფოლოგიური ფაქტორი ძირითადში გადაანაწილებს ენერგეტიკულ რესურსებს.

ნიადაგწარმოქმნის პროცესი დაიწყო ხმელეთის ზედაპირზე სიცოცხლის გაჩენასთან ერთად, ქანებზე უმარტივესი ორგანიზმის ზემოქმედებით. ქანებზე ბაქტერიების და წყალმცენარეების ზეგავლენით დაიწყო პირველადი ნიადაგწარმოქმნის პროცესი. ბაქტერიები და წყალმცენარეები შეცვალეს სოკოებმა, გვიმრებმა, ხავსებმა და, საბოლოოდ, შიშველ- და ფარულთესლოვანებმა. უმაღლესმა მცენარეებმა მძლავრი ფესვთა სისტემით დააჩქარეს ნიადაგწარმოქმნის პროცესი. მცენარეების და ცხოველების ცხოველმოქმედების შედეგად ხდება ნაცროვანი და მცენარეების აზოტოვანი კვების ელემენტებით გამდიდრებული ორგანული ნარჩენების და ჰუმუსის დაგროვება. ყოველივე ეს აუმჯობესებს წყლოვან, თბურ რეჟიმს, თანდათანობით ქანზე ყალიბდება ნიადაგი. უმარტივესი მიკროორგანიზმებიდან უმაღლეს მცენარეებამდე მცენარეული საფრის და, შესაბამისად, ნიადაგის ძირითადი მაჩვენებლების ცვლა ხორციელდებოდა მილიონი წლის მანძილზე. დედამიწაზე სიცოცხლის ისტორიულ განვითარებასთან ერთად იზრდებოდა ინდივიდთა, მცენარის და ცხოველის ცალკეული სახეობის რაოდენობა, მატულობდა ორგანული ნივთიერების საერთო მასა, გროვდებოდა მწვანე მცენარის მიერ აკუმულირებული მზის ენერგია. ნიადაგწარმოქმნის პროცესი ვითარდებოდა და რთულდებოდა მცენარეული და ცხოველთა სამყაროს ევოლუციასთან ერთად.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რაში მდგომარეობს ნიადაგწარმოქმნის ენერგეტიკის არსი?
2. რომელია ნიადაგწარმოქმნის ძირითადი ენერგეტიკული წყარო?
3. როგორ შეიძლება გაითვალოს ნიადაგში მოსული ენერგიის რაოდენობა?
4. როგორია ნიადაგწარმოქმნის ენერგეტიკაში გეოგრაფიული გარემოს ფაქტორების მნიშვნელობა?
5. რა მნიშვნელობა აქვს კლიმატურ და ბიოლოგიურ ფაქტორებს ნიადაგწარმოქმნის ენერგეტიკის შესაფასებლად?

თავი 4. გეოგრაფიული ფაქტორის წვლილი ნიადაგწარმოქმნის მატერიალურ საფუძველში

ნიადაგწარმოქმნის მატერიალური საფუძველი საკმაოდ ჭრელია, რადგანაც ნიადაგის ფორმირებაში ჩართული ნივთიერება მრავალფეროვანია; ერთიმეორისგან განსხვავდება შედგენილობით, შენებით, ფაზური მდგომარეობით. ნიადაგწარმოქმნაში მატერიალურ კომპონენტებად მონაწილეობენ ქანის მინერალები, ცოცხალი ორგანიზმები, მკვდარი ნარჩენები, წყალი და მასში გახსნილი ნაერთები, ჰაერის გაზისებრი შემადგენლები და ა.შ. ნიადაგწარმოქმნის მატერიალურ საფუძველში გეოგრაფიული ფაქტორების წვლილის შესაფასებლად საჭიროა ყველა ამ ნივთიერების რომელიმე უნივერსალურ მახასიათებელზე დაყრდნობა. ასეთი მახასიათებელი შეიძლება იყოს მისი ქიმიური შედგენილობა, რადგანაც ნიადაგწარმოქმნის დროს ყველა ნივთიერება ურთიერთქმედებს როგორც ქიმიური ნაერთი.

ერთიანი გეოგრაფიული გარსის სხვადასხვა სხეულის ქიმიური შედგენილობის შესადარებლად იყენებენ მასის წილებში გამოხატულ მოცემულ ობიექტში სხვადასხვა ქიმიური ელემენტის საშუალო შემადგენლობის მონაცემს. ეს სიდიდე ცნობილია, როგორც კლარკი, ამერიკელი გეოქიმიკოსის, ფ. კლარკის პატივსაცემად, რომელმაც პირველად 1924 წელს გამოთვალა ლითოსფეროში ელემენტების საშუალო შემცველობა.

კლარკის სიდიდის მიხედვით ქანების ქიმიური ელემენტები გაერთიანებულია სამ ჯგუფში:

1. მაკროელემენტები კლარკის მნიშვნელობით $n \cdot 10$-დან $n \cdot 10^{-1}$-მდე;
2. მიკროელემენტები კლარკით $n \cdot 10^{-3}$-დან $n \cdot 10^{-5}$-მდე;
3. ულტრამიკროელემენტი კლარკით $< n \cdot 10^{-5}$.

როგორც ჩანს, ქანების ძირითადი მასა წარმოდგენილია: O, Si და Al, რომლებიც ჯამში შეადგენენ 84,1%. თუ ამ სამ ელემენტს დავუმატებთ კიდევ ხუთს – Fe, Na, Ca, K, Mg, რომელთა კლარკი მდებარეობს 5-დან 1 ფარგლებში, მაშინ ეს რვა ელემენტი შეადგენს ქანების მასის 99%. ამგვარად, დანარჩენ ელემენტებზე მოდის ლითოსფეროს მასის მხოლოდ 1,0%.

მიკრო- და ულტრამიკროელემენტებს დიდი მნიშვნელობა აქვთ მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმების ნორმალური ფუნქციონირებისთვის.

რელიეფის გავაკებულ პირობებში, მთათაშორის დეპრესიებში სუსტი დრენირებით (კოლხეთის დაბლობი, ალაზნის ვაკე და სხვ.) ნიადაგწარმოქმნაზე გარკვეულ გავლენას ახდენს გრუნტის წყალი. მისი ქიმიური შედგენილობა მერყეობს დიდ ფარგლებში ჰიდროკარბონატული შემადგენლობის ულტრამტკნარი და მტკნარი წყლიდან, რომელთა მინერალიზაცია არ აღემატება 0,2 გ/ლ სულფატურ-ქლორიდული ან ქლორიდული მაგნიურ-ნატრიუმიან მარილწყლამდე მინერალიზაციის 100-200 გ/ლ. გრუნტის წყლიდან აღმავალი მიმართულებით ნიადაგის ზედა გამომშრალი ზონისკენ ნივთიერებების გადაადგილება განსაკუთრებით ინტენსიურია არიდულ რეგიონებში.

ცხრ. 9. ქანის საშუალო ქიმიური შედგენილობა მასის წილებში

მაკროელემენტები			
O – 47 Si – 29 Al – 8.1 Fe – 4,7 Ca – 3,3	Na – 2,5 K – 2,5 Mg – 1,9 Ti – 0,5	H – 0,2 Mn – 0,1 P – 0,1 F – 0,06	S – 0,05 Sr – 0,03 C – 0,02 Cl – 0.02 Zr – 0,02
მიკროელემენტები Li, Be, B, N, Sc, V, Cr, Ni, Cu, Zn, Co, Pb, Ca, Nb, Y, La, Nd, Th, Rb, Ge, As, Br, Mo, Sn, Cs, W, U, Cd, Sn, Sb, I, იშვიათი მინები			
ულტრამიკროელემენტები Se, Pd, Ag, Te, Re, Au, Hg, Bi, Ra და სხვ.			

ცოცხალი ორგანიზმები შთანთქავენ ლითოსფეროს ქიმიურ ელემენტებს. ცოცხალ ორგანიზმებში ატმოსფეროდან შემოსულ ელემენტებთან ერთად ხდება მათი გადაჯგუფება და ისინი ბრუნდებიან ნიადაგების სხვა ფორმებსა და შეფარდებებში, ვიდრე იყვნენ საწყის მდგომარეობაში (ცხრ. 10).

ცოცხალი ორგანიზმები ძირითადში შედგებიან O, C და H ნაერთებისგან, რომელთა ჯამი შეადგენს მათი მასის 98,5%. ცოცხალ ნივთიერებაში N მცირეა (0,3%) და მხოლოდ ზოგიერთ ორგანიზმში (მაგალითად, ბაქტერიებში) ის აღწევს რამდენიმე პროცენტს. ცოცხალი ორგანიზმების შემადგენლობაში აღინიშნება სხვა ელემენტებიც. დაწვის ან ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციის შემდეგ წარმოქმნიან ნაცროვან ნარჩენს. ორგანიზმების საშუალო ნაცროვნობა მცირეა – დაახლოებით 1,5%, მაგრამ მრავალ სახეობაში ის მნიშვნელოვნად დიდია – 5-7 %, ხოლო ზოგიერთ, ძლიერი დამლაშების პირობებისადმი შეგუებულ მცენარეში ის აღწევს 20%.

ცხრ. 10. ცოცხალი ორგანიზმების საშუალო ქიმიური შედგენილობა

მაკროელემენტები		
O – 70 C – 18 H – 10,5 Ca – 0,5	Na – 0,3 Si – 0.2 Mg – 0,04 P – 0.07	S – 0,05 Na – 40.02 Cl – 0,02 Fe – 0,01
მიკროელემენტები Al, Ba, Sr, Mn, B, Th, P, Ti, F, Zn, Rh, Cu, V, Cr, Br, Ge, Ni, Pb, Sn, As, Co, Li, Mo და სხვ.		
ულტრამიკროელემენტები Se, U, Hg, Ra და სხვ.		

ქიმიური ელემენტის შემცველობის მიხედვით ნიადაგი იკავებს გარდამავალ მდგომარეობას ქანსა და ცოცხალ ორგანიზმს შორის. პირველ რიგში ეს ეხება ისეთ ელემენტს, როგორიცაა ჟანგბადი: ნახშირბადი და აზოტი (ცხრ.11).

ცხრ. 11. ქანში, ნიადაგში და ცოცხალ ორგანიზმში ზოგიერთი ქიმიური ელემენტის საშუალო შემცველობა

ელემენტები	ქანი	ნიადაგი	ცოცხალი ორგანიზმები
O	47	55	70
C	0,02	5	18
H	0,15	5	10,5
N	0,02	0,1	0,3

როგორც ჩანს, ნიადაგებში O შემცველობა აღწევს 55 %, ე.ი. ახლოს არის ელემენტის საშუალო მნიშვნელობასთან ქანსა (47%) და ცოცხალ ორგანიზმში (70%): C – 5% (შესაბამისად, 0,02 და 18%); H – 5% (0,15 და 10,5%); N – 0.1% (შესაბამისად, 0,02 და 0,3%).

ნიადაგწარმოქმნის პროცესში გეოლოგიური და ბიოლოგიური ფაქტორის შედარებისას საჭიროა აღინიშნოს, რომ, მართალია, ნიადაგში ორგანული ნივთიერების მასა საშუალოდ 1-დან 10%-მდეა, მაგრამ ის საკმაოდ დინამიკურია და მუდმივად ხდება მისი დაბრუნება ნიადაგში. რაც უფრო ხანგრძლივია ნიადაგწარმოქმნის პროცესი, მით უფრო მკაფიოდ მჟღავნდება ნიადაგის შემადგენლობაზე სწრაფ ბიოლოგიურ ციკლთან დაკავშირებული კომპონენტების ზემოქმედება, რადგანაც მათი ჯამური მონაწილეობა ნიადაგწარმოქმნაში დროთა განმავლობაში სულ უფრო იზრდება.

კლიმატური ფაქტორით განპირობებულია ატმოსფეროდან ნიადაგში ნივთიერების შემოსვლა. ატმოსფერული ნალექი უზრუნველყოფს ნიადაგის სისქეში ტენის მუდმივ მარაგს, რომელიც იცვლება ცალკეული ბუნებრივი სარტყლის მიხედვით.

ყოველწლიურად ხდება ტენის მარაგების აღდგენა. ნიადაგის ფუნქციონირებაში მონაწილეობს წყლის საკმაოდ დიდი მასა, რომლის სიმძლავრის შრე იზომება ათეული და ასეული მეტრით. წყლის მასის ზემოქმედება აისახება ნიადაგში. მათი ნაწილის შებოჭვა ხდება ჰიდრატული და კრისტალიზაციული ტენის სახით. წყალი მონაწილეობს მინერალური და ორგანული ნაერთების გახსნაში, მათ გადანაწილებაში ნიადაგში და მის ფარლებს გარეთ მოძრავი ნივთიერების გატანაში. ამის გარდა, ატმოსფერული ტენი მონაწილეობს ბიომასის ყოველწლიური ახალი პროდუქციის წარმოქმნაში და ნანილობრივ ბრუნდება მცენარეულ და ცხოველურ ნარჩენთან ერთად.

ატმოსფერული ტენი შეიცავს სხვადასხვა გახსნილ ნივთიერებას და წვრილ ნაწილაკს. მასში ყოველთვის აღინიშნება ნახშირმჟავა, რომელიც დისოციაციის დროს იძლევა წყალბადის (H^+) და ჰიდროკარბონატის (HCO_3^-) იონს. წყალბადის იონის შემცველობა ატმოსფეროს ნალექში აღწევს სიდიდეს, რომელიც შეესაბამება pH 5-7. ჰიდროკარბონატული იონის შემცველობა შესაბამისად შეადგენს 0,12 მგ/ლ.

ატმოსფერული ნალექი შეიცავს აზოტის ოქსიდებს, რომლებიც ჩნდება ატმოსფეროში ელექტრული განმუხტვის დროს. ხშირი ჭექა-ქუხილის და ნალექების დიდი რაოდენობის დროს (მაგალითად, ტენიან-ტროპიკულ ოლქებში) ნაერთები შეიძლება ილექებოდნენ ნიადაგის ზედაპირზე წელინადში 25 – 30 კგ 1 კმ^2. ატმოსფერულ ტენში აზოტის ოქსიდების გახსნისას წარმოიქმნება ძლიერდისოცირებული აზოტ-

მჟავა. ეს კიდევ უფრო ზრდის ატმოსფერული ტენის ხსნად და ჰიდროლიზურ მოქმედებას. აზოტმჟავა არის აგრეთვე კარგი დამჟანგველი.

ატმოსფერულ ნალექში ყოველთვის აღინიშნება გახსნილი მარილების გარკვეული რაოდენობა. მათი ნაწილი (დაახლოებით 3–5 მგ/ლ) არის ოკეანური წარმოშობის. ძირითადში ეს არის ნატრიუმის და მაგნიუმის ქლორიდი, რომელიც ჩართულია ატმოსფერულ-პლანეტარულ მიგრაციულ დინებებში ზღვების და ოკეანეების ზედაპირიდან შტორმების და ქარბორბალების დროს. მათი რაოდენობა იზრდება ოკეანურ სანაპიროებთან 30 მგ/ლ-მდე. ნალექებთან ერთად ნიადაგში მოტანილი მარილების სხვა ნაწილს აქვს კონტინენტური წარმოშობა და დაკავშირებულია ატმოსფეროს დამტვერიანებასთან. ატმოსფეროს მიწისპირა ნაწილების გაელისას ნალექები მდიდრდება მტვერში არსებული გახსნილი კომპონენტებით. კონტინენტური მარილების რაოდენობა და შემადგენლობა დამოკიდებულია ქვაფენილი ზედაპირის ლანდშაფტურ თავისებურებაზე, გადახვნის ხარისხზე და ტერიტორიის ათვისების ხასიათზე. ასეთი გზით ნალექის მინერალიზაციის წილი შეადგენს 10-დან 60 მგ/ლ-მდე და მეტს. მარილების შემადგენლობაში მონაწილეობენ ჰიდროკარბონატები, სულფატები და კალციუმის, კალიუმის, ნატრიუმის და მაგნიუმის ქლორიდები. ატმოსფერულ ნალექში მოხვედრილი მარილების ნაწილი გამოიყოფა მცენარის მიერ ტენის ტრანსპირაციის და წყალსატევის და ნიადაგის ზედაპირიდან მისი აორთქლების დროს.

ატმოსფერულ ნალექთან ერთად ხმელეთის ზედაპირზე მოსული მარილების საერთო რაოდენობა საშუალოდ შეადგენს 12 ტ/მ² წელიწადში. ნიიადაგის ზედა ჰორიზონტში მოსული მარილი არსებით გავლენას ახდენს ნიადაგწარმოქმნაზე.

ნიადაგწარმოქმნის მატერიალურ საფუძველში გარკვეულ როლს თამაშობს ატმოსფერული ჰაერი, რომელიც ნიადაგში აზოტის მთავარი წყაროა. მისი შემცველობა ატმოსფეროში 75% აღემატება, რაც საკმაოდ დიდ სიდიდეს წარმოადგენს ლითოსფეროში აზოტის წილთან შედარებით, სადაც ის მიეკუთვნება მიკროელემენტებს. აზოტი – ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი ელემენტია, რომელიც აუცილებელია ყველა ცოცხალი ორგანიზმისთვის, რადგანაც წარმოადგენს ცილების შემადგენელ ნაწილს. ატმოსფეროდან აზოტი ხვდება ნიადაგში ნალექთან ერთად ოქსიდების სახით და აგრეთვე ატმოსფეროსა და ნიადაგს შორის ჰაერცვლის დროს. ამ დროს ის აითვისება განსაკუთრებული აზოტფიქსირებადი მიკროორგანიზმებით და გადადის ცოცხალ ფაზაში.

მეორე მთავარი ელემენტი, რომელიც ხვდება ნიადაგში ატმოსფეროდან, არის ჟანგბადი. მაგრდება ნიადაგში მინერალური და ორგანული კომპონენტის დაჟანგვისას, რაც თან ახლავს გამოფიტვას და ნიადაგწარმოქმნას.

საკმაოდ ენერგიული დამჟანგველია აგრეთვე ოზონი და, ამიტომ, მიუხედავად მისი ატმოსფეროში უმნიშვნელო შემცველობისა, ის დიდ როლს თამაშობს ნიადაგურ დაჟანგვით პროცესში.

ნიადაგის სიცოცხლეში განსაკუთრებით დიდია ატმოსფერული ნახშირმჟავას მნიშვნელობა. ფოტოსინთეზის დროს მცენარის მიერ ასიმილირებული ნახშირმჟავას ნახშირბადი მიდის მცენარეული ქსოვილის სხვადასხვა ორგანული ნივთიერების შექმნაზე, ხოლო შემდეგ ორგანულ ნარჩენთან ერთად ხვდება ნიადაგში. ნიადაგის სპეციფიკურ ორგანულ ნივთიერებაში – ჰუმუსში, რომელიც წარმოიქმნება ორგანული ნარჩენების დაშლისას, ნახშირბადი შეადგენს დაახლოებით 58%.

ატმოსფეროდან ნახშირმჟავა აირი ხვდება ნიადაგში თხიერ ატმოსფერულ ნალექთან ერთად, რომელშიც ის იხსნება სუსტად დისოცირებული ნახშირმჟავას ($H_2O + CO_2 \rightarrow H_2CO_3$) წარმოქმნით. წყალში გახსნილი ნახშირმჟავა ააქტიურებს წყალბადის იონით ფუძეების ჩანაცვლების პროცესს, რაც ხდება ქანის მინერალების მჟავური ჰიდროლიზის დროს. ამის შედეგად წარმოიქმნება სხვადასხვა ნახშირმჟავა მარილი, ე.ი. ატმოსფეროს ჰაერის ნახშირბადი უკავშირდება არა ორგანულ, არამედ მინერალურ ფორმებს.

ატმოსფერულ ჰაერში არსებობს ზოგიერთი სხვა მინარევი, რომელთა შემცველობა არ არის მუდმივი და იზრდება თანამედროვე ვულკანიზმის და განვითარებული მრეწველობის ოლქებში. ეს არის ნახშირბადის ოქსიდი, გოგირდოვანი აირი, აზოტის ოქსიდი, ამიაკი და მთელი რიგი სხვა ნაერთი.

ამგვარად, ნიადაგწარმოქმნის მატერიალური საფუძველი იქმნება ორი –გეოლოგიური და ბიოლოგიური ფაქტორის გაბატონებული როლით. ნიადაგში ქანს შეაქვს სხვადასხვა მინერალური კომპონენტი, რაზეც მოდის მთელი ნიადაგური მასის 90%-ზე მეტი. ორგანული ნაერთი შეადგენს ნიადაგის მცირე ნაწილს, მაგრამ შედარებით ინერტული მინერალური მასის ფონზე ცოცხალი ნივთიერების განახლების და მცენარეული და ცხოველური ნარჩენის ციკლი უფრო სწრაფად მიმდინარეობს. დროთა განმავლობაში მნიშვნელოვნად იზრდება ორგანული ნივთიერების ჯამური მონაწილეობა გეოლოგიური ბუნების ნივთიერებასთან ურთიერთქმედების პროცესში. კლიმატური ფაქტორის წვლილი ნიადაგწარმოქმნის მატერიალურ საფუძველში მდგომარეობს ნიადაგის გამდიდრებაში ატმოსფერული ტენით, ჰაერით და მტვრით. ამ ასპექტში რელიეფი გავლენას ახდენს მხოლოდ მინერალური ნიადაგური კომპონენტის გადანაწილებაზე.

ნიადაგწარმოქმნის დინამიკა გამოიხატება ციკლური ან წინსვლადი შეუქცევადი ხასიათის ნიადაგური თვისებების შეცვლაში.

ქანი, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი, საკმაოდ ინერტულია. დედამიწის ზედაპირის დიდ სივრცეზე ქანი პრაქტიკულად არ ამჟღავნებს რაიმე ლითოგენურ ცვლილებას ათეული და ასეული ათასი წლის განმავლობაში. ამავდროულად, არსებობს რიგი გეოლოგიური მოვლენა, რომელიც იწვევს ქანის შეცვლას, რაც აისახება ნიადაგწარმოქმნის დინამიკაში. ასეთი მოვლენა შეიმჩნევა მდინარის ჭალასა და დელტაში, პროლუვიური გამოზიდვის კონუსზე, სადაც ადგილი აქვს ნიადაგის გადამარხებას ალუვიური, დელუვიური ან ეოლური ნაფენით. ნიადაგის სწრაფი, რეგულარული გადაფარვა მინერალური მასალის ახალი ულუფით, დამახასიათებელია თანამედროვე ვულკანური მოქმედების ოლქებში ვულკანების ამოფრქვევის პერიოდებში. ყველა ამ შემთხვევაში სუსტდება ნიადაგწარმოქმნის გამოხატულება, ის უბრუნდება წინამორბედ სტადიას, რადგანაც იწყება მატერიალური სუბსტრატის ახალი ნაფენის ათვისება ნიადაგური პროცესით.

ნიადაგწარმოქმნის პროცესის დინამიკაზე მსგავსად ახდენს გავლენას ნიადაგის ზედაპირიდან მასალის მოცილება. ამ სიტუაციაში ნიადაგწარმოქმნა აგრეთვე იწყებს ქანის ახალი შრის დამუშავებას. ბუნებრივ პირობებში ნიადაგის აჩქარებული დენუდაცია და, შესაბამისად, მინერალური ნაწილის განახლება დამახასიათებელია მთიანი ოლქებისთვის მკვეთრად დანაწევრებული რელიეფით, რომელიც არასაკმარისად იცავს ნიადაგს წყლის ეროზიისგან და, განსაკუთრებით, დეფლაციისგან. ნიადაგური საფრის სამეურნეო გამოყენების დროს ნიადაგის აჩქარებული, ხშირად

კატასტროფული, ეროზია და დეფლაცია შეიმჩნევა ტერიტორიის არასწორი გადახვნისას, საქონლის გადაჭარბებული ძოვების და სხვ. ასეთ შემთხვევაში დენუდაციის სისწრაფე გამოიხატება ყოველწლიურ ჩამორეცხვაში, რომელიც აღწევს 150 ტ/ჰა და მეტს.

უმეტეს ნიადაგში ქანის ერთი და იგივე მასა მონაწილეობს არსებობის პრაქტიკულად მთელი დროის მანძილზე. ამიტომაც უმეტეს ნიადაგში მინერალური საფუძველი გამოირჩევა განახლების ძალიან დაბალი ციკლით და, ამგვარად, გეოლოგიური ფაქტორის მონაწილეობა ნიადაგწარმოქმნის დინამიკაში საკმაოდ შეზღუდულია.

ბიოლოგიური ფაქტორი ძალიან ცვალებადია და მასთან არის დაკავშირებული ნიადაგის ფუნქციონირების მრავალი მექანიზმი. ბიოლოგიური ფაქტორის ცვალებადობა იმით არის განპირობებული, რომ ცოცხალი ორგანიზმი არის დინამიკურ ურთიერთობებში გარემოსთან. მათგან მრავალი იმყოფება ნიადაგში მუდმივ მოძრაობაში ტენის, საკვების და სითბოს მოსაძებნად. ცოცხალ ნიადაგურ ორგანიზმსა და გარემოს შორის მიმდინარეობს ნივთიერების მუდმივი ცვლა. ამის გარდა, ცოცხალი ორგანიზმის არსებობის პერიოდები შედარებით ხანმოკლეა – რამდენიმე დღიდან (მიკროორგანიზმები) ასეულ წლამდე (ზოგიერთი უმაღლესი მწვანე მცენარე), ე.ი. ნიადაგის განვითარების პროცესში მასში იცვლება მცენარეული და ცხოველური მაკრო- და მიკროორგანიზმების მრავალრიცხოვანი თაობა. ნიადაგი გაჟღენთილია მიკროსკოპული, მცირე და დიდი ორგანიზმით, რომელიც ააქტივებს ნიადაგურ პროცესს და ამით დიდი წვლილი შეაქს ნიადაგწარმოქმნის დინამიკაში.

ყველაზე უნივერსალურ მოვლენას წარმოადგენს ნივთიერებების ბიოლოგიური წრებრუნვა, რომელიც ახასიათებს სხვადასხვა ცოცხალი ორგანიზმის ურთიერთობას ნიადაგთან, როგორც თავისი არსებობის გარემოსთან. ნივთიერების ბიოლოგიური წრებრუნვა მოიცავს შემდეგ ძირითად რგოლებს:

1. გარემოდან ცოცხალი ორგანიზმებით ქიმიური ელემენტის და მათი ნაერთების შთანთქმა;
2. შთანთქმული ნაერთებიდან ცოცხალი ქსოვილების აგება;
3. ორგანიზმების კვდომა, ორგანული ნარჩენების მინერალიზაცია და გარემოში ელემენტების დაბრუნება.

ნიადაგებში აღინიშნება ქიმიური ელემენტების ბიოლოგიური წრებრუნვის რთული სისტემა, რომელშიც მონაწილეობას იღებენ მიკროორგანიზმები, ნიადაგური ფაუნა და უმაღლესი მცენარეები.

მიკროორგანიზმები შთანთქავენ ნიადაგიდან და უბრუნებენ მას სხვადასხვა ქიმიურ ელემენტს. მიკროსკოპული დიატომური წყალმცენარეები რთავენ ბიოლოგიურ წრებრუნვაში კაჟმიწას, რომელიც საჭიროა ჩონჩხების ასაგებად. რკინაბაქტერიები იღებენ ნიადაგიდან რკინას და მანგანუმს და აგროვებენ მათ თავის სხეულში. ბაქტერიები-აზოტფიქსატორები იყენებენ ნიადაგის გაზისებრი ფაზიდან აზოტს. ბიოლოგიური წრებრუნვის ყველა ეტაპზე ყველა ეს კომპონენტი უბრუნდება ნიადაგს. რაოდენობრივი გამოხატულებით დროის ყოველ მოცემულ მომენტში ასეთი მიკრობიოლოგიური პროცესი ხასიათდება შედარებით დაბალი ტევადობით, მაგრამ მათი მნიშვნელობა ფართოვდება ნივთიერების ცვლის მაღალი სიჩქარის დროს. ნიადაგში მობინადრე ბაქტერიები, სოკოები, აქტინომიცეტები, წყალმცენარეები და უმარტივესი ცხოველები (ამებები, ინფუზორიები და სხვ.) ძალიან სწრაფად

მრავლდებიან და კვდებიან. ცალკეული პოპულაციის სიცოცხლის ხანგრძლივობა შეადგენს 15-20 დღეს და ნაკლებს. დედამინის ზომიერ სარტყლებში სავეგეტაციო პერიოდში იცვლება 6-7, ხოლო სუბტროპიკულ და ტროპიკულ ოლქებში – წელიწადში 20-ზე მეტი თაობა. ყოველი პოპულაციის კედომისას ბაქტერიულ სხეულებთან ერთად ნიადაგში ხვდება მშრალი ორგანული ნივთიერების 5-დან 50-მდე ც/ჰა (10 ყოველწლიური პოპულაციების შემთხვევაში – წელიწადში 500 ც/ჰა-მდე). იმის გათვალისწინებით, რომ ნიადაგის ასაკი მრავალ ას და ათას წელიწადს ითვლის, ეს სიდიდე იზრდება რამდენიმე რიგით და მიუთითებს ნიადაგწარმოქმნის დინამიკაში ნივთიერების მიკრობიოლოგიური წრებრუნვის განსაკუთრებულ მნიშვნელობაზე.

ნიადაგსა და მის ზედაპირზე მობინადრე *ცხოველებს* მიკროორგანიზმებთან შედარებით აქვთ უფრო ხანგრძლივი სასიცოცხლო ციკლი. მაგრამ დიდი მასის შედეგად გამოწვეული პროცესის ტევადობა აღწევს მნიშვნელოვან სიდიდეს. ასე, მაგალითად, ჭიაყელებს, მცენარეული ჩამონაცვენის ჩათრევით ნიადაგის სისქეში, მათი მონელებით და მინერალურ მასასთან ერთად გატარებით, კუჭ-ნაწლავის ტრაქტით შეუძლიათ ერთი სეზონის განმავლობაში გადაამუშაონ ფოთლების ან წიწვების 1,5 ტ და აურიონ 15 ტ მინერალურ ნივთიერებასთან. ზოგიერთ ნიადაგში ერთი წლის განმავლობაში ამ ცხოველებს შეუძლიათ ამოყარონ კაპროგენული მასალის 100-200 ტ/ჰა. 50 წლის განმავლობაში მათ შეუძლიათ გადაამუშაონ ნიადაგის მთელი ზედაპირული შრე. მსხვილი ცხოველები (ვირზაზუნები, თრიები, მელიები) აგებენ ნიადაგში მრავალკილომეტრიან სოროებს, ყრიან დედამინის ზედაპირის ერთ ჰექტარზე ათასობით კუბური მეტრის მასალას. რამდენიმე ათეული წლის განმავლობაში მათ შეუძლიათ მექანიკურად მთლიანად დაამუშაონ ნიადაგი 10-20 სმ სიღრმეზე.

ძალიან დინამიკურია ბიოლოგიური წრებრუნვა, რომელსაც ნიადაგებში ახორციელებენ *უმაღლესი მცენარეები*; გამოიხატება სიცოცხლის მანძილზე როგორც გამონაყოფით (ფესვიდან და ფოთლიდან) და მცენარით სხვადასხვა ნივთიერების შთანთქმით, ასევე მკვდარი მცენარეული ნარჩენის კომპონენტების ბრუნვაში. განსაკუთრებით მასშტაბურია ნივთიერების წრებრუნვა სისტემაში ნიადაგი-მცენარე-ჩამონაცვენი-ნიადაგი, სადაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია:

1. ნიადაგიდან ნივთიერებების შთანთქმა მცენარით;
2. მცენარის მიერ ნიადაგში ნივთიერების დაბრუნება.

მცენარე ქიმიურ ელემენტს შთანთქავს საკმაოდ შერჩევით – თავისი ბიოლოგიური მოთხოვნილების შესაბამისად. ამიტომ ნაცარში უმეტესი ელემენტის შემცველობა არსებითად განსხვავდება ლითოსფეროში საშუალო შემცველობისგან. ელემენტის ბიოლოგიური შთანთქმის ინტენსიურობა გამოიხატება ბიოლოგიური შთანთქმის კოეფიციენტით, რომელიც მიიღება მცენარის ნაცარში არსებული ელემენტის რაოდენობის გაყოფით ნიადაგსა და ქანში არსებული ელემენტის რაოდენობაზე. თუ ავიღებთ მინისზედა მცენარის ნაცრის საშუალო შედგენილობას და გავიანგარიშებთ ლითოსფეროს კლარკებთან შეფარდებით ბიოლოგიური შთანთქმის კოეფიციენტს A_x, შეიძლება მივიღოთ კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა და დავაჯგუფოთ ქიმიური ელემენტები ბიოლოგიური შთანთქმის ინტენსიურობის გარკვეულ რიგში:

I. ენერგიულად დაგროვებადი ($A_x = n \cdot 10 - n \cdot 100$) : P, S, Cl, I.
II. ძლიერ დაგროვებადი ($A_x = n$) : K, Ca, Mg, Na, Sr, B, Zn, Ag.
III. სუსტად და საშუალოდ დაგროვებადი ($A_x = 0, n - n$) : Mn, Ba, Cu, Ni, Co, Mo, As, Cd, Be, Hg, Se.

IV. სუსტად დაგროვებადი ($A_s = 0, n$) : Fe, Si, F, Rb, V, Li, Y, Cs.

V. სუსტად და ძალიან სუსტად დაგროვებადი ($A_s = 0, 0\ n - 0, n$) : Ti, Cr, Pb, Al, U, Zr.

მცენარის ნაცარში ელემენტის ფარდობითი შემცველობა და შეფარდება, ბიოლოგიური შთანთქმის განსხვავებული ინტენსივობის გამო, არსებითად სხვაა, ვიდრე სანყის ქანში. მცენარის ნაცარში გროვდება ათეულ და ასეულჯერ მეტი P, S, რამდენიმეჯერ მეტი K, Ca, Mg და მიკროელემენტი: I, B, Zn, Ag. და, პირიქით, მცენარის ნაცარში ნაკლებია ლითოსფეროში გავრცელებული ისეთი მაკროელემენტები, როგორიცაა: Si, Al, Fe.

სისტემაში მცენარე-ჩამონაცვენი-ნიადაგი ბიოლოგიური წრებრუნვის მეორე ჯაჭვია ნიადაგის სისქეში ნივთიერების დაბრუნება მკვდარ მცენარეულ ნარჩენთან ერთად. ხარისხობრივად, გარდა ელემენტის ორგანოგენებისა (O, C, H, N), ქიმიური ელემენტი ბრუნდება იმავე შეფარდებაში, რომელიც ასახულია ბიოლოგიური შთანთქმის ინტესიურობის რიგში. მასით კორელაციაში იქნება ჩამონაცვენთან მოსულ ორგანული ნივთიერების რაოდენობასთან და მის ნაცრიანობასთან.

ნიადაგში და მის ზედაპირზე ყოველწლიურად მოსული მცენარეული ნარჩენის რაოდენობა მცენარეულობის უმრავლესი ტიპისთვის შეადგენს ჰექტარზე ათეულ ცენტნერს.

ნივთიერების ბიოლოგიური ნრებრუნვის ინტენსიურობა დგინდება ყოველწიური ჩამონაცვენის შეფარდებით მკვდარი დაუშლელი ორგანული ნივთიერების მასასთან. ნიადაგის ზედაპირზე ჩვეულებრივ შეიმჩნევა მკვდარი საფრის ან ბალახოვანი ქეჩის დაგროვება. მცენარეული ნარჩენის დაშლა, ჰუმიფიკაცია და მინერალიზაცია უფრო ნელა მიმდინარეობს, ვიდრე ახალი მინისზედა ჩამონაცვენის შემოსვლა. ყოველწლიურად დაუშლელი მცენარეული ნარჩენის ნაწილი რჩება ნიადაგის ზედაპირზე. ორგანული ნარჩენის დაშლის სისწრაფის დადგენა ხდება გარკვეულ ფართობზე მკვდარი საფრის ან ქეჩის შეფარდებით ამ ფართობზე ყოველწლიურად მოსული ახალი ჩამონაცვენის რაოდენობასთან.

ტენიან ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ტყეში, მიუხედავად ყოველწლიური ჩამონაცვენის საკმაოდ დიდი სიდიდისა, დაშლა ხორციელდება ერთ წელზე ნაკლებ დროში (მკვდარი საფრის შეფარდება ჩამონაცვენთან – 0,5 – 0,7), ხოლო წიწვიან ტყეში – 15-20 წლის განმავლობაში. ველებსა და სავანებში მცენარეულ-ბალახოვან ტიპებში მცენარეული ნარჩენის დაშლა უფრი სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე ზომიერი სარტყლის ტყეში და ნიადაგის ზედაპირზე გროვდება ძირითადში მხოლოდ მიმდინარე წლის ჩამონაცვენი. უდაბნოებში ჩამონაცვენი მცირეა და სწრაფად მინერალიზდება. ორგანული ნივთიერების დაშლის ყველაზე დაბალი ტემპი ბუჩქოვან ტუნდრებშია, სადაც ნიადაგის ზედაპირზე აღინიშნება ყოველწლიური ჩამონაცვენის ძალიან დაბალი რაოდენობა და მკვდარ საფარში გროვდება ორგანული ნივთიერების 90-წლიანი მარაგი.

ნიადაგწარმოქმნის *კლიმატური* ფაქტორი არანაკლებ დინამიკურია, ვიდრე ბიოლოგიური. ატმოსფეროს და ნიადაგს შორის წყალ-, ჰაერ-, თბოცვლის ციკლურობასთან, ნიადაგურ სისქეში სითბოს, ტენის და ჰაერის გადაადგილებასთან დაკავშირებულია მრავალი ნიადაგური პროცესი.

ნიადაგში ნალექთან ერთად მოსული ტენი P იხარჯება აორთქლებაზე E, დესუქციაზე D, ზედაპირულ ჩამონადენზე F_1, შიდანიადაგურ ჩამონადენზე F_2. ნალექების

დიდი რაოდენობის შემთხვევაში ნალექის ნაწილი ჩაიჟონება მთელი ნიადაგური სისქის გავლით, ე.ი. მიდის ინფილტრაციაზე *I* და გრუნტის წყლის შევსებაზე.

ავტომორფული პლაკორული ნიადაგის წყლის ბალანსი, ე.ი. ნიადაგის, რომელიც ვითარდება რელიეფის ამაღლებულ, შედარებით გავაკებულ ელემენტზე და იღებს დამატებით ტენს ზედაპირული ჩამონადენის ან გრუნტის წყლის ხარჯზე, შეიძლება წარმოვიდგინოთ განტოლებით $P = E + D + F1 + F2 + I$. შეფარდება ნალექის წლიურ ჯამსა P (მმ) და აორთქლების წლიურ ნორმას E_n (მმ) შორის გამოიყენება, როგორც ტერიტორიის დატენიანების ხარისხის მაჩვენებელი $K_დ = P/E_n$. დატენიანების კოეფიციენტის შებრუნებული სიდიდე ცნობილია სიმშრალის ინდექსის სახელწოდებით: $K_ბ = E/P$.

აორთქლება E_n – წყლის სვეტის მილიმეტრებში გამოხატული ტენის რაოდენობა, რომელიც შეიძლება აორთქლდეს მოცემულ კლიმატურ პირობებში ღია წყლის ზედაპირიდან ან მუდმივად გადატენიანებული ნიადაგის ზედაპირიდან.

ცხრ. 12. სხვადასხვა ლანდშაფტური ზონის ნიადაგის ატმოსფერული დატენიანება

ლანდშაფტური ზონა	ნიადაგი	ნალექების საშუალო წლიური ჯამი, მმ	სიმშრალის ინდექსი $K_ბ$	დატენიანების კოეფიციენტი $K_დ$	ნიადაგების წყლის რეჟიმის ტიპი
ტუნდრა	ტუნდრა-ლებიანი, ჭაობიანი	100-250	<0,45	>2,2	ძირითადში ნყალმდგომი
ტაიგა	ეწერი, პოდბურები	350-600	0,45-0,8	2,2-1,2	ჩამრეცხი
ტყე-სტეპი	ტყის რუხი	350-500	0,8-1,2	1,2-0,5	პერიოდულად ნამრეცხი
სტეპი	შავმიწა, წაბლა	250-400	1,2-3,0	0,6-0,3	არაჩამრეცხი
ნახევრად უდაბნო	მურა	150-250	3,0-5,0	0,3-0,2	"
უდაბნო	რუხი-მურა	<150	>5,0	<0,2	"
ტენიანი სუბტროპიკული ტყე	ნითელმიწა, ყვითელმიწა	1000-2600	0,45-0,6	2,2-1,	ჩამრეცხი

რადგანაც მოსული ატმოსფერული ტენის რაოდენობა და აორთქლება იცვლება ლანდშაფტური ზონის მიხედვით დიდ ფარგლებში, ამიტომ ზონალური განსხვავებები დატენიანების კოეფიციენტის მნიშვნელობებში (ან სიმშრალის ინდექსში) აგრეთვე მნიშვნელოვანია.

დატენიანების კოეფიციენტის, დრენირების ხასიათის და გრუნტის წყლების დონის მიხედვით ნიადაგში ფორმირდება წყლის რეჟიმის სხვადასხვა ტიპი: ჩამრეცხი, წყალმდგარი, არაჩამრეცხი, ცვარიანი.

ატმოსფერულ-კლიმატური მოვლენის დინამიკით ბევრად არის განპირობებული ნიადაგის ჰაეროვანი რეჟიმი. ნიადაგსა და ატმოსფეროს შორის ჰაერცვლის სისწრაფეზე გავლენას ახდენს ნიადაგის ტენიანობა და ტემპერატურა, ქარის სი-

ძლიერე, ბარომეტრული წნევის ზრდა და დაცემა. ატმოსფერულთან ნიადაგური ჰაერის გაცვლით პროცესს აქვს დღეღამური და წლიური სვლა. ჰაერცვლის დროს ნიადაგიდან ძირითადში გამოიყოფა ფესვიდან და მიკროორგანიზმიდან განთავისუფლებული ნახშირმჟავა, ხოლო ნიადაგში ატმოსფეროდან ხვედება ჟანგბადი სანაცვლოდ იმისა, რაც დაიხარჯა ნიადაგურ სისქეში სუნთქვასა და მინერალის და ორგანული ნარჩენის დაჟანგვაზე. არაგადატენიანებულ ნიადაგში საშუალო ფორიანობით ზაფხულში დღე-ღამეში გამოიყოფა ნახშირმჟავას აირის 2-დან 10 ლ/მ^2-მდე და ამდენივე რაოდენობით შთაინთქმება ჟანგბადი. ნიადაგის ზედა ნაწილში სრული აირცვლა ხორციელდება რამდენიმე საათის განმავლობაში.

კლიმატური მახასიათებლების კიდევ ერთი წარმოებულია ნიადაგის *თბური* (ან *ტემპერატურული*) *რეჟიმი*. მზის სითბოს რაოდენობა, რომელსაც იღებს ნიადაგი, ისევე როგორც სითბოს რაოდენობა, რომელსაც ის გასცემს ატმოსფეროში, პერიოდულად იცვლება დღე-ღამის და წლის სეზონის მიხედვით. დღეღამურ ციკლში მზის ამოსვლიდან და 14 საათამდე ნიადაგი თბება, მერე თანდათანობით იწყებს გაცივებას. მაქსიმალური გაცივება აღინიშნება ღამის, დაახლოებით, 4-5 საათზე.

წლიურ ციკლში ნიადაგი თბება გაზაფხულის პირველი თვიდან შუა ზაფხულამდე, შემდეგ თანდათანობით ცივდება, ტემპერატურის დღეღამური ცვლილება ჩვეულებრივ მჟღავნდება დაახლოებით 50 სმ-მდე. ტემპერატურის წლიური რყევადობა ვრცელდება რამდენიმე მეტრზე. ნიადაგის სისქეში სითბოს გავრცელებას ესაჭიროება თბოგამტარობით განპირობებული გარკვეული დრო, ამიტომ სიღრმით შეიმჩნევა, ნიადაგის ზედაპირთან შედარებით, შესაბამისი ტემპერატურების სულ უფრო მეტი დაგვიანება.

ამჟამად გამოიყოფა ნიადაგების ტემპერატურული რეჟიმები, რომლებიც ითვალისწინებს ნიადაგის ყინვადობის პროცესებს, ე.ი. დინამიკურ მაჩვენებელს: მზრალური, ხანგრძლივად სეზონურ-ყინვადი, სეზონურად ყინვადი, არაყინვადი, მუდმივად თბილი, მუდმივად ცხელი.

ამგვარად, ნიადაგწარმოქმნის მექანიზმში, გეოგრაფიული გარემოს ფაქტორის წვლილის შეფასებისას, ლაპარაკია ბიოლოგიური (ნივთიერებების წრებრუნვა სისტემაში ორგანიზმი-ნიადაგი) და კლიმატური (ნიადაგის წყლოვანი, ჰაეროვანი და თბური რეჟიმი) ფაქტორების წარმოებულებზე. გაცილებით ნაკლები მნიშვნელობა აქვთ გეოლოგიურ და გეომორფოლოგიურ ფაქტორს.

ნიადაგწარმოქმნის ყველა მექანიზმი და პროცესი, რომელიც ასე თუ ისე ასახავს გეოგრაფიული ფაქტორის დინამიკას, წარმოადგენს ცალკეულ ფიზიკურ, მექანიკურ, ქიმიურ ან ბიოლოგიურ პროცესს, რომელიც შეიძლება გაერთიანდეს ოთხ ჯგუფში:

1. ნივთიერების და ენერგიის ცვლა ნიადაგსა და სხვა ბუნებრივ სხეულს შორის;
2. ნიადაგში ნივთიერების და ენერგიის გარდაქმნა;
3. ნიადაგში ნივთიერების ფიზიკური მდგომარეობის შეცვლა;
4. ნიადაგში ნივთიერების და ენერგიის გადაადგილება.

პირველ ჯგუფს (ნივთიერების ცვლა) მიეკუთვნება შემდეგი პროცესები:

ა) აირის მრავალმხრივი ცვლა სისტემაში ატმოსფერო-ნიადაგი-გრუნტი-მცენარე;
ბ) ტენის (თხიერი და ორთქლისებრი) ასეთივე მრავალმხრივი ცვლა იმავე სისტემაში;

გ) მოკლე და გრძელტალღიანი რადიაციის ცვლა სისტემაში მზე-მცენარე-ატმოსფერო-კოსმოსური სივრცე;
დ) თბური ენერგიის მრავალმხრივი ცვლა სისტემაში ატმოსფერო-ნიადაგი-მცენარე-გრუნტი;
ე) ნაცროვანი ელემენტით და აზოტით ორმხრივი ცვლა სისტემაში ნიადაგი-მცენარეულობა;
ვ) ნიადაგში უცვლადი, ძირითადში ცალმხრივი, მცენარით სინთეზირებული ორგანული ნივთიერების შეღწევა;
ზ) ნიადაგსა და ატმოსფეროს შორის მტვრის ორმხრივი ცვლა;
თ) ნიადაგსა და გრუნტს (გრუნტის წყლებს) შორის ორმხრივი ცვლა მარილებით.

მეორე ჯგუფის პროცესებს (ნივთიერების და ენერგიის გარდაქმნა) მიეკუთვნება შემდეგი:
ა) მცენარეული და ცხოველური ნარჩენის შემადგენლობაში შემავალი ორგანული ნაერთის დაშლის რეაქციები;
ბ) მიკრობული სინთეზის და მიკრობული დაშლის, სხვადასხვა ბუნების ორგანულ-მინერალური ნაერთის წარმოქმნის და დაშლის მრავალმხრივი მოვლენები;
გ) მყარ და თხიერ ფაზებს შორის იონებითა და მოლეკულებით შიდანიადაგური გაცვლა;
დ) ნიადაგური ჰაერიდან მოლეკულური აზოტის ფიქსაცია და, აგრეთვე, ამონიფიკაცია, ნიტრიფიკაცია, დენიტრიფიკაცია;
ე) სხვადასხვა ორგანული მჟავის და მარილის ახალქმნილების და დაშლის მოვლენები;
ვ) დაჟანგვის და აღდგენის მოვლენები, განსაკუთრებით რკინის და მანგანუმის ნაერთების;
ზ) ცალკეული რეაქციები, რომლებისგან წარმოიქმნება პირველადი და მეორადი მინერალების დაშლის და გარდაქმნის მოვლენები და მეორადების სინთეზი.

მესამე ჯგუფის პროცესები (ნიადაგში ნივთიერების ფიზიკური მდგომარეობის შეცვლა) მოიცავს:
ა) წყლის (აორთქლება და კონდენსაცია, გაყინვა და გალღობა) და მარილების (გახსნა და კრისტალიზაცია) ფაზური გადასვლები;
ბ) ნიადაგური მასის სტრუქტურული მდგომარეობის შეცვლა (აგრეგირება და დეზაგრეგირება, კოაგულაცია და პეპტიზაცია);
გ) დისპერსულობის ხარისხის შეცვლა (მინერალური ნაწილაკის ფიზიკური დაქუცმაცება, მყარი კონკრეციების წარმოქმნა).

მეოთხე ჯგუფის პროცესები (ნიადაგში ნივთიერებების გადაადგილება) აერთიანებს შემდეგს:
ა) ჰაერის გადაადგილება ნიადაგში ატმოსფერული წნევის და ტემპერატურის შეცვლის გავლენით;
ბ) ნიადაგურ ჰაერში აირების დიფუზური გადაადგილება;
გ) სიმძიმის ძალის, კაპილარული, სორბციული და ოსმოსური ძალის გავლენით თხიერი ტენის და მასში გახსნილი ნივთიერების გადაადგილება;
დ) წყლის ორთქლის გადაადგილება, რომელიც განპირობებულია მისი წნევის გრადიენტით;

ე) გრავიტაციული და კრიოტურბაციული მოვლენებით მყარი ნიადაგური მასის გადაადგილება.

ამგვარად, ნიადაგი არის თავისებური წარმონაქმნი სპეციფიკური შემადგენლობის, რომელიც განსხვავდება გეოგრაფიული გარსის სხვა კომპონენტებისგან; როგორც ნივთიერება, არ მიეკუთვნება მკვდარ ან ცოცხალ მატერიას. ნიადაგი წარმოიქმნება დედამინის ზედაპირზე ბიოსფეროს იმ ნაწილში, სადაც ერთმანეთს ემიჯნება და ურთიერთკვეთს სამი გარსი (ლითოსფერო, ატმოსფერო და ჰიდროსფერო) და სადაც პლანეტის ცოცხალი ნივთიერების სიმჭიდროვე აღწევს მაქსიმალურ სიდიდეს. ნიადაგი მიეკუთვნება ბუნებრივი სხეულების განსაკუთრებულ კატეგორიას – ბიომინერალ სხეულს, რადგანაც გამოირჩევა ნივთიერების ბიოლოგიური წრებრუნვის სწრაფი ციკლით, ნიადაგში ცოცხალი ნივთიერების აქტიურობით. სწორედ ბიომინერალური ბუნება და ნიადაგების მაღალი ენერგეტიკული აქტიურობა მისი ნაყოფიერების მიზეზია, ე.ი. უნარი, უზრუნველყოს მცენარე კვების ელემენტით, ტენით, ფესვები სუნთქვისთვის და ნიადაგში მობინადრე მიკროორგანიზმები საჭირო ჰაერით და სითბოთი. ამგვარად, ნიადაგი არის დამოუკიდებელი ბუნებრივ-ისტორიული ბიომინერალური სხეული, რომელიც ჩნდება ლითოსფეროს, ატმოსფეროს და ჰიდროსფეროს მინერალურ კონპონენტებთან ცოცხალი ნივთიერების ურთიერთქმედების დროს.

ნიადაგი წარმოადგენს რთულ, მუდმივად ფუნქციონირებად სისტემას, სადაც ნიადაგის ყველა ფაზა (მყარი, თხევადი, გაზისებრი და ცოცხალი ნივთიერების ფაზა) მჭიდროდ ურთიერთობს სხვადასხვა ბუნების, სისწრაფის და ინტესიურობის მრავალი პროცესის მეშვეობით, რაც, საბოლოო ჯამში, ერთიანდება დინამიკური მოვლენების ერთობლიობაში.

ნიადაგი არსებობს დღეღამურ, წლიურ, მრავალწლიურ და საუკუნოვან ჰოდროთერმულ რიტმში. ამასთან დაკავშირებით იცვლება ნიადაგური პროცესის სისწრაფე და, ხშირად, მიმართულება. ზოგი პროცესი ძლიერდება, სხვა – სუსტდება. ტენიან და თბილ პერიოდში აქტიურდება ორგანული ნივთიერების სინთეზის და დაშლის პროცესი, იზრდება პირველადი მინერალების დაშლის სისწრაფე და რიგი მეორადი მინერალის კრისტალიზაცია, ძლიერდება მოძრავი ნაერთის გახსნის და გამოტანის პროცესი. ტენიან და ცივ პერიოდში ყველა პროცესი სუსტდება, ნიადაგში ხშირად იქმნება აღდგენითი პირობები, ნელდება ორგანული ნივთიერების დაშლის სისწრაფე, გროვდება ნახევრად დაშლილი ორგანული ნარჩენი – უხეში ჰუმუსი, ხოლო განსაკუთრებით ტენიან პირობებში – ტორფი. ასეთ პირობებში ვითარდება ტურბაციული მოვლენები, რომლებიც განპირობებულია ნიადაგური ტენის გაყინვით. მშრალ და თბილ პერიოდში ხდება ნიადაგური ხსნარების აორთქლება, რიგი გახსნილი ნაერთების გადასვლა მყარ ფაზაში, ტენთან ერთად ყველაზე მოძრავი ნაერთების გადაადგილება ზემოთ და ნიადაგებში ადვილად ხსნადი ნაერთების დაგროვება. მშრალ პერიოდში ნიადაგში აგრეთვე მიმდინარეობს ორგანული და ორგანულ-მინერალური წარმონაქმნების კონსერვაცია.

ჰიდროთერმულ ციკლებთან შესაბამისად იცვლება აგრეთვე ცოცხალი ნივთიერების აქტიურობა, მისი მასა, სიმკვრივე, ზრდის და კვდომის ინტენსივობა.

ნიადაგის დინამიკურობა განისაზღვრება ბიოლოგიური აქტიურობით მრავალი მიმართულებით. ტრანსპირაციაზე ტენის ძლიერი ხარჯვა შეიძლება იყოს ბიოლოგიურად სუსტად შთანთქმადი ელემენტების კონცენტრაციის მნიშვნელოვანი გადიდებისა და მათი ნალექში ნაწილობრივი დალექვის მიზეზი. მცენარეების ფესვთა

სისტემის მაქსიმალური გავრცელების ჰორიზონტებიდან (ე.ი. ზედა ჰორიზონტებიდან) მათ მიერ ტენის შთანთქმა იწვევს (ნიადაგის ზედაპირიდან ტენის აორთქლებასთან ერთად) მათ გამოშრობას და ნიადაგის სიღრმითი ჰორიზონტიდან აფსკის ტენის და მათთან ერთად გახსნილი ნივთიერების ნაწილის ზემოთ აწევას. ნიადაგური ხსნარის შედგენილობის და კონცენტრაციის შეცვლის და ბიოლოგიურ ციკლებთან კავშირში იცვლება ნიადაგური კოლოიდებით ადსორბირებული კატიონებისა და ანიონების შემადგენლობა.

ფესვების სუნთქვის პროცესის შესუსტება და გაძლიერება იწვევს ნიადაგურ ატმოსფეროში შესაბამის ცვლილებებს აირებსა და ფიტონციდებში (აქროლადი ორგანული ნაერთები).

აზოტის ნაერთების სხვადასხვა ფორმის რეჟიმი (ნიტრატული, ნიტრიტული, ამიაკური აზოტის შემცველობის წარმოქმნა და შემცირება) დაკავშირებულია ნიადაგში მიკროორგანიზმების მოქმედების გაძლიერებასა და დამუხრუჭებასთან. ნიადაგში არსებული ცხოველები გავლენას ახდენენ მრავალი შიდანიადაგური პროცესის დინამიკაზე: გაშრობის ან გაციების პერიოდებში მრავალი მათგანი გადაინაცვლებს ნიადაგის ქვედა შრეში, ხოლო უფრო ტენიან და თბილ პერიოდში კვლავ ამოდის ზედაპირისკენ. ამის შედეგად გადარევენ ნიადაგურ მასას, ქმნიან ფორიანობას, სვლების რთულ სისტემას, რაც, თავის მხრივ, ცვლის ნიადაგის წყლოვან, ჰაეროვან და თბურ რეჟიმს.

ამგვარად, ნიადაგი წარმოადგენს სხვადასხვა პროცესის რთულ კომპლექსს, რის შედეგადაც მასში მონაწილე ნივთიერება მრავალჯერ გადადის ერთი ფაზიდან მეორეში: ცოცხალი ნივთიერებიდან – ხსნარში და ნიადაგურ ჰაერში, შემდეგ – მყარ და აიროვან ფაზაში; შეიძლება თავიდან იქნეს ნივთიერებები შთანთქმული ცოცხალი ორგანიზმით, მრავალჯერ გადაადგილდნენ ნიადაგურ სისქეში ქვემოთ და ზემოთ.

დაბოლოს, ნიადაგის გაგების მესამე ასპექტია ის, რომ ნიადაგი წარმოადგენს რთულ, თავისებურად ფუნქციონირებად დინამიკურ სისტემას. ის ასევე ღია სისტემაა, რადგანაც ამავდროულად წარმოადგენს უფრო რთული სისტემის – ლანდშაფტის, ეკოსისტემის ქვესისტემას.

მატერიალური ნაწილაკის, ატომის და მათი ნაერთის ნაკადი აკავშირებს ნიადაგს ლანდშაფტის სხვა კომპონენტებთან (ქანთან, მის გამოფიტვის ქერქთან, წყალთან, მცენარეებთან და ცხოველებთან, ატმოსფეროს მინისზედა ნაწილთან) ერთ მთლიანობაში. ატმოსფეროდან ნიადაგში ხვდება აირები, ნალექები, მათში გახსნილი ქიმიური ნივთიერებების და შეწონილი ნაწილაკით. ნიადაგის ზედაპირზე ილექება მტვერი. ნიადაგიდან ატმოსფეროში ნივთიერების შებრუნებული ნაკადი: ნიადაგი „სუნთქავს", გამოიყოფა აირები – უმთავრესად ნახშირმჟავას აირი, წყლის ორთქლი (ნიადაგიდან უშუალო აორთქლებისას ან მცენარეებიდან ტრანსპირაციის დროს). ნიადაგიდან ატმოსფეროშო ხვდება მტვერი.

ნიადაგის ზედაპირზე ჩამოდენილი ან ნიადაგის სიღრმეში ჩაჟონილი ატმოსფერული წყალი მდიდრდება ნიადაგწარმოქმნის შედეგად გახსნილი მინერალური, ორგანული და ორგანულ-მინერალური პროდუქტებით. ამგვარად, ნიადაგი ხდება ზედაპირულ წყალდენებსა (წყაროები, მდინარეები) და გრუნტის წყალში გახსნილი ნივთიერების მიმწოდებელი. ზომიერი და ეკვატორული სარტყლების ტყის და ჭაობიანი ნიადაგიდან გამოიტანება ორგანული ნივთიერების ისეთი დიდი რაოდენობა, რომ მდინარეში წყალი ზოგან იღებს ჩალის და ჩაის შეფერილობას, ხოლო ტენიან

ტროპიკებში – თითქმის შავ ფერს. ფერდობის და დეპრესიის ქვედა ნაწილების, მდინარის ველის ნიადაგი დელუვიურ, წყალმოვარდნების და წყალდიდობების და აგრეთვე გრუნტის წყალთან ერთად იღებს მყარი და გახსნილი ნივთიერების ნაწილს, რომელთაგან ზედაპირზე ამოდის კაპილარული და აფსკის წყალი და მასში გახსნილი ნივთიერება.

მასიური ქანი, გამოფიტვის ქერქი, სხვადასხვა ფხვიერი ნატანი ნიადაგში მინერალური კომპონენტის მიმწოდებლებია. თავის მხრივ, ნიადაგში გახსნილი ნივთიერების ნაწილი ნიადაგის ტენით გამოიტანება ნიადაგური სისქის გარეთ, აღწევს ქვეფენილ ქანს, გავლენას ახდენს გამოფიტვის პროცესის სისწრაფეზე და მიმართულებაზე, მეორადი მინერალის შემადგენლობაზე და გამოფიტვის ქერქის საერთო შენებაზე. მაშინ, როდესაც ნიადაგი განიცდის ეროზიას, ორგანული ნივთიერებით გამდიდრებული ჩამორეცხილი ნიადაგური მასალა ამა თუ იმ ხარისხით მონაწილეობს დელუვიური, ალუვიური და სხვა ტიპის ნაფენის შენებაში. ამ შემთხვევაში შეიძლება ვილაპარაკოთ „ქანწარმომქმნელ“ ნიადაგზე.

ნიადაგს, მცენარესა და სხვა ორგანიზმს შორის მიმდინარეობს ნივთიერების მუდმივი ცვლა.

ნიადაგი მჭიდროდ არის დაკავშირებული ენერგეტიკული ნაკადის გეოგრაფიულ გარემოსთან. თვით მისი არსებობა და ფუნქციონირება განპირობებულია ენერგიის მუდმივი შემოდინებით – მზის რადიაციის და ცოცხალი ორგანიზმებით პროდუცირებული სულ ახალი შემოსვლით. ამის შედეგად ნიადაგი ხდება მზის ენერგიის აკუმულატორი, რომელიც მასში არსებულ ცოცხალ ნივთიერებაში, ჰუმუსში, სხვადასხვა მეორად მინერალურ და ორგანულ-მინერალურ წარმონაქმნებში, მზის ენერგიის სხვა მძლავრი ბუნებრივი აკუმულატორებისგან (ქვანახშირი, საწვავი ფიქალი და სხვ.) განსხვავებით, უზრუნველყოფს ნიადაგში ენერგიის დაგროვებას და ხანგრძლივ კონსერვაციას. ნიადაგში მიმდინარეობს ენერგიის ფორმების მუდმივი განახლება და ტრანსფორმაცია. მრავალი ბიოსფერული პროცესი უზრუნველყოფილია მაღალი ენერგეტიკული მაძლრობით და აქტიურობით.

ჰიდროთერმული პირობის და მცენარის და ცხოველის ბიოლოგიური განვითარების რითმის შესაბამისად, ნიადაგში მიმდინარე პროცესები იყოფა საწინააღმდეგოდ მიმართულ და თანმიმდევრულად ცვლად წყვილებად:

1. ა) ცოცხალი ორგანიზმებით ნიადაგიდან მინერალური ნაერთის შთანთქმა და ორგანული ნივთიერების სინთეზი;
   ბ) ცოცხალი ორგანიზმებით ნიადაგში ორგანული და მინერალური ნაერთების გამოყოფა.
2. ა) ორგანული ნარჩენის დაშლა და მინერალიზაცია;
   ბ) ორგანული და მინერალური ნაერთებიდან ნიადაგების ჰუმუსოვანი ნივთიერების სინთეზი.
3. ა) ორგანული მჟავით ნიადაგური ხსნარის შემჟავიანობა;
   ბ) ნიადაგური ხსნარით ფუძეების ნეიტრალიზაცია, რომლებიც თავისუფლდება ორგანული ნარჩენის მინერალიზაციისა და პირველადი მინერალების დაშლისას.
4. ა) ნიადაგწარმომქმნელი ქანის პირველადი მინერალების დაშლა;
   ბ) მეორადი მინერალების და ორგანულ-მინერალური კომპლექსების სინთეზი.

5. ა) ნიადაგური კოლოიდების კოაგულაცია და მდგრადი აგრეგატების წარმოქმნა;
   ბ) კოლოიდების პეპტიზაცია და აგრეგატების დაშლა.
6. ა) მინერალური ნაერთების ჰიდრატაცია;
   ბ) მათი დეჰიდრატაცია.
7. ა) დაჟანგვითი პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობს ნიადაგში ჟანგბადის თავისუფლად შეღწევის პირობებში;
   ბ) აღდგენითი პროცესი, რომელიც ჩნდება ნიადაგის გადატენიანების და მასში ჟანგბადის გაძნელებული შეღწევის დროს.
8. ა) ხსნარების მოძრაობა ზემოთ აორთქლების ფრონტთან და მოძრავი ნაერთების დაგროვება ნიადაგის ზედა ნაწილში;
   ბ) ხსნარის მოძრაობა ქვემოთ, მოძრავი ნაერთის გახსნა და გამოტანა.
9. ა) ნიადაგის გათბობა;
   ბ) ნიადაგის გაცივება.
10. ა) ნიადაგის დატენიანება;
    ბ) მისი გამოშრობა.
11. ა) ნიადაგური ატმოსფეროს აირების ადსორბცია ნიადაგური კოლოიდებით და ორგანიზმებით შთანთქმა;
    ბ) აირების გამოყოფა ორგანიზმის სუნთქვისას, დაშლისა და დესორბციის პროცესში და სხვ.

ჩამოთვლილი წყვილების ფარგლებში ერთი მიმართულების ნახევარციკლების შეცვლა მეორით ხორციელდება სხვადასხვა სიხშირით, რაც დამოკიდებულია იმაზე, თუ რომელ ბუნებრივ ციკლთანაა (დღეღამურ, სეზონურ, წლიურ, მრავალწლიურ) დაკავშირებული მის მიერ მართვადი ნიადაგური პროცესის ციკლი. ნიადაგში სხვადასხვა ხანგრძლივობის პროცესის ციკლები რთულად ურთიერთმოქმედებენ ერთმანეთთან.

საერთოდ, სხვადასხვა ნიადაგური პროცესის მიმდინარეობის დროს ადგილი აქვს შექცევადობის ტენდენციას, როდესაც ყოველი მომდევნო ნახევარციკლის მოქმედების შედეგად ქრება წინამავალის მოქმედების შედეგი. განსაკუთრებით ნათლად მჟღავნდება ეს ტენდენცია ნიადაგის არსებობის შედარებით ხანმოკლე მონაკვეთის მანძილზე, როდესაც პროცესი მჟღავნდება მხოლოდ ყველაზე ლაბილური ნიადაგური თვისების (მაგალითად, დატენიანება – გამოშრობა, დათბობა – გაცივება, ნიადაგური სხნარების შემჟავიანება – ნეიტრალიზაცია და სხვ.) მიმდინარე დინამიკაში.

აღწერილი ნიადაგური პროცესების ციკლები ყოველთვის არაა სრულად შეკრული. ერთი ნახევარციკლის აბსოლუტურად სრული კომპენსაცია მეორე, საწინააღმდეგო მიმართულების ნახევარციკლით არ ხდება. ციკლის დასრულების შემდეგ, როგორც წესი, ნიადაგის მდგომარეობაში რჩება გარკვეული ნარჩენი ცვლა, რომელსაც აქვს შეუქცევადი ხასიათი. ეს ხდება იმიტომ, რომ ნიადაგის ციკლური დინამიკის პროცესში ნივთიერებათა ნაწილი ნიადაგური ხსნარების დალმავალი დენით გამოიდევნება ნიადაგწარმოქმნის სფეროდან და დაუბრუნებლად გაიტანება გრუნტის წყლებში. სხნადი ნაერთების ნაწილი გამოირეცხება მცენარეული ჩამონაცვენიდან და ნიადაგის ზედა ნაწილიდან და გამოიტანება ზედაპირული ან შიდანიადაგური გვერდითი ჩამონადენით. ნიადაგწარმოქმნის პროცესში პირველა-

დი მინერალები შეუქცევადად ჩაინაცვლებიან მეორადებით. კოლოიდური ნალექების ნაწილი დეჰიდრატირდება და კრისტალიზაციის შედეგად შეუქცევადად კარგავს თავის კოლოიდურ თვისებას. სხვა ნივთიერება, გადაადგილებული ნიადაგის ერთი ნაწილიდან მეორეში, კარგავს ძვრადობას და აკუმულირდება ძნელად მობილურ დაგროვებებში. აირმაგვარი პროდუქტი გაიდევნება ნიადაგიდან, ხვდება მიწისზედა ატმოსფეროში და უკვე არ შეივსება ნიადაგური ჰაერიდან შემოდინების ხარჯზე.

ნიადაგში შეიძლება მდგრადად გროვდებოდეს გარედან შემოტანილი ქიმიური ელემენტი და ნაერთი: ატმოსფერული ტენი, ჰიდრატულსა და კრისტალიზაციურში გადასვლისას შებოჭილი ნიადაგური მინერალით; ნალექთან ერთად ნიადაგში შემოიტანება მათში გახსნილი რიგი ნაერთი და განსაკუთრებით ისეთი მნიშვნელოვანი, როგორიცაა აზოტის ნაერთი. მიკროორგანიზმები-აზოტოფიქსატორები ითვისებენ ატმოსფერული აზოტის სულ ახალ და ახალ ულუფებს და გადაჰყავთ ისინი ნიადაგების ორგანულ ნივთიერებაში. მწვანე მცენარეები ასიმილირებენ ნახშირმჟავას.

ნიადაგში, რომელიც ფორმირდება გრუნტის ან დელუვიური წყლის ზეგავლენით, აღინიშნება ნივთიერების დაგროვება. აკუმულაცია შეიძლება ხდებოდეს წყლის აორთქლების, ხსნარის კონცენტრაციის გადიდების და გახსნილი ნივთიერების ნაწილის გამოლექვით. გახსნილი ნივთიერების დალექვა შეიძლება გამოწვეული იყოს ჟანგვა-აღდგენითი პირობის შეცვლით. ამ მიზეზით ჰიდრომორფულ ნიადაგში რკინის ქვეჟანგის გადასვლით ჟანგში წარმოიქმნება გარკინებული მასალა.

ციკლის დამთავრებისას ნიადაგში აღნიშნული ნარჩენი მოვლენა შეიძლება იყოს ქრებადი ან მეტ-ნაკლებად შესამჩნევი.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რამდენ და რომელ ჯგუფებშია გაერთიანებული ქანების ქიმიური ელემენტები კლარკის სიდიდის მიხედვით?
2. რომელ ძირითად რგოლებს მოიცავს ნივთიერების ბიოლოგიური წრებრუნვა?
3. ბიოლოგიური შთანთქმის მიხედვით როგორ ხდება ქიმიური ელემენტების დაჯგუფება?
4. რამდენ და რომელ ჯგუფებშია გაერთიანებულია ნიადაგწარმოქმნის ყველა მექანიზმი და პროცესი?
5. ჩამოთვალეთ ნიადაგის არსებობის ჰიდროთერმული რითმები.

თავი 5. ნიადაგწარმოქმნის მორფოლოგია

1.1. ნიადაგის მორფოლოგია

ნიადაგი ფორმირდება დედაქანიდან ნიადაგწარმოქმნის პროცესის შედეგად. ნიადაგი იძენს რიგ მნიშვნელოვან თვისებას და ნიშანს, მასში ჩნდება ახალი ნივთიერება, რომელიც არ იყო ნიადაგწარმომქმნელ ქანში. ნიადაგი ნაწევრდება გენეზისურ ჰორიზონტებზე და იძენს მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელ გარეგნულ ან მორფოლოგიურ ნიშნებს. ამგვარად, ნიადაგი განსხვავდება ნიადაგწარმომქმნელი ქანისგან არა მარტო ნაყოფიერებით, არამედ მორფოლოგიური ნიშნებითაც, რომლებითაც შეიძლება ნიადაგის განსხვავება ქანისგან, და აგრეთვე ერთი ნიადაგის – მეორისგან. მორფოლოგიური ნიშნებით შეიძლება ვიმსჯელოთ ნიადაგწარმოქმნის პროცესის მიმართულებასა და გამოხატულების ხარისხზე.

ძირითადი მორფოლოგიურ-გენეზისური თვისება, რომლითაც საზღვრავენ და არჩევენ ნიადაგს, შემდეგია: 1) ნიადაგური პროფილის შენება; 2) ნიადაგის და მისი ცალკეული ჰორიზონტების სიმძლავრე; 3) ფერი ან შეფერილობა; 4) მექანიკური შედგენილობა; 5) სტრუქტურა; 6) შენება; 7) ახალქმნილებები; 8) ჩანართები.

ნიადაგური პროფილის შენება. ნიადაგური ჭრილის წინა კედელზე ადვილად შესამჩნევია ვერტიკალურად ცვლადი ნიადაგური ჰორიზონტები, რომლებიც განსხვავდება შეფერილობით, სტრუქტურით, სიმკვრივით და სხვა ნიშნით. ნიადაგის საერთო ხედი, მისი იერი, რომელიც განპირობებულია ვერტიკალური მიმართულებით სხვადასხვა მორფოლოგიური ნიშნით განსხვავებული ნიადაგური ჰორიზონტის განლაგებით, წარმოადგენს ნიადაგის შენებას. ნიადაგური ტიპის და ქვეტიპისთვის დამახასიათებელია განსხვავებული აგებულება.

ნიადაგური პროფილის შენების განსაზღვრისას გამოიყოფა გენეზისური ჰორიზონტი.

ნიადაგური პროფილის ძირითადი ჰორიზონტი აღინიშნება დიდი ასოებით: H, O, A, E, B, C და R. ამ ძირითადი სიმბოლოების აღნიშვნის სრულყოფისათვის შეიძლება დაემატოს სხვა ასოებიც.

ძირითადი ჰორიზონტი გენეზისურია და ასახავს ნიადაგის ფორმირების და განვითარების თავისებურებას.

H ჰორიზონტი წარმოადგენს ორგანული ნივთიერებით დომინირებულ ფენას, რომელიც ფორმირდება ნიადაგის ზედაპირთან დაუშლელი ან ნაწილობრივ დაშლილი ორგანული მასალიდან. H ჰორიზონტი ხანგრძლივი დროის მანძილზე გაჯერებულია წყლით. H ჰორიზონტი შეიძლება იყოს წყლის ქვეშაც.

O ჰორიზონტი ორგანული ნივთიერებით გამდიდრებული ფენაა. მოიცავს დაუშლელ ან ნაწილობრივ დაშლილ საფარს, რომელიც შედგება ფოთლებისგან, ნიწვებისგან, ტოტებისგან, ხავსისა და ლიქენებისგან. შეიძლება იყოს მინერალური

ნიადაგის ზედაპირთან, ან, თუ დამარხულია – ზედაპირის ქვემოთ გარკვეულ სიღრმეზე.

A ჰორიზონტი წარმოადგენს მინერალურ ჰორიზონტს და ფორმირდება O ჰორიზონტთან ან მის ქვეშ. ქანის სტრუქტურა მთლიანად ან ნაწილობრივ დარღვეულია და ხასიათდება ქვემოთ მოყვანილი ერთი ან მეტი ნიშნით:

- აკუმულირებული ჰუმიფიცირებული ორგანული ნივთიერება შერეულია მინერალურ ფრაქციასთან და არ ამჟღავნებს E და B ჰორიზონტისთვის დამახასიათებელ თვისებას;
- დამუშავებით, ძოვებით ან მსგავსი ზემოქმედების შედეგად შეძენილი თვისებები.

ჰორიზონტის მორფოლოგია ფორმირდება ზედაპირზე მიმდინარე პროცესებით და განსხვავდება ქვემოთ მდებარე B და C ჰორიზონტების მორფოლოგიისგან.

E ჰორიზონტი წარმოადგენს მინერალურ ჰორიზონტს, რომელიც ხასიათდება სილიკატური თიხის, რკინის, ალუმინის ან მათი კომბინაციის გაღარიბებით და ქვიშის და მტვრის ნაწილაკების დაგროვებით, ქანის პირველადი სტრუქტურის მთლიანი ან უმეტესი ნაწილის დარღვევით. ჩვეულებრივ უფრო ღიაა, ვიდრე ქვემოთ მდებარე B ჰორიზონტი. ზედაპირთან მდებარე ჰორიზონტია, ანუ მდებარეობს O და A ჰორიზონტების ქვემოთ და B ჰორიზონტის ზემოთ.

B ჰორიზონტი ფორმირდება A, E, O ან H ჰორიზონტების ქვემოთ. დამახასიათებელი ნიშანია ქანის პირველადი სტრუქტურის უმეტესი ან მთელი ნაწილის რღვევა, ქვემოთ ჩამოთვლილ ერთ ან რამდენიმე კომბინაციასთან ერთად:

- სილიკატური თიხის, რკინის, ალუმინის, ჰუმუსის, კარბონატების, თაბაშირის ან კაჟმიწის ან მათი კომბინაციების ილუვიური კონცენტრაციები;
- კარბონატების გამოტუტვის ნიშნები;
- ერთნახევარჟანგების კონცენტრაციის ნარჩენები;
- ერთნახევარჟანგების აფსკები, რომელთა გამოც ჰორიზონტის ფერის სიდიდე რკინის ილუვაციის გარეშე დაბალია, ხოლო ფერის ინტენსივობა მაღალია და ელფერი უფრო წითელია, ვიდრე მის ქვემოთ და ზემოთ მდებარე ჰორიზონტებში;
- გარდაქმნა, რომელიც იწვევს სილიკატური თიხის ფორმირებას ან ჟანგეულების განთავისუფლებას ან ორივე პროცესს ერთად და რომელიც განაპირობებს მარცვლოვან, ბელტოვან ან პრიზმულ სტრუქტურას, თუ ტენიანობის ცვლილებებს თან ახლავს მოცულობის ცვლილებები.

ყველა სახის B ჰორიზონტი სიღრმითია. ამ ჰორიზონტს განეკუთვნება კარბონატების, თაბაშირის ან კაჟმიწის ილუვიური კონცენტრაციების ფენა, რომელიც პედოგენეზისური პროცესების შედეგია (ფენა შეიძლება იყოს გამკვრივებული ან გაუმკრივებელი). მყიფე ფენაა, რომელსაც აღენიშნება შეცვლის ისეთი მაჩვენებელი, როგორიცაა პრიზმული სტრუქტურა ან თიხის ილუვიური აკუმულაცია.

C ჰორიზონტი არ მიეკუთვნება მკვრივ ქვეშფენილ ქანს, ნაკლებად განიცდის პედოგენეზისური პროცესის ზემოქმედებას და არ ახასიათებს H, O, A, E ან B ჰორიზონტებისთვის დამახასიათებელი თვისება.

R – ნიადაგის ქვეშფენილი მკვრივი ქანი.

პატარა ასოები გამოიყენება დიდ ასოებთან ერთად რომელიმე ნიშნის აღსანიშნავად. მაგალითად, პატარა ასოები: f – გარკინება, g – გალებება, ca – გაკარბონა-

ტება, m – გათიხება და ა.შ. დიდ ასოებთან შემდეგნაირად ინერება – A_t ან B_t ან B_g ან B_{ca} და ა.შ. შესაძლებელია პატარა ასოების მოტანა ფრჩხილებში – (t) ან (g) ან (ca), რაც მეტყველებს პროცესის შედარებით სუსტ გამოხატულებაზე.

უფრო ზუსტი დახასიათებისთვის აგრეთვე იყენებენ ციფრულ ინდექსებს: B_1, B_2, B_3, C_1, C_2 და ა.შ.

გენეზისური ჰორიზონტის გარდა, ნიადაგმცოდნეობაში მიღებულია დიაგნოსტიკური ჰორიზონტის ცნება, რომელიც ფართოდ გამოიყენება ნიადაგების დახასიათებისთვის (კერძოდ, ნიადაგების თანამედროვე კლასიფიკაციაში – „ნიადაგური რესურსების მსოფლიო მონაცემთა ბაზა"). დიაგნოსტიკურ ჰორიზონტში იგულისხმება ნიადაგის ჰორიზონტი, რომელიც ხასიათდება განსზაღვრული ხარისხობრივ-რაოდენობრივი მაჩვენებლით. დიაგნოსტიკური ჰორიზონტის საფუძველზე გამოყოფენ ნიადაგურ ჯგუფებს.

განვიხილოთ ზოგიერთი დიაგნოსტიკური ჰორიზონტის დახასიათება:

„მოლიკ" – ჰუმუსიან-აკუმულაციური ზედაპირული ჰორიზონტი, რომელიც ხასიათდება რუხი, მუქი-რუხი ან შავი შეფერილობით, ჰუმუსის მაღალი შემცველობით, მარცვლოვანი ან კოშტოვანი სტრუქტურით, 50%-ზე მეტი ფუძეებით მაძღრობით;

„უმბრიკ" – ჰუმუსიან-აკუმულაციური ზედაპირული ჰორიზონტი, რომელიც ხასიათდება „მოლიკ" ჰორიზონტის მსგავსი შეფერილობით, სიმძლავრით და ორგანული ნივთიერების შემცველობით; მისგან განსხვავდება სტრუქტურით და 50%-ზე ნაკლები ფუძეებით მაძღრობით.

„ჰისტიკ" – ტორფიანი ზედაპირული ჰორიზონტი, გაჟღენთილი წყლით წლის რომელიმე სეზონში (როცა ადგილი არა აქვს ხელოვნურ დრენირებას). ხასიათდება 40-60 სმ სიმძლავრით, თიხიან სუბსტრატზე 30%-ზე მეტი ორგანული ნივთიერებით და ქვიშიან სუბსტრატზე ორგანული ნივთიერების 20%-ზე მაღალი შემცველობით;

„ოქრიკ" – ჰუმუსიან-აკუმულაციური ზედაპირული ჰორიზონტი, ხასიათდება ღია შეფერილობით, მცირე სიმძლავრით, ჰუმუსის დაბალი შემცველობით;

„არგილიკ" – თიხიან-აკუმულაციური სიღრმითი ჰორიზონტი, მდებარეობს ელუვიური ჰორიზონტის ქვეშ (თუ ეს უკანასკნელი არ არის ეროდირებული), ხასიათდება ზევიდან გამორეცხილი თიხის დაგროვებით, თიხის მაღალი შემცველობით და სტრუქტურულ აგრეგატებზე თიხიანი აფსკების არსებობით;

„ნატრიკ" – თიხიან-აკუმულაციური-სიღრმითი ჰორიზონტი, რომელსაც, „არგილიკ" ჰორიზონტის დამახასიათებელი თვისების გარდა, ახასიათებს სვეტოვანი ან პრიზმული სტრუქტურა და 15%-ზე მეტი ნატრიუმით მაძღრობა ჰორიზონტის ზედა 40 სმ-იან სისქეში;

„კაბბიკ" – მეტამორფული ჰორიზონტი ნიადაგური მასის ადგილზე გათიხებით ("in situ"). ხასიათდება მძიმე მექანიკური შედგენილობით, გამოფიტული პირველადი მინერალების შესამჩნევი რაოდენობით, კარბონატების გამოტანის ნიშნებით (თუ ქანი კარბონატულია);

„სპოდიკ" – ილუვიური ჰორიზონტი მასში აკუმულირებული ამორფული პროდუქტებით. ხასიათდება: 1) ჰუმუსით და რკინით და/ან ალუმინით შეცემენტებული 2,5 სმ-ზე მეტი სისქით, 2) მსუბუქი მექანიკური შედგენილობით;

„პლინტიტი" – სიღრმითი, ერთგვაროვანი ჰორიზონტი, რომელიც გამდიდრებულია ერთნახევარჟანგებით და ღარიბია ჰუმუსით;

„ფრაჯიპენ" – სიღრმითი თიხნარი ჰორიზონტი, ძალიან მაგარი მშრალ მდგომარეობაში, მყიფე და ფხვიერია ტენიან მდგომარეობაში, გამოირჩევა მაღალი მოცულობითი წონით;

„დიურიპენი" – სიღრმითი ჰორიზონტი შეცემენტებული კაჟმინით, მშრალი ფრაგმენტები წყალში არ იშლება;

„სალიკ" – წყალხსნადი მარილების მეორადი აკუმულაციის ჰორიზონტი, 15 სმ-ზე მეტი სისქის, შეიცავს 2 %-ზე მეტი რაოდენობით მარილებს;

„კალციკ" – $CaCO_3$-ის მეორადი აკუმულაციის ჰორიზონტი, სიმძლავრე აღემატება 15 სმ და კალციუმის კარბონატის შემცველობა 15%-ზე მეტია;

„გიფსიკ" – თაბაშირის მეორადი აკუმულაციით, სიმძლავრით 15 სმ და შეიცავს 5%-ზე მეტი რაოდენობით თაბაშირს;

„პეტროკალციკ" – ფენა ნიადაგის ზედაპირიდან 100 სმ-ის საზღვრებში, ძლიერად შეცემენტებული კარბონატებით. არ იბურღება და მისი მშრალი ფრაგმენტები წყალში არ იშლება;

„პეტროგიფსიკ" – ზედაპირიდან 10 სმ-ის ფარგლებში, ძლიერად შეცემენტებულია თაბაშირით, არ იბურღება და მშრალი ფრაგმენტები წყალში არ იშლება;

„გლეიკ" – სიღრმითი ჰორიზონტი, ფორმირდება მუდმივად ჭარბი დატენიანების პირობებში ზედაპირიდან 50 სმ-ის საზღვრებში და ხასიათდება მტრედისფერი (შავმოიისფრო, ნაცარა) შეფერილობით (ლები, წარმოქმნილი 50 სმ-ზე ღრმად, არ წარმოადგენს დიაგნოსტიკურ ჰორიზონტს).

ცალკეული ჰორიზონტების მორფოლოგიურ-გენეზისური ნიშნის აღწერისას, მნიშვნელოვანია ჰორიზონტს შორის საზღვრების ფორმა და გადასვლის ხასიათი.

ჰორიზონტს შორის საზღვრების ფორმები შეიძლება იყოს:

სწორი – დამახასიათებელია უმეტესი ნიადაგისთვის, განსაკუთრებით პროფილის ქვედა, ნაკლებად დიფერენცირებული ნაწილისთვის;

ტალღოვანი – ხშირად დამახასიათებელია ტყის ნიადაგების ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ძირისთვის, ანდა ერთი და იმავე ჰორიზონტის ქვეჰორიზონტებს შორის გადასვლებისთვის;

ჯიბიანი – დამახასიათებელია სტეპის ნიადაგების ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ძირისთვის და უმეტესად აკუმულაციური ჰორიზონტის საზღვარს წარმოადგენს;

ენოვანი – დამახასიათებელია ელუვიური ჰორიზონტის ძირისთვის, თუმცა შეიძლება სტეპის ნიადაგების ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ქვედა ნაწილშიც შეგვხვდეს;

გადარეცხილი (ჩარეცხილი) – დამახასიათებელია იმ ნიადაგისთვის, რომელშიც ელუვიური პროცესები ძლიერადაა გამოხატული.

ერთი ნიადაგური ჰორიზონტის გადასვლა მეორეში შეიძლება იყოს:

მკვეთრი – ერთი ჰორიზონტის ცელა მეორით ხდება არა უმეტეს 2-3 სმ ფარგლებში;

აშკარა – გადასვლა ხდება 3-5 სმ-ის ფარგლებში;

თანდათანობითი – ჰორიზონტებს შორის გადასვლის მანძილი 5 სმ აღემატება (6-10 სმ საზღვრებში გამოიყოფა).

ნიადაგების პროფილში ჰორიზონტს შორის საზღვარი უმეტესად გამოიყოფა ფერის მიხედვით. თუ ეს ნიშანი საკმარისი არ არის, იყენებენ ისეთ მაჩვენებელს,

როგორიცაა: სტრუქტურა, მექანიკური შედგენილობა, აგებულება, ახალწარმონაქმნები, ჩანართები და სხვ.

ნიადაგის და მისი ცალკეული ჰორიზონტების სიმძლავრე. ნიადაგის სიმძლავრე წარმოადგენს საერთო სისქეს ზედაპირიდან სიღრმეში ნიადაგწარმოქმნის პროცესით სუსტად შეცვლილ დედაქანამდე. სხვადასხვა ნიადაგს განსხვავებული სიმძლავრე გააჩნია. ჰორიზონტის სიმძლავრე აღინიშნება 1 სმ სიზუსტით; ამასთან, აღინიშნება მისი ზედა და ქვედა საზღვარი, მაგალითად:

$$A_{0\text{–}20} = \frac{0-20}{20}\text{სმ}, \qquad A_1 = \frac{20-25}{5}\text{სმ} \quad \text{და ა.შ.}$$

სიმძლავრის მიხედვით მიღებულია ნიადაგის შემდეგი გრადაცია:
მცირე სიმძლავრის – < 50 სმ;
საშუალო სიმძლავრის – 50 – 100 სმ;
მძლავრი – 100 – 150 სმ;
ზემძლავრი – > 150 სმ.

ნიადაგის პროფილში გენეზისური ჰორიზონტის თანაფარდობით განისაზღვრება შენება. თანაფარდობის ხასიათის მიხედვით ნიადაგური პროფილი იყოფა ორ ჯგუფად – მარტივი და რთული. მათ საზღვრებში შეიძლება გამოიყოს შენების რამდენიმე ტიპი.

მარტივ პროფილს მიეკუთვნება:
პრიმიტიული – ასახავს ნიადაგწარმოქმნის საწყის სტადიას; ნიადაგის სიმძლავრე არის მხოლოდ რამდენიმე სმ;
არასრულად განვითარებული – პროფილი წარმოდგენილია გენეზისური ჰორიზონტის სრული წყობით, მაგრამ მათი მცირე სიმძლავრით;
ნორმალური პროფილი – მოცემული ნიადაგწარმოქმნის ტიპისთვის დამახასიათებელი პროფილია, რომელშიც გენეზისური ჰორიზონტები წარმოდგენილია სრული წყობით;
სუსტად დიფერენცირებული პროფილი – დამახასიათებელია გამოფიტვის მიმართ გამძლე ნიადაგწარმომქმნელ ქანზე ფორმირებული ნიადაგისთვის; პროფილში გენეზისური ჰორიზონტის გამოყოფა გაძნელებულია.
ეროზირებული პროფილი – დამახასიათებელია წყლისმიერი და ქარისმიერი ეროზიის ან მოხვნის შედეგად სხვადასხვა ხარისხით დაზიანებული ნიადაგისთვის.

რთულ პროფილს მიეკუთვნება:
რელიქტური – თანამედროვე ნიადაგის ქვეშ დამარხულია ნიადაგის მთლიანი პროფილი ან ცალკეული ჰორიზონტი;
მრავალწევრიანი – ფორმირდება მრავალწევრიან ნიადაგწარმომქმნელ ქანზე;
პოლიციკლური – ფორმირდება ნიადაგწარმომქმნელი მასალის პერიოდულად დალექვის პირობებში;
ანთროპოგენურ-დიფერენცირებული (ხელოვნური) – შექმნილი ადამიანის მიერ (რეკულტივაცია, პლანტაჟი და სხვ.).

ნიადაგის ნივთიერებების განაწილების ხასიათის შესაბამისად გამოიყოფა შემდეგი ტიპის პროფილი:

- აკუმულაციური – პროფილში მაქსიმალური რაოდენობით გროვდება ჰუმუსოვანი ნივთიერება;
  ელუვიური – პროფილში ნივთიერება იშლება და გამოიტანება პროფილის გარეთ;
  ელუვიურ-ილუვიური – ელუვიურ ჰორიზონტში ნივთიერების დაშლის პროდუქტები გამოიტანება და გროვდება ილუვიურ ჰორიზონტში;
  არადიფერენცირებული – ნიადაგის მთლიან პროფილში ნივთიერების თანაბარი განაწილება.

ფერი ან შეფერილობა. ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი მორფოლოგიური ნიშანია. ნიადაგის ფერი გულისხმობს არა მხოლოდ შეფერილობას, არამედ ფერის განაწილების ხასიათსაც ნიადაგური პროფილის ან ცალკეული ჰორიზონტის შიგნით. ნიადაგის ფერი საკმაოდ მრავალგვარია და განპირობებულია ქიმიური შედგენილობით და ფიზიკური მდგომარეობით – განათებით, ტენიანობით, დისპერსიულობით. ნიადაგის ფერისთვის ყველაზე მეტად მნიშვნელოვანია შემდეგი ნივთიერებების შემცველობა:

- მუქად შეფერილი ორგანული და ორგანულ-მინერალური ნივთიერება;
- რკინის და მანგანუმის დაჟანგული ნაერთი;
- კაჟმიწა, ნახშირმჟავა, ძნელად ხსნადი მარილები, ალუმინის
  ჰოდროქსიდი;
  რკინის ქვეჟანგები;
  ზედა ჰორიზონტის შეფერილობა ძირითადად დამოკიდებულია მასში ჰუმუსის რაოდენობაზე, ხოლო ღრმად მდებარე ჰორიზონტების – დედაქანის თვისებებზე.

ნიადაგების ფერის დასადგენად გამოიყენება „მანსელის“ ფერთა სკალა. ამ სკალაში მოცემულია ფერთა 9 დიაგრამა და მოიცავს სხვადასხვა, განსხვავებულ, სტანდარტულ ფერთა ნიმუშს. ესენი აღნიშნულია შესაბამისი სიმბოლიკით და მოთავსებულია ცალკეულ ფურცელზე. „მანსელის“ სკალაში მიღებულია ფერთა შემდეგი განზომილებები: ელფერი (ფერის კავშირი სხვადასხვა ფერთან – წითელთან, ყვითელთან, მწვანესთან, ლურჯთან), სიდიდე (გაბაცება ან სიღიავე) და ინტენსივობა (სიმძლავრე).

„მანსელის“ ფერთა სკალაზე ელფერი აღნიშნულია ფურცლის მარჯვენა ზედა კუთხეში. ვერტიკალურად იცვლება ფერის სიდიდე, ხოლო ჰორიზონტალურად – ფერის ინტენსივობა.

„მანსელის“ ფერთა სკალაზე საკმაოდ ზუსტად აისახება ნიადაგის ნიმუშების ფერის მრავალფეროვნება.

მექანიკური (გრანულომეტრული) შედგენილობით ძირითადში განისაზღვრება ნიადაგის სტრუქტურა, ტენტევადობა, წყალგამტარობა, ჰაეროვანი და თბური რეჟიმები და ა.შ.

საველე გამოკვლევის დროს მექანიკური შედგენილობის დასადგენად ნიადაგის ნიმუშს წყლით ასველებენ, თითებით სრესენ, ხელისგულზე ათავსებენ და ასორსლებენ. საველე მდგომარეობაში მექანიკური შედგენილობა განისაზღვრება

როგორც ნესტიან, ასევე მშრალ მდგომარეობაში. ამისათვის გამოიყენება შემდეგი კრიტერიუმები:

- ქვიშა – ნიადაგი უსტრუქტუროა და მშრალ მდგომარეობაში ადვილად იშლება. შედგება ცალკეული მარცვლებისგან, რომელთა გარჩევა შესაძლებელია შეუიარაღებელი თვალით. ზოგჯერ მცირე რაოდენობით შერეულია უფრო წვრილი ნაწილაკი. ნესტიან მდგომარეობაში არ სორსლდება და არაპლასტიკურია;
  ქვიშნარი – ნიადაგი ბნევადია და მშრალ მდგომარეობაში თითებს შორის ადვილად იფშვნება, შედგება მსხვილი მარცვლებისგან. ხელის შეხებით იგრძნობა ქვიშიანი ნაწილაკის სიჭარბე, უფრო წვრილი ნაწილაკი მცირე რაოდენობითაა. ნესტიან მდგომარეობაში არ არის პლასტიკური და არ სორსლდება;
  მსუბუქი თიხნარი – ნიადაგი მშრალ მდგომარეობაში თითებს შორის გასრესით იძლევა წვრილ ფხვნილს, რომელშიც ხელის შეხებით შეიგრძნობა ქვიშიანი მარცვლები. ნესტიან მდგომარეობაში სუსტად პლასტიკურია, ხელისგულზე დასორსლილი მასა ადვილად წყდება;
  საშუალო თიხნარი – ნიადაგი მშრალ მდგომარეობაში თითებს შორის გასრესისას წარმოქმნის წვრილ ფხვნილს, რომელშიც ხელის შეხებით იგრძნობა მხოლოდ ცალკეული ქვიშიანი მარცვლები. ნესტიან მდგომარეობაში ნიადაგის მასას გააჩნია სუსტი პლასტიკურობა, ხელისგულზე დასორსლებით იძლევა მთლიან ზონარს, რომელიც მოღუნვისას ადვილად ტყდება;
  მძიმე თიხნარი – მშრალ მდგომარეობაში ნიადაგი იშლება წვრილ ფხვნილად. აგრეგატების დაფშვნა, უმეტესად, დანის დახმარებით ხდება და არა თითებით. წვრილ მასაში შესაძლებელია შეგვხვდეს ცალკეული ქვიშიანი მარცვლები. ნესტიან მდგომარეობაში პლასტიკურია, ხელისგულზე დასორსლებით იძლევა სწორ (გლუვ) ზონარს, მაგრამ მოღუნვისას იბზარება;
  თიხა – მშრალ მდგომარეობაში ნიადაგი ძალიან მკვრივია და აგრეგატები ძნელად იშლება დანით წვრილ, ერთგვაროვან ფხვნილად. გასრესის დროს თითებს შორის მარცვლები არ შეიგრძნობა. ნესტიან მდგომარეობაში ნიადაგი ბნევადია და გააჩნია პლასტიკურობის მაღალი უნარი. ხელისგულზე კარგად სორსლდება, იძლევა სწორ და გრძელ ზონარს, რომელიც ადვილად იღუნება და არ იბზარება.

ხირხატის/ქანის ფრაგმენტის რაოდენობის (მოცულობის) საველე აღწერისას იყენებენ შემდეგ გრადაციას:

არ არის 0 %
ძალიან ცოტა 0-2 %
ცოტა 2-5 %
საშუალო 5-15 %
ბევრი 15-40%
ჭარბი 40-80 %
ზეჭარბი > 80 %

ხირხატის ზომას აღწერენ შემდეგი მაჩვენებლით:

წვრილი ხრეში 0,2-0,6 სმ;
საშუალო ხრეში 0,6-2 სმ;
მსხვილი ხრეში 2-6 სმ;

ქვები 6-20 სმ;
კაჭრები 20-60 სმ;
დიდი კაჭრები > 60 სმ.

ნიადაგის სტრუქტურა წარმოადგენს ნიადაგში სხვადასხვა სიდიდით, სიმკვრივითა და ფორმით წარმოქმნილი ერთეულების ერთობლიობას. დაუშლელ მდგომარეობაში მყოფი ნიადაგის დიდი ნიმუში 1 მეტრის სიმაღლიდან დაგდებული ნიადაგის ზედაპირზე შეიძლება დაიშალოს სხვადასხვა სიდიდის და ზომის ნაწილებად მარცვლების, კოშტების, სვეტების ან პრიზმების სახით. ყველა წარმოადგენს სტრუქტურულ ერთეულს.

არჩევენ სტრუქტურის სამ ძირითად ტიპს: კუბურს – სტრუქტურული ერთეული თანაბრადაა განვითარებული სამი ურთიერთპერპენდიკულარული ღერძით; პრიზმული – ერთეული ძირითადში განვითარებულია ვერტიკალური ღერძით; ფიქალისებრი – ერთეული განვითარებულია ორი ჰორიზონტალური ღერძით და შემოკლებული ვერტიკალური მიმართულებით. თითოეული მათგანი იყოფა უფრო წვრილ ერთეულად.

ბუნებრივ მდგომარეობაში ნიადაგს ახასიათებს სტრუქტურიანობა ანუ უნარი, დაიშალოს სხვადასხვა ზომის და ფორმის სტრუქტურულ აგრეგატად. ზომის მიხედვით არჩევენ:

- მიკროაგრეგატს (მიკროსტრუქტურა) – 0,25 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის მქონე აგრეგატი;
  მეზოაგრეგატს (მეზოსტრუქტურა) – 0,25-7 (10) მმ ზომის აგრეგატი;
  მაკროაგრეგატს (მაკროსტრუქტურას) – 7 (10) მმ-ზე მეტი დიამეტრის აგრეგატი.

სტრუქტურის ხარისხი ნიადაგის გასტრუქტურიანების დონეს გამოხატავს. გამოყოფენ ოთხ გრადაციას:

- უსტრუქტურო – ნიადაგში აგრეგაცია ანუ აგრეგატის/პედის წარმოქმნის პროცესი არ შეიმჩნევა;
  სუსტი სტრუქტურა – ნიადაგში ბევრია არააგრეგირებული მასალა და პედი ნაკლებად შესამჩნევია;
  საშუალო სტრუქტურა – ნიადაგში შეიმჩნევა სხვადასხვა, ზომიერად მტკიცე აგრეგატი, რომელიც იშლება მთლიან პედად და მცირეა არააგრეგირებული მასალა;
  მტკიცე სტრუქტურა – ნიადაგის დაურღვეველ მდგომარეობაში ნათლად ჩანს მტკიცე აგრეგატი; მსუბუქი ზემოქმედებით ნიადაგი არ იშლება მთლიან პედად.

აგებულება წარმოადგენს ნიადაგის სიმკვრივის და ფორიანობის გარეგნულ გამოხატულებას.

გამოყოფენ სიმკვრივის შემდეგ კატეგორიას:

1) ძალიან მკვრივი – თითქმის შეუძლებელია ბარით ორმოს ამოღება; საჭირო ხდება ლომის ან წერაქვის გამოყენება;
2) მკვრივი – ორმოს ამოსაღებად საჭიროა მნიშვნელოვანი ძალა. დამახასიათებელია თიხნარი ან თიხა ნიადაგი ილუვიური ჰორიზონტისთვის;
3) ფხვიერი – ორმო ადვილად ამოიღება; ბარიდან გადმოგდებული ნიადაგი ადვილად იფშვნება წვრილ ერთეულად; თიხნარ და თიხა ნიადაგში გამოირჩევა

კარგად გამოხატული კოშტოვან-მარცვლოვანი სტრუქტურით. ასეთი შენება დამახასიათებელია აგრეთვე ნიადაგის სახნავი ფენისთვის მწიფე მდგომარეობის დამუშავების შემდეგ;

4) ბნევადი – დამახასიათებელია ქვიშა და ქვიშნარი ნიადაგის სახნავი ჰორიზონტისთვის.

სტრუქტურულ ერთეულში ფორის სიდიდის და განლაგების გათვალისწინებით არჩევენ შენების შემდეგ ტიპებს:

1) წვრილფორიანი – ნიადაგი გაჯერებულია 1 მმ ნაკლები დიამეტრის ფორით;
2) ფორიანი – ფორის დიამეტრი მერყეობს 1 მმ-დან 3 მმ-მდე;
3) ღრუბლისებრი – ნიადაგში გვხვდება სიცარიელე, ზომით 3 მმ-დან 5 მმ-მდე;
4) ხვრელოვანი – ნიადაგში გვხვდება სიცარიელე, ზომით 5 მმ-დან 10 მმ-მდე;
5) დანაპრალებული – სიცარიელე აღემატება 10 მმ;
6) მილოვანი – გვხვდება სიცარიელე არხების სახით.

სტრუქტურულ ერთეულს შორის, ფორის განლაგების მიხედვით, არჩევენ ნიადაგის შენების შემდეგ ტიპს:

1) წვრილბზარიანი – სიცარიელის სიგანე 3 მმ-ზე ნაკლებია;
2) ბზარიანი – სიცარიელის სიგანე 5 მმ-დან 10 მმ-დე;
3) ხვრელოვანი – ნაპრალის სიცარიელის სიგანე 10 მმ-ზე მეტია.

ფორებს გამოყოფენ აგრეთვე დიამეტრის ზომის მიხედვით:
მიკროფორა < 0,075 მმ;
ძალიან წვრილი 0,075-1 მმ;
წვრილი 1-2 მმ;
საშუალო 2-5 მმ;
მსხვილი > 5 მმ.

ფორის რაოდენობა ხასიათდება მათი რიცხვით 1 დმ²-ზე:
ცოტა 1 – 50;
საშუალო 51 – 500;
ბევრი > 500.

კონსისტენცია წარმოადგენს თვისებათა ერთობლიობას, რომელსაც ნიადაგი იღებს ზემოქმედების შედეგად და რომელიც მყღავნდება ფორმების შეცვლისადმი წინააღმდეგობის გაწევის უნარში.

კონსისტენცია მოიცავს წებოვნებას და პლასტიკურობას.

წებოვნება არის ნიადაგის ნაწილაკების თვისება, გარკვეული ტენიანობის პირობებში მიეწებონ ერთმანეთს და გარეშე სხეულს.

წებოვნება იზომება ძალის იმ სიდიდით (გ/სმ²), რომელიც საჭიროა ნიადაგის შენებული ნაწილაკის ერთმანეთისგან ან მათზე მიკრული გარეშე საგნის მოსაცილებლად. ნიადაგის წებოვნების კლასიფიკაციისთვის გამოიყენება შემდეგი სკალა:

- ძალიან ძლიერი სიბლანტის ნიადაგი > 15 გ/სმ²;
- ძლიერი სიბლანტის ნიადაგი 5-15 გ/სმ²;
- საშუალო სიბლანტის ნიადაგი 2-5 გ/სმ²;
- სუსტი სიბლანტის ნიადაგი 0,5-2 გ/სმ²;
- ბნევადი ნიადაგი 0,1-0,5 გ/სმ².

ნიადაგის წებოვნება აღინერება განსაზღვრულ ტენიან მდგომარეობაში. მის დასადგენად, ნიადაგის მასას, რომლის ტენიანობა მეტია საველე ტენტევადობაზე, ხელით მოსრესენ და გამოყოფენ წებოვნების შემდეგ გრადაციებს:

- არანებოვანი – მოსრესის შემდეგ თითებზე არ რჩება მიწებებული მასალა;
- სუსტად წებოვანი – თითებს ეწებება უმნიშვნელოდ, მაგრამ ადვილად სცილდება მიკრული მასალა და თითები სუფთა რჩება;

  ზომიერად წებოვანი ანუ წებოვანი – ნიადაგის მასის გასრესის შემდეგ თითებზე რჩება ძნელად მოსაშორებელი მიწებებული მასალა;

  ძალიან წებოვანი – ნიადაგის მასა ძალინ წებოვანია, მოსრესის შემდეგ თითებზე რჩება ძლიერ მიწებებული მასალა, რომელიც ძალიან ძნელად იწმინდება.

საველე პირობებში პლასტიკურობა განისაზღვრება ნოტიო მდგომარეობაში. ნიადაგის მასის ზონარად დასორსლებით დადგენილია პლასტიკურობის შემდეგი სტადიები:

- არაპლასტიკური – ნიადაგის მასა ზონარად არ სორსლდება;
- ძალიან სუსტად პლასტიკური – ნიადაგის მასა ძნელად სორსლდება და ზონარის სისქე 8 მმ-ზე ნაკლებია;

  სუსტად პლასტიკური – ნიადაგის მასა სორსლდება ზონარად, რომლის სისქე ნაკლებია 3 მმ-ზე, მაგრამ ადვილად დეფორმირდება;

  ზომიერად პლასტიკური ან პლასტიკური – ნიადაგის მასა ადვილად ფორმირდება 1-2 მმ სისქის ზონარად, მაგრამ გარეგანი ზემოქმედებით (მოღუნვა, დაგრეხა) დეფორმირდება;

  ძალიან პლასტიკური – 1 მმ-ზე ნაკლები სისქის ზონარი ადვილად წარმოიქმნება, დეფორმირდება მხოლოდ ძლიერი ზემოქმედების შედეგად.

მშრალი ნიადაგის კონსისტენციის დასადგენად ნიადაგის ნიმუშს ხელით ტეხენ და გამოყოფენ შემდეგ გრადაციებს:

- მსუბუქი – ნიადაგის მასა ძალინ სუსტადაა ბმული და მყიფეა, იშლება ცალკეულ მარცელებად (ან იფხვნება) ძალიან სუსტი ზემოქმედებით;

  ნაკლებად მაგარი – ზემოქმედებისადმი ამჟღავნებს სუსტ წინააღმდეგობას, თითებს შორის ნიმუში ადვილად იფშვნება;

  მაგარი – ზემოქმედებას უწევს ზომიერ წინააღმდეგობას, ნიმუში ადვილად იფშვნება ხელით, მაგრამ იშვიათად ტყდება თითებს შორის;

  ძალიან მაგარი – გამოირჩევა ზემოქმედებისადმი ძლიერი წინააღმდეგობით, ნიმუში მხოლოდ დიდი ძალდატანების შემდეგ იშლება;

  განსაკუთრებულად მაგარი – ზემოქმედებას უწევს ძალიან ძლიერ წინააღმდეგობას, შეუძლებელია ხელით ნიადაგის ნიმუშის დამტვრევა.

ახალქმნილებები წარმოადგენენ ნიადაგში წარმოქმნილ და დალექილ სხვადასხვა ფორმის და შედგენილობის ნივთიერების დაგროვებას, ნიადაგში მიმდინარე ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესების და აგრეთვე მასზე მცენარეების და ცხოველების უშუალო ზემოქმედების შედეგად.

არჩევენ ქიმიური და ბიოლოგიური წარმოშობის ახალქმნილებებს.

ქიმიური წარმოშობის ახალქმნილებებს მიეკუთვნება:

ადვილად ხსნადი მარილები ($NaCL$, $CaCL_2$, $MgCL_2$, Na_2SO_4, $MgSO_4$ და სხვ.);

თაბაშირი ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$);

კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატები ($CaCO_3$, $MgCO_3$);
რკინის, ალუმინის, მანგანუმის, ფოსფორის ჟანგები (Fe_2O_3, AL_2O_3, Mn_3O_4, P_2O_5);
კაჟმიწა (SiO_2);
თიხამინერალები (სილიკატები);
ჰუმუსიანი ნივთიერებები.

ბიოლოგიური წარმოშობის ახალქმნილებები გამოიყოფა ნაჭიარის, კაპროლიტის, ნაფესურის, ნათხუნელარის სახით. ნიადაგში ცხოველების (თრია, ზაზუნა, თხუნელა და სხვ.) მოძრაობით ჩნდება ახალქმნილი „სოროები“, რომლებიც ამოვსებულია ზემოდან ჩატანილი ჰუმუსოვანი ნივთიერებით.

ჭიაყელებისა და სხვა ჭიების კუჭ-ნაწლავიდან ექსკრიმენტის სახით გამოყოფილი ლორწოვანი ნივთიერება (მცირე გორგოლები) ნიადაგის მასას აწებებენ და წარმოქმნიან ე.წ. ზოოლოგიურ ახალქმნილებას. თავისებურ ახალქმნილებას წარმოადგენს ფიტოლიტარია – მინერალური ნაერთი, რომელიც წარმოიქმნება მცენარეში და ორგანული ნარჩენის დაშლის შემდეგ ნიადაგში რჩება.

საინტერესოა ე.წ. კუტანები, რომლებიც აერთიანებენ თიხიან აფსკებს, თიხიან ნაღვენთებს, რკინის ლაქებს, რკინიან აფსკებს, მანგანუმიან აფსკებს, კაჟმიწის მინაფრქვევებს, კარბონატულ ცრუმიცელიუმებს, ქერქებს, ნაფიფქებს, მინაგლისებს.

კუტანის რაოდენობას ადგენენ მის მიერ გადაფარებული აგრეგატის ზედაპირების მიხედვით. მისი რაოდენობის დასადგენად სარგებლობენ შემდეგი გრადაციით:

- 0 % არც ერთი;
- 0-2 % ძალიან მცირე;
- 2-5 % მცირე;
- 5-15 % საშუალო;
- 15-40 % ბევრი;
- 40-80 % ჭარბი;
- > 80 % ზეჭარბი.

კუტანის ბუნება აღიწერება შემდეგნაირად:
თიხიანი;
თიხა და ერთნახევარჟანგეულები;
თიხა-ჰუმუსიანი;
დატკეპნილი ზედაპირი;
„სლიქენსლაიდები“, ნაწილობრივ გადაკვეთილი;
„სლიქენსლაიდები“, ძლიერად გადაკვეთილი;
მბზინავი ზედაპირი.

კუტანების ადგილმდებარეობის მიხედვით გამოიყოფა:
აგრეგატის ზედაპირი;
აგრეგატის ვერტიკალური ზედაპირი;
აგრეგატის ჰორიზონტალური ზედაპირი;
მსხვილი ფრაგმენტი;
ფენა (თიხის გუნდი);
სიცარიელე;
არა აქვს სპეციალური ადგილმდებარეობა.

კუტანის კონტრასტულობის მიხედვით აღიწერება: სუსტი, განსხვავებული და შესამჩნევი.

ახალწარმოქმნები აერთიანებენ მაკრო-, მეზო- და მიკროფორმებს, რომლებიც მრავალგვარია – ნაოფლარი, ქერქი, ნაფიფქი, კრისტალები, ძარღვები, ფირფიტები, წერტილები (წინწკლები), „ობი" (ცრუმიცელიუმი), თვლები (ხალები), კონკრეციები, მინაგლისები, ლაქები, ნაღვენთები, ნაწვეთები, ორტშტეინები, აფსკები, გამონალექები, ბურცები და სხვ.).

ჩანართები წარმოადგენენ ნიადაგში „შემთხვევით" მოხვედრილ საგნებს (ცხოველების ძვალი, ჭურჭლის ნამტვრევი, სხვადასხვა არქეოლოგიური ნივთი), რომლებსაც არა აქვთ მასთან გენეზისური კავშირი. ნიადაგში ზოგიერთი ჩანართის (არქეოლოგიური ნივთი) არსებობა შეიძლება გახდეს ნიადაგის ასაკის მსჯელობის საფუძველი.

გამოიყოფა ჩანართის შემდეგი ჯგუფი:

ანთროპომორფული – ანთროპოგენური ჩანართები: აგურის ნატეხი, მინის ნამსხვრევი, კერამიკის ნამტვრევი, ლითონის საგანი, ნამარხი ნაშთი და სხვ.

ბიომორფული – მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ჩანართი: ცხოველის ძვალი, მოლუსკების ნიჟარა, ფესვების და ღეროების ნამარხი ნაშთი.

მნიშვნელოვან მორფოლოგიურ დიაგნოსტიკურ მაჩვენებელს წარმოადგენს მცენარეთა ფესვის რაოდენობა, გავრცელების სიღრმე. ნიადაგის პროფილში ფესვის განაწილების დახასიათებისთვის საჭიროა ფესვის რაოდენობისა და ზომების აღწერა.

ფესვის რაოდენობის მაჩვენებლები:

არ არის	0;
ძალიან ცოტაა	1-20 დმ^2;
ცოტაა	20-50 დმ^2;
საშუალოა	50-200 დმ^2;
ჭარბია	> 200 დმ^2.

ფესვის ზომებისთვის გამოიყენება შემდეგი გრადაცია (დიამეტრი, მმ):

ძალიან წვრილი ფესვი	< 0,5;
წვრილი ფესვი	0,5-2;
საშუალო ფესვი	2-5;
მსხვილი ფესვი	> 5.

მორფოლოგიური ნიშნის სწორი ინტერპრეტაციისთვის მეტად მნიშვნელოვანია ნიადაგის ტენიანობის საველე აღწერა შემდეგი კრიტერიუმებით:

- მშრალი ნიადაგი – ხელის შეხებით ტენი ან იგრძნობა, გამოშრობისას არ ღიავდება და წყლის დამატებით მუქდება; ქვიშიანი ნიადაგის ნიმუში თითებშუა მოსრესით იშლება ცალკეულ მარცვლებად;

  ნაკლებენესტიანი ნიადაგი – არ მტვრიანდება თითებშუა მოსრესით, ხელით შეხებისას იგრძნობა სიგრილე, ქვიშიანი ნიადაგი იშლება მარცვლებად და არამტკიცე აგრეგატებად; თიხნარი და თიხიანი ნიადაგი იშლება მსუბუქ კოშტებად. გამოშრობისას უმნიშვნელოდ ღიავდება, წყლის დამატებით მუქდება;

  ნესტიანი ნიადაგი – თითების შეხებით სინესტე იგრძნობა და ნიადაგი ატენიანებს ფილტრის ქაღალდს. გამოშრობისას მნიშვნელოვნად ღიავდება, წყლის

დამატებით არ მუქდება. ქვიშა ნიადაგი ბმულია და არ იშლება თავისუფლად ცალკეულ მარცვლებად, ხელში მოსრესით არ ინარჩუნებს მიღებულ ფორმას. მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგი ხელს აცივებს შეხებისას და მოსრესის შემდეგ ინარჩუნებს მინიჭებულ ფორმას;

ტენაინი ნიადაგი – ხელის შეხებით ტენი იგრძნობა, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგი ბმულია, თითებშუა მოსრესით არ იშლება. თიხნარი და თიხა ნიადაგი თითებს შორის მოსრესით იზილება და იღებს სხვადასხვა ფორმას, ეკვრის თითებს. ნიადაგი გამოშრობის დროს ღიავდება, წყლის დამატებით არ მუქდება.

სველი ნიადაგი – თითებშუა მოსრესით ნიადაგის ნიმუშებიდან წყალი მოჟონავს. წყალი მოჟონავს ნიადაგური ჭრილის კედლებზეც.

საველე ტენიანობის განსაზღვრა შეიძლება გათვალისწინებულ იქნეს სხვა მორფოლოგიური მაჩვენებლების დასადგენად.

5.2. ნიადაგწარმოქმნის ელემენტარული პროცესები

დედამიწაზე ნიადაგწარმოქმნის პროცესი მიმდინარეობს ნიადაგწარმოქმნის ფაქტორების შეხამების განსაკუთრებით დიდი მრავალფეროვნების გავლენით, რაც იწვევს ნიადაგწარმოქმნის ტიპის და მათი შესაბამისი ნიადაგის ტიპის, ქვეტიპის, გვარის და სახეობის მრავალფეროვნებას. ამავე დროს, სხვადასხვა ნიადაგში მეორდება ერთი და იგივე, არსებითად ერთხარისხოვანი, მაგრამ განსხვავებული თავისი გამომჟღავნების დეტალებში პროცესი. მაგალითად, ჰუმუსწარმოქმნა – ერთიანი პროცესია ყველა ნიადაგში, მაგრამ, ერთი მხრივ, პროცესი შეიძლება იყოს რაოდენობრივად განსხვავებული – 500 და 50 ტ ჰუმუსის დაგროვება 1 ჰა-ზე, ხოლო, მეორე მხრივ, – ხარისხობრივად განსხვავებული – ჰუმატური ან ფულვატური ჰუმუსის დაგროვება. სხვა მაგალითი შეიძლება იყოს გალებების პროცესი, რომელიც განსხვავებული ხარისხით ელინდება სხვადასხვა ნიადაგში, რომლებსაც გააჩნია ჭარბი დატენიანება პროფილის ამა თუ იმ ნაწილში. ზუსტად ასე სხვადასხვა ნიადაგში შეიძლება მჟღავნდებოდეს ლესივირების ან გამოტუტვის პროცესი.

ნიადაგწარმოქმნის სხვადასხვა ტიპისთვის ასეთი ზოგადი პროცესი ცნობილია ელემენტარული ნიადაგწარმოქმნის პროცესის სახელწოდებით.

ელემენტარული პროცესის შეხამება იძლევა მრავალი ნიადაგური ინდივიდუმის რაოდენობას. მაგრამ მათ შორის დადგენილია ტიპური შეხამებები ან ნიადაგწარმოქმნის ტიპი.

ამჟამად არსებული ელემენტარული ნიადაგწარმოქმნის პროცესი გაერთიანებულია შემდეგ ჯგუფში: ბიოგენურ-აკუმულაციური, ილუვიურ-აკუმულაციური, ჰიდროგენულ-აკუმულაციური, ელუვიური, ნიადაგის მეტამორფიზმის, კრიოგენური, ანთროპოგენური, პედოტურბაციული და დესტრუქციული.

ბ ი ო გ ე ნ ურ - ა კ უ მ უ ლ ა ც ი უ რ ი ელემენტარული ნიადაგწარმოქმნელი პროცესის ეს ჯგუფი აერთიანებს პროცესებს, რომლებსაც თან ახლავს პროფილის ზედა ნაწილში ამა თუ იმ ნივთიერების, პირველ რიგში ორგანულის, დაგროვება ნიადაგსა ან მის სისქეში ორგანიზმების ცხოველმოქმედების უშუალო გავლენის შედეგად.

ჰუმუსწარმოქმნა in situ – მცენარეული ნარჩენების დაშლის პროცესი მათი კვდომის ადგილზე და ჰუმუსის მომდევნო ახალწარმოქმნა პროფილში მისი გადაადგილების გარეშე. მორფოლოგიურად პროცესი ხასიათდება ზედაპირული მუქი კოშტოვანი ან მარცვლოვანი სტრუქტურის ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ნარმოქმნით; ყველაზე მუქი და გასტრუქტურებული პროფილში და დიდი რაოდენობით მცენარეების ცოცხალი და მკვდარი ფესვების შემცველი.

ჰუმუსდაგროვება – ნიადაგის ზედაპირულ ჰორიზონტში ჰუმუსის აკუმულაციის პროცესი, როგორც მცენარეული ნარჩენების დაშლის და ჰუმუსნარმოქმნის შედეგი ჰუმუსწარმოქმნის *in situ* (ადგილზე) და მისი ქვემოთ გარკვეული გადაადგილების შეხამებით, ნიადაგური მასის თანდათანობითი გაჟღენთვით. ხასიათდება ზედაპირული მუქი კოშტოვანი ან მარცვლოვანი სტრუქტურის ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის წარმოქმნით, ყველაზე მუქი და გასტრუქტურებული პროფილში, თანდათანობით სიღრმით კარგავს ჰუმუსოვან შეფერილობას და გასტრუქტურებას.

მკვდარი საფრის წარმოქმნა – ნიადაგის ზედაპირზე ორგანული (ქვედა ნანილში ორგანულ-მინერალური) ტყის მკვდარი საფრის შრის ან ველის ქეჩის ფორმირება, რომელიც ვერტიკალური შრით (და დროით) იმყოფება მცენარეული ნარჩენის დაშლის სხვადასხვა სტადიაზე. მორფოლოგიურად ხასიათდება იმით, რომ მთელი მკვდარი საფარი ადვილად განცალკევდება ნიადაგის ქვედა მინერალური სისქიდან და შედგება შეუიარაღებელი თვალით შესამჩნევი მცენარეული ნარჩენებით. მკვდარი საფრის ქვედა შრეში აღინიშნება, როგორც წესი, ჟანგის აფსკებს მოკლებული, მინერალური ჩონჩხის ნანილების არსებითი მექანიკური მინარევი.

ტორფწარმოქმნა (გატორფება, ტორფდაგროვება) – მკვდარი ორგანული ნარჩენების კონსერვაციის პროცესი უმნიშვნელო ჰუმიფიკაციით, რომელიც ხასიათდება ზედაპირული ტორფიანი ჰორიზონტის წარმოქმნით. ტორფის დაშლის ხარისხის და სახეობის მიხედვით ტორფიანი ჰორიზონტის მორფოლოგია შეიძლება იყოს განსხვავებული. დაუშლელ ტორფიან ჰორიზონტში მცენარეულმა ნარჩენებმა მთლიანად ან თითქმის მთლიანად შეინარჩუნეს თავისი ფორმა და კარგად ჩანან შეუიარაღებელი თვალით. საშუალოდ დაშლილ ტორფში მცენარეულმა ნარჩენებმა მხოლოდ ნანილობრივ შეინარჩუნეს თავისი საწყისი ფორმა ქსოვილების ნაფლეთების სახით, რომლებიც გამოირჩევა შეუიარაღებელი თვალით. დაშლილ ტორფში მცენარეული ნარჩენების ფორმა არ შეიმჩნევა შეუიარაღებელი თვალით და მთელი ჰორიზონტში გამოიყოფა როგორც მთლიანი აზელილი ორგანული მასა. მშრალტორფულ ჰორიზონტში ნარჩენი ინარჩუნებს საწყის მცენარეულ ფორმას, რომელიც კარგად ჩანს შეუიარაღებელი თვალით.

კორდიანი პროცესი – ინტენსიური ჰუმუსნარმოქმნა და ჰუმუსდაგროვება ბალახეული მცენარეულის ზემოქმედებით, რომლის შემადგენლობაში არსებით როლს თამაშობენ კორდშემქმნელი მარცვლოვნები, იზოჰუმუსური პროფილის წარმოქმნით ზედაპირიდან მუქი კოშტოვანი და მარცვლოვანი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით. კორდიანი ჰორიზონტი ხასიათდება ფესვთა სისტემის არსებითი როლით (მოცულობის ნახევარზე მეტი), ხოლო მყარი ფაზა ნარმოდგენილია წვრილმარცვლოვანი და წვრილკოშტოვანი ერთეულებით.

თიხამინერალების ბიოგენური სინთეზი – ნიადაგში მეორადი თიხაწარმოქმნის პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს მცენარეული ნარჩენის დაშლის დროს განთავისუფლებული მარტივი ნაერთის ან იონების ურთიერთმოქმედების შედეგად.

ნიადაგწარმომქმნელი ქანის მეტამორფიზმის ერთ-ერთი სახეობა, როდესაც მინერალების გამოფიტვის დროს განთავისუფლებული ელემენტები ერთვება ნივთიერების ბიოლოგიურ წრებრუნვაში, ხოლო ამის შემდეგ ხდება ნიადაგის მეორადი მინერალების სინთეზი. პროცესი მიმდინარეობს არა *in situ*, არამედ ნივთიერების გარკვეული გადაადგილებით, მაგრამ ბიოგენურ-აკუმულაციური ჰორიზონტის ფარგლებს გარეთ მათი გატანის გარეშე. მორფოლოგიურად ჰორიზონტი, რომელშიც მიმდინარეობს თიხამინერალების ბიოგენური სინთეზი, გამოიყოფა პროფილის ზედა ნაწილში, როგორც ჰუმუსოვანი გათიხებული ჰორიზონტი.

რეგრადაცია (პროგრადაცია) – ჰუმუსით და სხვა ნაერთებით დეგრადირებული და გაენერებული ნიადაგის ზედა ჰორიზონტის მეორადი გამდიდრების პროცესი. მორფოლოგიურად ასეთი ნიადაგი ხასიათდება კოშტოვან-მარცვლოვანი სტრუქტურის მუქი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით გაეწრების ნიშნების გარეშე.

ი ლ უ ვ ი უ რ - ა კ უ მ უ ლ ა ც ი უ რ ი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესების ეს ჯგუფი აერთიანებს ნივთიერების აკუმულაციის პროცესებს ელუვიურ-ილუვიური დიფერენცირებული ნიადაგის ელუვიური ჰორიზონტის ქვემოთ პროფილის შუა ნაწილში, მათ შორის: დალექვას, გარდაქმნას, ზემოდან მოტანილი ნივთიერების დამაგრებას.

თიხოვან-ილუვიური პროცესი – ელუვიური ჰორიზონტიდან გამოტანილი, დაურღვეველ მდგომარეობაში მყოფი მეორადი თიხის ილუვიური დაგროვების პროცესი. მორფოლოგიურად ჰორიზონტი ასეთი პროცესის გაბატონებით გამოირჩევა გადიდებული გათიხებით და გამკვრივებით. მას აქვს პრიზმული ან კაკლოვანი, კარგად ფორმირებული სტრუქტურა მკაფიოდ გამოხატული კიდეებით და ქერქით. სტრუქტურული ერთეულების კიდეებზე მკაფიოდ გამოიყოფა ჰუმუსიდან თავისუფალი მბზინავი თიხის აფსკები.

ჰუმუსოვან-ილუვიური პროცესი – ელუვიური ჰორიზონტიდან გამოტანილი ჰუმუსის ილუვიური დაგროვების პროცესი. მორფოლოგიურად გამოიყოფა ელუვიური ჰორიზონტის ქვემოთ ან ზედა ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ქვედა ნაწილში მეორე (ქვედა) მუქი შეფერილობის ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის წარმოქმნით. ჩვეულებრივ ფორმირდება ქვიშიან ნიადაგში და ძალიან იშვიათად თიხნარებში, ამიტომ, როგორც წესი, უსტრუქტუროა და გამოიყოფა როგორც ერთი ან რამდენიმე მუქი-ყავისფერი ან ყომრალ-ნითელ-ყავისფერი ფერის ფენა. თუ შეიმჩნევა გასტრუქტურება, მაშინ სტრუქტურული ერთეულების კიდეებზე შეიმჩნევა თიხიანი მუქი ნაღვენთები.

რკინა-ილუვიური პროცესი – იონური, კოლოიდური ან ორგანულ ნივთიერებასთან დაკავშირებული ფორმით ელუვიური ჰორიზონტიდან გამოტანილი რკინის ჟანგეულების ილუვიური დაგროვების პროცესი. ყველაზე ხშირად ასეთი პროცესი აგრეთვე შეიმჩნევა ქვიშიან ნიადაგში, როდესაც ის იწვევს მკაფიო-ყვითელი, ნითელი ან ყომრალ-ყვითელი ფერის ილუვიური რკინიანი ჰორიზონტის წარმოქმნას მთლიანი შრის ან დაკლაკნილი მომკვრივო შრეების – ორტზანდების სახით. ქვიშიანი ნიადაგის შემთხვევაში ასეთი ჰორიზონტი უსტრუქტუროა და სუსტად არის შეცემენტებული რკინის ჟანგეულებით. იმ შემთხვევაში, როდესაც აღინიშნება სტრუქტურა, მაშინ სტრუქტურული ერთეულების კიდეებზე მოჩანს რკინის ჟანგის ჟანგმინა აფსკები.

თიხამინა-ჰუმუსოვან-ილუვიური პროცესი – ელუვიური ჰორიზონტიდან გამოტანილ ჰუმუსთან ერთად ამორფული ალუმინის ჟანგეულების დაგროვების ილუვი-

ური პროცესი. მორფოლოგიურად ნიადაგი ხასიათდება ყომრალი პროფილით გაეწერების მორფოლოგიური ნიშნების გარეშე, მაგრამ ჰორიზონტ B-ს გამკვრივებით და გათიხებით.

რკინა-ჰუმუსოვან-ილუვიური პროცესი – ელუვიური ჰორიზონტიდან გამოტანილ ჰუმუსთან ერთად ამორფული რკინის ჟანგეულების დაგროვების ილუვიური პროცესი. ქვიშიანი ეწერებისთვის დამახასიათებელი ეს პროცესი მორფოლოგიურად მჟღავნდება მუქი-ყომრალი, ჟანგმიწა-ყომრალი, მოწითალო-ყომრალი შეფერილობის დაკლაკნილი შრეების სერიიდან შემდგარი ან მთლიანი ილუვიური ჰორიზონტის წარმოქმნაში. ქვიშიან ნიადაგში ორთხანდური, ფსევდოფიბრული შრეები ნათლად განცალკევებიან ნიადაგის ქვიშიანი მასიდან, თიხნარ ნიადაგში სტრუქტურული ერთეულების კიდეებზე აღინიშნება ნათელი პეწიანი მუქი აფსკები.

ეწერ-ილუვიური პროცესი – ეწერი ჰორიზონტიდან გამოტანილი თიხიანი ნაწილაკების და ამორფული ერთნახევარჟანგეულების ილუვიური დაგროვება. მორფოლოგიურად მჟღავნდება კაკლოვანი და პრიზმული სტრუქტურის გათიხებული მომკვრივო ჰორიზონტის წარმოქმნაში, რომელსაც გააჩნია კარგად გამოხატული სტრუქტურული ერთეულების ქერქები და კიდეებზე ნაღვენთი აფსკები.

კარბონატულ-ილუვიური პროცესი – ზემოდან გამოტანილი პროფილის შუა და ქვედა ნაწილში კალციუმის კარბონატების ილუვიური დაგროვების პროცესი. მორფოლოგიურად წააგავს კარბონატების ჰიდროგენური აკუმულაციის პროცესს და გამოირჩევა სხვადასხვა ფორმის კარბონატული ახალქმნილების არსებობით.

ბიცობიან-ელუვიური პროცესი – ბიცობ და ბიცობნარ ნიადაგის ბიცობ ჰორიზონტში თიხის, ამორფული ნახევარჟანგეულის და ჰუმუსის ილუვიური დაგროვების პროცესი ამ ჰორიზონტის გაცვლითი კატიონების შემადგენლობაში ნატრიუმის არსებითი მონაწილეობით; ბიცობი ჰორიზონტის წარმოქმნა. პროფილის ელუვიური ნაწილიდან გამოტანილი კოლოიდები აქ მაგრდებიან და შეუქცევად კოაგულირებენ, რადგან ნატრიუმის იონის დასწრებით ადვილად განიცდიან პეპტიზაციას. მშრალ მდგომარეობაში ასეთ ჰორიზონტს აქვს სვეტისებრი ან პრიზმული სტრუქტურა ძალიან მუქი ქერქით და კიდეებზე ლაქისებრი აფსკებით.

ჰ ი დ რ ო გ ე ნ - ა კ უ მ უ ლ ა ც ი უ რ ი პროცესები დაკავშირებულია ნიადაგის პროფილის ფორმირებაზე გრუნტის წყლების თანამედროვე ან წარსულის (პალეოაკუმულაციური პროცესები) გავლენასთან. ეს პროცესები განსაკუთრებით მკაფიოდ მჟღავნდება წყლის მცვარაეი რეჟიმის დროს, მაგრამ შეიძლება იყვნენ რეჟიმის სხვა ტიპის დროს, მაგალითად, გეოქიმიური ბარიერების ადგილებში გრუნტის ნაკადის მოძრაობის გზაზე (ტერასისპირა დადაბლებები, ფერდობების გარდატეხებზე და ა.შ.) ან დესუქციური წყლის რეჟიმის დროს. აკუმულაცია შეიძლება იყოს როგორც ზედაპირული, ისე შიდანიადაგური, რომელიც ეხება ნიადაგური პროფილის ნებისმიერ ნაწილს ან უკვე ფორმირებულ ან ფორმირებად გენეტიკურ ჰორიზონტს.

დამლაშება – მინერალიზებული გრუნტის წყლის აწევისას ნიადაგურ სისქეში ადვილად ხსნადი მარილების დაგროვება. თუ გრუნტის წყლები და კაპილარული არშია აღწევენ პროფილის შიგნით მხოლოდ გარკვეულ სიღრმეს, მაშინ მარილების აკუმულაციას ადგილი აქვს მხოლოდ კაპილარული არშიის ზედა საზღვარზე, შესაბამისი შიდანიადაგური დამლაშებული ჰორიზონტის ფორმირებით. იგივე მოვლენას შეიძლება ჰქონდეს ადგილი რომელიმე ჰორიზონტის დესუქციური ამოშრობის

დროს, რომელიც შეიძლება გახდეს დამლაშებული. თუ აორთქლებითი რეჟიმის დროს წყლის ნაკადი აღწევს ზედაპირს, მაშინ მარილების აკუმულაცია ხდება ნიადაგის ზედაპირზე. დამლაშების პროცესის სპეციფიკური მორფოლოგიური ნიშანია დამლაშების პროცესის სტადიის და ინტენსიურობის მიხედვით სხვადასხვა მარილიანი ახალქმნილებების (ძარღვები, ქერქები, ბუდეები, ნაფიფქები) გაჩენა. ზედაპირული ჰორიზონტების დამლაშება შეიძლება იყოს სეზონური: მშრალ პერიოდში მარილების ნაფიფქების გაჩენა და მათი გაქრობა ტენიან პერიოდში ან მორწყვისას. სხვადასხვა მარილით დამლაშება იძლევა განსხვავებულ მორფოლოგიურ სურათს: ნატრიუმის სულფატით დამლაშების დროს წარმოიქმნება ფუნთუშა ჰორიზონტი; ნატრიუმის ქლორიდით ან ნატრიუმის ქლორიდის და სულფატის ნარევით – ქერქიანი, კალციუმის და მაგნიუმის ქლორიდებით – სველი, სოდიქლორიდებით – შავი. ნიადაგის ზედაპირზე თეთრი ნაფიფქები დამლაშების ინტენსიური სეზონური და მუდმივი პროცესის პირველი ნიშანია, თუ მარილების შემადგენლობაში ჭარბობენ სულფატები და ქლორიდები. სოდური დამლაშების დროს ნიადაგის ზედაპირი შავია, ბლანტი, გამოშრობის დროს სკდება, ძალიან ნელა შრება. ნიადაგის დამლაშება იწვევს მის გასტრუქტურებას, ბელტიანი სტრუქტურის გაჩენას ან მასიურ აგებულებას.

გათაბაშირება – ნიადაგურ სისქეში მინერალური გრუნტის წყლებიდან დალექილი თაბაშირით მეორადი აკუმულაციის პროცესი, რომელიც მიიღწევა მათი მაძღრობით კალციუმის სულფატის მიმართ ან სულფატურ-ნატრიუმის წყლებით კარბონატული შრის დამუშავების დროს.

გაკარბონატება – ნიადაგურ სისქეში მინერალური გრუნტის წყლებიდან დალექილი კალციუმის კარბონატით მეორადი აკუმულაციის პროცესი. ამის მიღწევა შესაძლებელია მინერალიზებული გრუნტის წყლებიდან დალექვით კარბონატების და კალციუმის ბიკარბონატებით მაძღრობის მიღწევისას ან თაბაშირიანი შრის დამუშავებით ტუტე სოდიანი წყლებით. მორფოლოგიურად პროცესი მჟღავნდება კარბონატული ჰორიზონტის ან კარბონატული ქერქის ნარმოქმნაში დამახასიათებელი მორფოლოგიური ნიშნით. ჰიდროგენურ-კარბონატული ჰორიზონტის შემთხვევაში საეჭვო შეიძლება გახდეს მისი ჭუშმარიტი ბუნება – ილუვიურია ის ან ჰიდროგენური. ქერქიანი წარმოქმნის შემთხვევაში ასეთი ეჭვები უსაფუძვლოა: ნიადაგში ყველა ქერქს აქვს ჰიდროგენური წარმოშობა.

გამადნება – ნიადაგის სისქეში სხვადასხვა ჰიდრატაციის რკინის ჟანგეულების ჰირდოგენური დაგროვების პროცესი. ჩვეულებრივ მჟღავნდება რკინის გეოქიმიური ბარიერების ადგილებში: ჭალებში ტერასებთან მიმდებარე დადაბლობებში, რელიეფის დეპრესიებში გარკინებული გრუნტის წყლების ამოსვლის ადგილებში, ჭაობების კიდეებში. საწყის სტადიებზე (დროსა და სივრცეში) ფორმირდება გარკინებული გატორფებული და მინერალური ჰორიზონტი, რომელიც ინტენსიურად შეღებილია ჟანგმინა-ყომრალი რკინის ჟანგეულებით და შეიცავს კონცენტრირებული შენების მიკროკონკრეციებს. უფრო მწიფე სტადიებზე ფორმირდება კონკრეციული ჰორიზონტი, რომელიც შედგება ცალკეული ან ერთმანეთში შეცემენტებული კონცენტრირებული შენების კონკრეციებიდან და ნაღვენთი ფორმის არასწორი ფორმის მსხვილი ბურცებისაგან.

გაკაჟმინება – კაჟმინის ჰიდროგენური დაგროვების და ნიადაგური შრეების შეცემენტების პროცესი, რომელსაც ადგილი აქვს ტუტე ხსნარების ცირკულაცი-

ის ადგილებში. ერთი მხრივ, ეს შეიძლება იყოს ტროპიკული კლიმატის რაიონები, სადაც ფერალიტიზაციის საწყის სტადიებზე მიმდინარეობს კაჟმინის ინტენსიური განთავისუფლება გამოფიტული სილიკატებიდან და მისი გამოტანა კოლოიდური ფორმით ან ჭეშმარიტ ხსნარში გრუნტის წყლებით აკუმულაციურ ლანდშაფტებში, მეორე მხრივ, ეს არის არიდული ან ნახევრად არიდული კლიმატის რაიონები ტუტე სხნარების ინტენსიური (წარსულში) ცირკულაციით და ნიადაგწარმოქმნაში ნატრიუმის გადიდებული მონაწილეობით. ყველა შემთხვევაში აკუმულაციურ ლანდშაფტებში ხდება ამორფული კაჟმინის დაგროვება, ნიადაგის ამა თუ იმ შრის გაჟღენთა და თანდათანობითი კრისტალიზაცია მეორად კვარცამდე. ოპალ-ხალცედონური შეცემენტებული ჰორიზონტი (დურეპენები) ან ქერქი გვხვდება საკმაოდ ხშირად და ბევრ შემთხვევაში წარმოადგენს პალეოაკუმულაციურ (პალეოჰიდრომორფულ) წარმონაქმნს.

გამდელოება – აკუმულაციური პროცესი, რომელიც დაკავშირებულია კარგი საერთო დრენაჟის პირობებში ნიადაგის ქვედა ნაწილზე გრუნტის წყლების (მათი კაპილარული არშიის) ზემოქმედებასთან, რაც იწვევს ნიადაგის საერთო დატენიანების გაზრდას მისი დაჭაობების გარეშე. მორფოლოგიურად ეს პროცესი მჟღავნდება პროფილში ჰუმუსიანი შეფერადების ინტენსიურობის ზრდაში (ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი ხდება უფრო მუქი), ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ქვედა საზღვრის დაკლაკნილობის ზრდაში, მარცვლოვანი სტრუქტურის (ველის ნიადაგის შემთხვევაში) გადასვლაში კოშტოვანში, პროფილის ქვედა ნანილში ჟანგიანი და მტრედისფერი ლაქების და რკინის მიკროკონკრეციების არსებობაში, კარბონატული კონკრეციების დარბილებაში.

თირსიფიკაცია – დროებითი ჰიდრომორფიზმის პირობებში მიმდინარე პროცესი, რომელიც დამახასითებელია გვალვიანი კლიმატის სუსტად დრენირებული დეპრესიების ადგილებისთვის. ნიადაგი მუქდება შავი ჰიდრომორფული ჰუმუსის წარმოქმნის შედეგად. პროცესი წარმოადგენს სუსტი გამდელოების და სლიტიზაციის თავისებურ შეხამებას. მორფოლოგიურად მჟღავნდება ზედაპირული მუქი (შავი, მუქი-რუხი, მუქი-ყომრალი) დაწიდული ჰორიზონტის წარმოქმნაში, რომელიც ძლიერ სკდება გამოშრობისას. ნიადაგს გააჩნია სრიალის ზედაპირები, ძალიან მკვრივია და მყარი მშრალ მდგომარეობაში და ბლანტი გაჯირჯვებული დატენიანებისას.

ლატერიზაცია – როგორც ძველი, ისე თანამედროვე გარკინების პროცესი, რომელიც გამონვეულია წრებრუნვიდან ალუმინის და, განსაკუთრებით, რკინის მნიშვნელოვანი რაოდენობის ამოვარდნით. ამ დროს წარმოიქმნება გარკინებული შიდანიადაგური შრე სხვადასხვა სტრუქტურის (პიზოლიტური, წიდის, ვერმიკულარული) კონკრეციული ან ჯავშნიანი აგებულების და Si, Al და Fe სხვადასხვა შეფარდებით გრუნტის ან ნიადაგური წყლებიდან რკინის ალოხტონური დაგროვებით აკუმულაციურ ლანდშაფტებში გვერდითი გადაადგილებისას. შიდანიადაგური ლატერიტი (ნიადაგის ზედაპირული შრის ეროზიის შემთხვევაში შეიძლება მოხვდეს ზედაპირზე) მორფოლოგიურად გამოიყოფა, როგორც სხვადასხვა სიმძლავრის მყარი შეცემენტებული კონკრეციული ან უჯრედოვანი ჯავშნიანი შრე. ლატერიტული შრე ატმოსფერული აგენტების ზემოქმედებით შეიძლება წარმოიქმნას პლინტიტის მეტამორფიზმის (გამკვრივების) გზით. ჩვეულებრივ ნიადაგურ პროფილში დაუშლელ მდგომარეობაში ლატერიტს აქვს ორნევრიანი აგებულება: მისი ზედა

ნაწილი კონკრეციულია, ხოლო ქვედა – უჯრედოვანი. უჯრედოვანი (ვერმიკულარული) ლატერიტი პრაქტიკულად ყოველთვის არის პლინტიტის განვითარების და გამკვრივების შედეგი, ხოლო კონკრეციული ლატერიტი შეიძლება ფორმირდებოდეს პლინტიტის წარმოქმნისგან დამოუკიდებლად.

პლინტიფიკაცია – ფერალიტური მასალის გარდაქმნის ჰიდროგენური პროცესი ფერალიტურ საფუძველზე გრუნტის წყლებიდან რკინის ჟანგეულების დალექვისას. ამ დროს ფორმირებული პლინტიტის ჰორიზონტი ხასიათდება ჭრელი შეფერვით: არასწორი ფორმის ნითელი ლაქები ერთიანდებიან მთლიან უჯრედოვან ქსელში მოყვითალო, ნარინჯისფერ ან მოთეთრო-ყვითელ ფონზე. ჩვეულებრივ მთელ ჰორიზონტში გაბნეულია რკინის ჟანგმიწა-ყომრალი ან მანგანუმიან-რკინიანი მონითალო-შავი მცირე რაოდენობის კონცენტრირებული ან ნაღვენთი შენების კონკრეციები. მიუხედავად იმისა, რომ ჰორიზონტი მომკვრივოა, თავისუფლად ითხრება ბარით, ხოლო ატმოსფერული ჰაერის ზემოქმედებისას დროთა განმავლობაში შეუქცევადად ქვავდება და გარდაიქმნება უჯრედოვან ლატერიტად.

დალექვა – ნიადაგის ზედაპირზე წყლის ნაკადიდან დალექვის დროს მინერალური ნივთიერების აკუმულაციის ჰიდროგენული ჭალის, წყალქვეშა ან დელუვიური პროცესი, რომლის დროს ნიადაგწარმოქმნა და ნიადაგწარმომქმნელი ქანის ფორმირება მიმდინარეობს ერთდროულად. თუ დალექვა პერიოდულია წყლის ნაკადების სეზონური გადმოდინების დროს, მაშინ ზედაპირზე დარჩენილი სხვადასხვა მექანიკური და მინერალოგიური მასალა, ნაკადის ხასიათისა და დამტბორავი ტერიტორიის ნაკვეთის მიხედვით ნათლად გამოიყოფა ქვევით მდებარე შრისგან და წარმოადგენს თხელშრიან პოლიგონალურ დახეთქილ ქერქს, რომელშიც თხელი შრე რამდენიმე მილიმეტრის მანძილზე თანთადანობით უხეშდება (მსუბუქდება მექანიკური შედგენილობით) ზევიდან ქვემოთ. წყალქვეშა ნიადაგწარმოქმნის და მუდმივი დალექვის დროს შრის წარმოქმნა ნაკლებად ან, ზოგჯერ, საერთოდ არ შეიმჩნევა.

ე ლ უ ვ ი უ რ ი პ რ ო ც ე ს ე ბ ი ს ჯგუფი აერთიანებს ელემენტარული ნიადაგწარმოქმნის პროცესების ფართო სპექტრს, რომელიც დაკავშირებულია სპეციფიკურ ელუვიურ ჰორიზონტში ნიადაგის მინერალური და ორგანული მასის დაშლასა და გარდაქმნასთან; მისი პროდუქტების გამოტანასთან დაღმავალი ან ლატერატული (გეერდითი) წყლის შიდანიადაგური ნაკადებით, რის შედეგად ელუვიური ჰორიზონტი ხდება ამა თუ იმ ნაერთებით გაღარიბებული და შედარებით გამდიდრებული ადგილზე დარჩენილი ნაერთებით. ყოველი ელუვიური პროცესი არის ამა თუ იმ ხარისხით რთული და მოიცავს ნივთიერების ტრანსფორმაციის და ტრანსლოკაციის მარტივი პროცესების სერიას.

გამოტუტვა – მინერალების კრისტალური მესრიდან გამოსვლის ან ორგანული ნაერთების გახსნის და შემდგომი გამოტანის შედეგად ფუძეებით ამა თუ იმ ჰორიზონტის გაღარიბების პროცესი. თუ ნიადაგწარმომქმნელი ქანი შეიცავს კარბონატებს, მაშინ ისინი პირველ რიგში განიცდიან დაშლასა და გახსნას. ზედა ჰორიზონტიდან გამოტუტული ფუძეები შეიძლება გამოტანილ იქნენ ნიადაგური პროფილის გარეთ ან დაგროვდნენ შესაბამის ილუვიურ ჰორიზონტში. გამოტუტვის ერთ-ერთი ძირითადი მორფოლოგიური ნიშანია პროფილში გარკვეულ სიღრმეზე კარბონატულ-ილუვიური ჰორიზონტის წარმოქმნა; ამ შემთხვევაში ზემოთ მდებარე სისქე შეიძლება ჩაითვალოს გამოტუტულად კარბონატებიდან. ასევე გამოტუტვის მაჩვენებლად შეიძლება ჩაითვალოს შემთხვევა, როდესაც ნიადაგწარმომქმნელი ქანი

კარბონატულია, ხოლო ნიადაგი მოკლებულია კარბონატებს. საერთოდ, ნიადაგის გამოტუტვა უტყუარად შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს მხოლოდ ანალიტიკური გზით.

დეკარბონიზაცია – გამოტუტვის პროცესის კერძო შემთხვევა, როდესაც ხდება ნიადაგწარმომქმნელი ქანებიდან კალციუმის (და/ან მაგნიუმის) დაშლა და გამოტანა. მორფოლოგიური ნაშნებია ისეთივე, როგორც გამოტუტვის დროს.

თიხასილიკატების მჟავური ჰიდროლიზი – ტენიანი ზომიერი კლიმატის პირობებში თიხამინერალების სრული დაშლის პროცესი (გაეწერების დროს).

გაეწერება – ნიადაგის სილიკატური ნაწილის დაშლა და დაშლის პროდუქტების გადაადგილება პროფილის ქვედა ნაწილში, ხოლო ზედა ელუვიურ ჰორიზონტში ამორფული კაჟმინის დაგროვების პროცესი. მორფოლოგიურად ხასიათდება შრეობრივი სტრუქტურის ან უსტრუქტურო გაუფერულებული, მოთეთრო ჰორიზონტით, რომელიც ენებით ან ნაღვენთებით გადადის B ჰორიზონტში. ელუვიური ჰორიზონტი შემსუბუქებულია მექანიკური შედგენილობით, გარკვეულად მომკვრივოა და მიკროფოროვანი, ფქვილისებრი. სუსტი გაეწერების დროს ეს ნიშნები შეიძლება იყოს გამოხატული ნანილობრივ.

ცრუგაეწერება – ნიადაგის პროფილის ზედა ნაწილში გაუფერულებული ჰორიზონტის წარმოქმნა ლესივირების და ზედაპირული გალეზების ერთობლივი მოქმედებით. მორფოლოგიურად პროცესი ძალინ ჰგავს გაეწერების პროცესს. ელუვიურ ჰორიზონტში აღინიშნება კვარცის მსხვილი მარცვლები, მცირე ზომის ჟანგი-კონკრეციები, მტრედისფერი-მოთეთრო შეფერილობა, უმნიშვნელო ლაქიანობა.

ლესივირება – პეპტიზირების, უხეშმარცვლოვანი მარცვლების მასალის ზედაპირიდან ან მიკროაგრეგატებიდან ლექის ნაწილაკების ჩამორეცხვის და ელუვიური ჰორიზონტიდან მათი დაუშლელად გამოტანის პროცესი. ამ პროცესის მთავარი ნიშანია გაუფერულებული ელუვიური ჰორიზონტის ქვეშ თიხა-აკუმულაციური ილუვიური ჰორიზონტის ფორმირება, რომლის ფორებსა და მიკრობზარებში დიდი რაოდენობითაა ნაღვენთი, შრეობრივად ორიენტირებული თიხები და სტრუქტურული ერთეულების კიდეებზე თიხიანი აფსკები. ლესივირებულ ჰორიზონტს აქვს მოთეთრო, მოყვითალო-მოთეთრო, რუხ-მოთეთრო ან მტრედისფერ-მოთეთრო შეფერილობა, არამყარი შრეობრივი სტრუქტურა, ან უსტრუქტურობა, მშრალ მდგომარეობაში იფრქვევა, ხოლო ტენიან მდგომარეობაში – ბელტოვანია.

გასოლოდება – ტუტე ხსნარების (თიხა სილიკატების ტუტე ჰიდროლიზი) ზემოქმედებით ნიადაგის მინერალური ნაწილის დაშლის, ნარჩენი ამორფული კაჟმინის დაგროვების და ელუვიური (გასოლოდებური) ჰორიზონტიდან დაშლის ამორფული პროდუქტების გამოტანის პროცესი. დამახასიათებელი ნიშანია პროფილის ელუვიურ-ილუვიური დიფერენციაცია მისი ელუვიური ნაწილის მჟავე და ილუვიურის – ნეიტრალური ან სუსტად ტუტე რეაქციით. გასოლოდებურ ჰორიზონტს აქვს მტრედისფერ-მოთეთრო ან რუხ-მოთეთრო შეფერილობა, შრეობრივი ან ქერცლოვანი სტრუქტურა, ენისებური ქვედა საზღვარი, შეიცავს ფქვილისებრ კაჟმინას, აღინიშნება რკინის ჟანგის სეგრეგაცია და წერილი რკინისებრი კონკრეციების წარმოქმნა. ილუვიური ჰორიზონტი ხასიათდება პრიზმული (სვეტისებრამდე) სტრუქტურით, ფორებსა და მიკრონაპრალებში ორიენტირებული შრეობრივი თიხებით, ამორფული ნივთიერებების შენადედებით.

ცრუგალეზება – შიდანიადაგური ან ზედაპირული გალეზება პროფილის ზედა ნაწილის პერიოდული გადატენიანების ზემოქმედებით, რასაც ხშირად ხელს უწ-

ყობს მძიმე წყალგაუმტარი ილუვიური ჰორიზონტის არსებობა. გაუფერულებულ ელუვიურ ჰორიზონტში აღინიშნება მარმარილონიზაციის და სეგრეგაციის შეხამება. მარმარილოს შეფერილობა გამოწვეულია დაჟანგვითი და აღდგენითი პროცესების მონაცვლეობით. აღდგენითი პროცესის დროს ხდება რკინის და მანგანუმის მობილიზაცია, ხოლო დაჟანგვისას – მათი გამოლექვა ხსნარიდან ფესვების სვლების, ფორების და ბზარებში ლიმონიტის დაგროვებით. ამის შედეგად შრის შეფერვა ხდება ლაქიანი, ბადიანი: ყომრალ-ნითელი ან ყომრალ-ყვითელი, ჟანგა-მატრიცა, რომლის უჯრედებში განლაგებულია არასწორი ფორმის მოთეთრო-მტრედისფერი ან მტრედისფერ-მოთეთრო ლაქები. ასეთ ჰორიზონტში ყოველთვისაა ნვრილი რკინის ან მანგანუმიან-რკინის კონცენტრირებული კონკრეციები, რომლებიც წარმოიქმნება სეგრეგაციის გზით.

სეგრეგაცია – შიდანიადაგური გაუფერულებული ჰორიზონტის წარმოქმნის პროცესი ნიადაგის საერთო მასიდან რკინის და მანგანუმის ნაერთების შებოჭვით კონცენტრაციის დისკრეტულ ცენტრებში ჰორიზონტის გარეთ არსებითი გამოტანის გარეშე. ცრუგაეწერების პროცესის მსგავსად, დაჟანგვითი და აღდგენითი პირობების მონაცვლეობა დაკავშირებულია პერიოდულად გადატენიანებასთან რომელიმე ჰორიზონტში.

ფერროლიზი – გალებების დროს თიხასილიკატების დაშლის პროცესი დაშლის პროდუქტების გატანით ან სეგრეგირებით და კაჟმინის ნარჩენი დაგროვებით. მორფოლოგიურად ამ პროცესის საბოლოო შედეგი ნააგავს სხვა ელუვიურ პროცესს, მაგრამ, ამასთან, არ შეიმჩნევა ელუვიური ჰორიზონტის ისეთი მარმარილონიზაცია, რომელიც დამახასიათებელია ცრუგაეწერებისთვის, უფრო ნაკლებად მყღავნდება აგრეთვე სეგრეგაცია. ელუვიური ჰორიზონტი ხდება ერთგვაროვნად შეფერილი მტრედისფრად ცალკეული, იშვიათად გაფანტული ჟანგა ლაქებით. მისი სტრუქტურა მასიურია ან ბელტოვანი.

ელუვიურ-ჰუმუსოვანი პროცესი – ჰუმუსის წარმოქმნის და დაგროვების პროცესი, რომლის შემადგენლობაში არსებით როლს თამაშობენ ლითონების კატიონებით სუსტად შებოჭილი მოძრავი ნაერთები და რომლებიც არ არის საკმარისი რაოდენობით წარმოქმნილი ჰუმუსოვანი მჟავების სრული მაძღრობისთვის. ამის შედეგად ფორმირდება ნაღვენთ-ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, აგრეთვე ილუვიურ-ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ქვედა ნაწილში. ზედაპირული ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, ერთი მხრივ, ჰუმუსოვან-აკუმულაციურია, ხოლო, მეორე მხრივ, – ელუვიური. მორფოლოგიურად ეს პროცესი ხასიათდება ილუვიურ-ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის წარმოქმნით, ე.ი. ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ქვედა ნანილის არსებითი დამუქებით, ჰუმუსოვან ჰორიზონტში ნაღვენთი ქვედა საზღვრით, პროფილის ქვედა ნანილში ღრმა ჰუმუსოვანი ნაღვენთებით, ჰუმუსოვან ჰორიზონტში ნათელი სტრუქტურის უქონლობით.

AL-Fe-ჰუმუსოვანი პროცესი. მჟავე ჰუმუსოვანი ნივთიერებით მინერალური აფსკების რკინის და ალუმინის მობილიზაციის და მათი შემდგომი გატანის ელუვიურ-ილუვიური პროფილის ნარმოქმნის პროცესი ელუვიურ ჰორიზონტში მინერალური ნაწილის ღრმა დაშლის გარეშე, რაც დამახასიათებელია გაეწერებისთვის. პროცესის შედეგად, რაც დამახასიათებელია ქვიშა ნიადაგისთვის, ფორმირდება გაუფერულებული ან ჰუმუსის რუხ ფერებში შეფერილი ელუვიური ჰორიზონტი, რომელიც მოკლებულია რკინის და ალუმინის ჟანგებს და ქვემოთ მდებარე ილუვიური AL-Fe-ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, რომელშიც გროვდება ზემოდან ჩამოტანი-

ლი ნიადაგწარმოქმნის ამორფული პროდუქტები. ამ პროცესისთვის დამახასიათებელია ელუვიური ჰორიზონტის უსტრუქტურობა ან არამყარი შრეობრივი სტრუქტურა, ილუვიური ჰორიზონტის გამკვრივება და გარკვეული შეცემენტება.

ქერქწარმოქმნა – მშრალ-სტეპური, ნახევრადუდაბნოს და უდაბნოს ნიადაგებში ზედაპირული, ძლიერ ფოროვანი კაჟმინით გამდიდრებული განმარილებული ქერქის წარმოქმნის პროცესი. „გასოლოდებული“ ქერქის სიმძლავრე 0,5 სმ-დან რამდენიმე სანტიმეტრამდე, ნათლად განცალკევდება ქვემოთ მდებარე სისქიდან, ძლიერ ფოროვანია უჯრედოვნამდე, შრეობრივი სტრუქტურის, რომელიც ჩვეულებრივ იბზარება მარილებს მოკლებულ პოლიგონალურ ერთეულებზე.

განმარილება – პირველად დამლაშებული ნიადაგისგან ადვილად ხსნადი მარილების გამოტანის პროცესი, რომელიც დამლაშების საწინააღმდეგოა. მორფოლოგიურად ეს პროცესი მჟღავნდება პროფილში ახალქმნილებების განაწილებით საკმაოდ ღრმად. განმარილებულ პროფილში ზემოდან ქვემოთ თანმიმდევრულად განლაგებულია კარბონატული ახალქმნილებები. შემდეგ თაბაშირი და კიდეე უფრო ქვემოთ ნატრიუმის სულფატები და ქლორიდები. დამლაშების დროს შეიმჩნევა მარილების განაწილების შებრუნებული სურათი.

დეგრადაცია – ტყის დასახლების, დატენიანების ზრდის ან სხვა მიზეზების გავლენით იზოჰუმუსოვანი ნიადაგის ზედაპირული ჰორიზონტის რთული პროცესი, რომელიც იწვევს თვისებების გაუარესებას და გაღარიბებას. მორფოლოგიურად მჟღავნდება ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის გაღივებაში, სტრუქტურის გამსხვილებაში და გამტვერიანებაში; კაჟმინიანი მინაფრქვევის გაჩენაში.

ნიადაგების მეტამორფიზაციის პროცესები წარმოადგენენ ნიადაგწარმომქმნელი ქამის შედგენილობის და შენების გარდაქმნის პროცესს, რომელიც მიმდინარეობს *in situ* ნივთიერების გატანის და შემოტანის გარეშე. უმრავლეს შემთხვევაში მჟღავნდება არა სუფთა სახით, არამედ შეხამებით აკუმულაციურ და ელუვიურ პროცესთან. ასე, მაგალითად, მეტამორფიზმს რომელიმე ჰორიზონტში შეიძლება თან ახლდეს ჰუმუსწარმოქმნა ან ფუძეების გამოტუტვა. პროფილის მეტამორფიზმს ზოგადად შეიძლება თან ახლდეს ნივთიერების გადანაწილება ჰორიზონტის ან სტრუქტურული ნაწილების ფარგლებში. ნიადაგში *in situ* ნივთიერების მეტამორფული გარდაქმნა ყოველთვის შედარებითია, მით უმეტეს, რომ ჩვეულებრივ მიმდინარეობს სხვადასხვა შემადგენლობის ცირკულირებადი ხსნარების ზემოქმედებით.

სიალიტიზაცია – პირველადი ალუმოსილიკატების გამოფიტვის შიდანიადაგური პროცესი სიალიტური შემადგენლობის მეორადი თიხის *in situ* წარმოქმნით და აკუმულირებით. სიალიტიზაციას თან ახლავს დესიალიტიზაცია მეორადი კვარცის წარმოქმნით. ხშირად ამ პროცესს განმარტავენ როგორც გათიხება (თიხოვანი მასის წარმოქმნა ნიადაგწარმოქმნის გავლენით). პროცესის არსებობა მჟღავნდება ნიადაგწარმომქმნელ ქანთან შედარებითი გათიხებით და გარკვეული გამკვრივებით, რომელიც შეიმჩნევა პროფილის შუა უჰუმუსო ნაწილში, პროფილის ელუვიურ-ილუვიური დიფერენციაციის და გათიხებულ ჰორიზონტში ილუვირების ნიშნების გარეშე.

მონტმორილონიზაცია – პირველადი ალუმოსილიკატების შიდანიადაგური გამოფიტვის პროცესი მონტმორილონიტური შემადგენლობის მეორადი თიხის *in situ* წარმოქმნის და დაგროვების გარეშე. მიაჩნიათ, რომ ეს არის „მონტმორილონიტური გათიხება“, რომელიც „მეტამორფული გათიხებისგან“ განსხვავებით გამოირ-

ჩვეა თიხის შემადგენლობაში მონტმორილონიტის დაგროვებით. მორფოლოგიური ნიშნებია: ნიადაგში მძიმე თიხიანი ჰორიზონტის წარმოქმნა, რომელიც ძლიერ გაჯირჯვებული, ბლანტი და პლასტიკურია ტენიან მდგომარეობაში და გამოშრობისას ძლიერ სკდება. მონტმორილონიტურ ჰორიზონტებს ჩვეულებრივ აქვთ ჰუმუსის მცირე შემცველობის დროსაც მუქი (მუქი-რუხი, მუქი-ყომრალი, შავი) შეფერილობა ჰუმუს-თიხიანი კომპლექსების წარმოქმნის შედეგად. მონტმორილონიტის ჰორიზონტში ხშირია სრიალის ზედაპირები.

ჰუმუსსიალიტიზაცია – ნეიტრალური და სუსტად მჟავე პუმუსოვანი ნივთიერებების ზემოქმედებით მინერალური მასის გარდაქმნა, რაც ხელს უწყობს კარგი დრენაჟის დროს ფუძეების გამოტანას და ნიადაგების კორდიან-ჰუმუსირებული თიხიან-ხირხატიანი პროფილის ფორმირებას; პროცესი მიმდინარეობს მთა-მდელოს და მთა-მდელო-სტეპის მცენარეულობის ქვეშ. პროცესის მორფოლოგიისთვის დამახასიათებელია ნიადაგის გათიხება თიხიანი მასალის გადაადგილების კვალის გარეშე, მუქი შეფერილობა ინტენსიური ჰუმუსწარმოქმნის და ჰუმუსდაგროვების შედეგად, ხირხატიანობა, რომელიც იზრდება სიღრმით, კოშტოვანი სტრუქტურა.

ფერალიტიზაცია – პირველადი ალუმოსილიკატების შიდანიადაგური გამოფიტვის პროცესი ფერალიტური შემადგენლობის მეორადი თიხის *in situ* წარმოქმნით და აკუმულაციით. ჩვეულებრივ ფერალიტიზაციას თან ახლავს ინტენსიური დესილიტიზაცია მეორადი კვარცის წარმოქმნის გარეშე, ფუძეების და ჭარბი სილიციუმმჟავას გამოტანით. ფერალიტურ მასალაში ჭარბობს კვარცი, კაოლინიტი და ალუმინის და რკინის ჰიდროჟანგების ჯგუფის მინერალები. პროცესის მორფოლოგიისთვის დამახასიათებელია გათიხების მაღალი ხარისხი, ყვითელი ან ნითელი შეფერილობა, გაურკვეველი მაკროსტრუქტურა მაღალი მიკროაგრეგირების ფონზე, რკინის წვრილი კონკრეციების არსებობა.

ფერსიალიტიზაცია – გათიხების ფონზე $Fe(OH)_3$ და Fe_2O_3 სახით რკინის მოძრავი ფორმების დაგროვების პროცესი, რომელიც გამოწვეულია დეკარბონიზაციით. პირველ შემთხვევაში ნიადაგი იძენს ყვითელ შეფერილობას, ხოლო მეორეში – ღია ნითელს. პროცესი ყველაზე ინტენსიურად მჟღავნდება ქანების დეკარბონიზაციის დროს და განსაკუთრებით კირქვების კარგი დრენაჟით. ქანებზე გაბნეულ-გაჟღენთილი კარბონატულობით ფერსიალიტიზაციას აქვს იგივე ბუნება, მაგრამ გამოხატულების ნაკლები ხარისხი. თიხიანი შემადგენლობის და ცუდი დრენაჟის დროს ხდება ინტენსიური გაყვითლება მტრედისფერი ლაქების გაჩენით, რაც გამოწვეულია FeO — $Fe(OH)_3$ სისტემის არამდგრადობით. ფერსიალიტიზაციას წინ უსწრებს კირქვების გახსნის პროცესი, რომელიც დაკავშირებულია კარბონატული ცემენტის დაშლასთან, დისპერგირებული სილიკატების შედარებით დაგროვებასთან, რაც წარმოადგენს თიხა მასას კარბონატული ლექის დალექვის დროს და რომელიც დაკონსერვირებულია კირქვების წარმოქმნისას. სპეციფიკური ნიადაგური პროცესია – სილიკატური ან კარბონატული მასიდან ნიადაგურ სისქეში რკინის მოძრავი ფორმების დაგროვება. გარეგნულად ფერსიალიტური მასალა ძალიან ახლოსაა ფერალიტურთან, მაგრამ პირველს, როგორც კალციუმის კარბონატების გამოტუტვის ნარჩენს, თავის შემადგენლობაში ნაკლები რაოდენობით აქვს კვარცი და მეტი – გამოფიტული ალუმოსილიკატები.

რუბეფიკაცია – ნიადაგურ პროფილში რკინის ჟანგეულების შეუქცევადი კოაგულაციის და მომდევნო კრისტალიზაციის პროცესი წლის მშრალ და ცხელ პერიოდებში მათი ტენიანი პერიოდის განმავლობაში მოტანის და დალექვის შემდეგ.

მორფოლოგიურად პროცესი ხასიათდება პროფილის ან იმ ჰორიზონტის, სადაც ის ლოკალიზებულია, მკაფიო ნარინჯის ან აგურის ფერით, ცრუქვიშის, ნიადაგური მასის გარკვეული ცემენტაციით.

გალებება – მუდმივი და პერიოდული გადატენიანების შედეგად მინერალური ნიადაგური მასის მეტამორფული გარდაქმნის პროცესი, რომელსაც იწვევენ აღდგენითი პროცესები; ზოგჯერ (ან ლოკალურად) ისინი იცვლება დაჟანგვითი პროცესებით, რომლებსაც თან ახლავს ცვლადი ვალენტობის იონების და ნაერთების აღდგენა, პირველადი მინერალების (კვარცის და სხვა მდგრადი მინერალების) კრისტალური მესრის დაშლა, სპეციფიკური მეორადი მინერალების (რომლებსაც თავის მესერში გააჩნიათ დაბალი ვალენტობის იონები) სინთეზი, ფუძეების უმნიშვნელო გამოტანა და, ზოგჯერ, რკინის, გოგირდის, ფოსფორის აკუმულაცია. გალებებული მასალის მორფოლოგია, ნიადაგწარმომქმნელი ქანების შემადგენლობის, გალებებულ სისქეში ორგანული ნივთიერების ხასიათისა და რაოდენობის, წყლის მინერალიზაციის ხარისხის და ხასიათის, გადატენიანების ხანგრძლივობის და ციკლურობის გათვალისწინებით, შეიძლება საკმაოდ დიდ ფარგლებში იცვლებოდეს, მაგრამ ყველა შემთხვევაში მას ექნება ყველა გალებებული ჰორიზონტისთვის დამახასიათებელი საერთო ნიშანი: ნიადაგური მასის უსტრუქტურობა და ბმულობა, ლაქიანობა, ლურჯი, ცისფერი, მომწვანო, წენგოსფერი, მტრედისფერი, ჟანგა ლაქების არსებობა.

ოლივიზაცია – კერძო ჰორიზონტშემქმნელი პროცესი, რომლის შედეგად ნიადაგის მასა იძენს წენგოს ან მწვანე შეფერილობას, მდგრადს დაჟანგვით არეში, რაც დაკავშირებულია თიხამინერალების წარმოქმნასთან გადატენიანების და ინტენსიური გაშრობის პერიოდული ცვლის პირობებში. პროცესს თან ახლავს ნიადაგის მასის სლიტიზაცია და გაუსტრუქტურება.

სლიტიზაცია – ინტენსიური დატენიანების და გამოშრობის პერიოდული ცვლის პირობებში ნიადაგების მონტმორილონიტურ-თიხიანი ჰორიზონტების შეუქცევადი ცემენტაციის პროცესი.

გასტრუქტურება – სხვადასხვა ზომის და ფორმის აგრეგატებზე ნიადაგური მასის დაყოფის და მათი მომდევნო განმტკიცების და სტრუქტურული ნაწილების შინაგანი შენების ფორმირების პროცესი.

გამკვრივება – გარკინებული ზედაპირული ჰორიზონტის ცვლის შეუქცევადი პროცესი რკინის ჟანგეულების დეჰიდრატაციის და კრისტალიზაციის შედეგად. მორფოლოგიურად მჟღავნდება სხვადასხვა სიმძლავრის ზედაპირული ჯავშნის ფორმირებაში, რომლის ამოთხრა ბარით შეუძლებელია, მაგრამ შეიძლება დაიმტვრეს ლომით ან წერაქვით.

ფრანდჟიპენწარმოქმნა – შიდანიადაგური ჰორიზონტის ფორმირება, ჩვეულებრივ ილუვიური ჰორიზონტის ქვედა ნაწილში; ხასიათდება გათიხებით, ძლიერი გამკვრივებით და მაღალი სიმკვრივით, დიდი სიმყიფით და მცირე პლასტიკურობით.

მარმარილონიზება – სხვადასხვა ელემენტარული პროცესების მოქმედების შედეგად ნიადაგური ჰორიზონტის მორფოლოგიური იერის სპეციფიკური გარდაქმნა. მარმარილოსებური შეფერვა და ნიადაგური ჰორიზონტის შესაბამისი შენება შეიძლება იყოს გალებების და სეგრეგაციის (ჟანგიანი ძარღვები და ლაქები ცისფერ და მწვანე-მტრედისფერ ფონზე), ცრუგალებების, გაეწერების და გასოლოდების (მოთეთრო ძარღვები და ლაქები მონითალო-ყომრალ ფონზე), პლინტიფიცირე-

ბის (წითელი, მოთეთრო-ყვითელი ლაქების მოზაიკა), დამლაშების (ნიადაგის მუქ ფონზე მარილების ძარღვები), გაკარბონატების (თეთრი ძარღვები და თეთრი თვლები ყვითელ, ყომრალ-ყვითელ ან ჩალისფერ ფონზე) შედეგი. ზოგიერთი პროცესისთვის მარმარილონიზება განსაკუთრებით დამახასიათებელია (ცრუგაეწერება, პლინტიფიკაცია, ფრანდჟიპენწარმოქმნა), სხვებისთვის კი შეიძლება იყოს თანმხლები პროცესი.

კრიოგენური პროცესების ჯგუფი დაკავშირებულია ნიადაგური მასის ხანგრძლივ (მრავალწლიური მუდმივი ან ხანგრძლივად სეზონური) გაყინვასთან პოლიარული ან მაღალმთის კლიმატის პირობებში ნიადაგურ პროფილში მუდმივად მზრალი შრის არსებობით ან არარსებობით.

კრიოგენური დამლაშება – ნიადაგების დამლაშების პროცესი გამოფიტვის შედეგად განთავისუფლებული მარილების არგატანით, რაც გამოწვეულია დაბალი ტემპერატურების პირობებში დაღმავალი და გვერდითი წყლის დინების უქონლობით. მარილები კრისტალდება თეთრი ნაფიფქების სახით ქვების ზედაპირზე ან თანაბრად ჟლენთენ ნიადაგის წვრილმიწას თეთრი კრისტალებით.

კრიოგენური გაკარბონატება – ნიადაგში კარბონატების აკუმულაციის პროცესი ქანების გამოფიტვისას ფუძეების განთავისუფლებით, ნიადაგის ფარგლებს გარეთ მათი არგატანით, რაც გამოწვეულია დაბალი ტემპერატურის პირობებში დაღმავალი და გვერდითი წყლის დინების უქონლობით. კალციუმის და მაგნიუმის კარბონატები გამოიყოფა ქვების ნამტვრევების ზედაპირზე ნაფიფქების და ქერქების ფორმით ან ფქვილისებრი მასით ავსებენ ფორებს და ბზარებს.

კრიოგენური გარკინება – ნიადაგში რკინის ჟანგეულების აკუმულაციის და გამოყოფის პროცესი, როდესაც ხდება განთავისუფლება ქანის გამოფიტვის დროს ნიადაგის ფარგლებს გარეთ არგატანით, რაც გამოწვეულია დაბალი ტემპერატურების პირობებში დაღმავალი და გვერდითი წყლის დინების უქონლობით. პრიმიტიულ არქტიკულ ან მაღალმთის ნიადაგში რკინის გამონაყოფები შეიძლება იყოს ჟანგიანი აფსკების და ქერქების სახით ქვების ზედაპირზე, წვრილმიწის აგრეგატების გაჟღენთით. მზრალ ნიადაგში წარმოიქმნება ჟანგმინა გარკინებული ჰორიზონტები, სადაც რკინის ჟანგეულები ან ჟღენთენ სტრუქტურულ აგრეგატებს მათ ზედაპირზე კონცენტრირებით, ან წარმოქმნიან აფსკებს აგრეგატებზე და ბზარებში, ან სეგრეგირებენ წვრილ რბილ კონკრეციებში. თუ ნიადაგში ერთდროულად მიმდინარეობს გალებება, მაშინ რკინის ჟანგეულების გამონაყოფები ნარმოდგენილია ჩვეულებრივი რბილი ჟანგიანი ლაქებით ან ძარღვებით ბზარებსა და ფესვების სვლებზე.

Al-Fe-ჰუმუსოვან-კრიოგენური – მოძრავი ჰუმუსოვანი მჟავებით პირველადი მინერალების გამოფიტვის დროს განთავისუფლებული ალუმინის და რკინის მობილიზაციის პროცესი ჰუმუსით და რკინით გაფერადებულ მზრალ ჰორიზონტზე ზემოთ აკუმულაციური ჰორიზონტის შემდგომი ნარმოქმნა. ასეთი ჰორიზონტი შეიძლება იყოს ზედაპირული ან შიდანიადაგური მუდმივი მზრალობის განლაგების სიღრმის გათვალისწინებით. ხასიათდება მუქი-ჟანგმინიან-ყომრალი ან მუქი-ყომრალი შეფერილობით, არამყარი კოშტოვანი სტრუქტურით, წვრილი რკინის კონკრეციების არსებობით. ზედაპირული ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის არსებობისას ხასიათდება მკაფიოდ გამოხატული ნაღვენთიანი ქვედა საზღვრით.

ჰუმუსის რეტინიზაცია – მზრალობის შრეებზე გაყინვით კოაგულირებული ჰუმუსის აკუმულაციის პროცესი, რის შედეგად ფორმირდება სპეციფიკური მზრა-

ლობზედა ჰუმუსოვან-ილუვიური ჰორიზონტი ყომრალი ან ყომრალ-ნითელი ფერის გამოუხატავი ან ხაჭოსმაგვარი სტრუქტურით, მინერალური მასის სუსტი ცემენტაციით.

ა ნ თ რ ო პ ო გ ე ნ უ რ ი პროცესების ჯგუფი აერთიანებს ნიადაგწარმოქმნის ელემენტარულ პროცესებს, რომლებიც იქმნება და მიმდინარეობს სხვადასხვა ნიადაგში ადამიანის საქმიანობის ზეგავლენით და იწვევენ ამა თუ იმ ცვლილებას როგორც ნიადაგწარმოქმნის საერთო მიმართულებაში, ისე ნიადაგური პროფილის მორფოლოგიაში.

სახნავი ჰორიზონტის წარმოქმნა – ნიადაგური პროფილის ზედა ნაწილში განსაკუთრებული ჰორიზონტის განცალკევება მისი პერიოდული დამუშავებით მიწათმოქმედების დროს. ამ პროცესის მორფოლოგია მჟღავნდება სპეციფიკური სახნავი ჰორიზონტის შექმნაში, რომლის იერი და თვისებები განისაზღვრება საწყისი ნიადაგის ტიპით, მინათმოქმედების ინტენსიურობით და ხანგრძლიეობით. პროცესის თანამედროვე ან წარსული მიმდინარეობის ნიშანია სახნავი ჰორიზონტის სწორი ქვედა საზღვარი; თუ ის ჩამოყალიბდა ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ფარგლებში, მაშინ შეფერილობა ჩვეულებრივ უფრო ღიაა, ვიდრე ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ქვემოთ მდებარე ნაწილი; თუ ის ჩამოყალიბდა ჰუმუსოვანი და ელუვიური და (ან) ილუვიური ჰორიზონტებიდან, მაშინ სახნავ ჰორიზონტში გვხვდება ამ ჰორიზონტების ცალკეული ლაქები დაურღეეველ მდგომარეობაში; თუ შენიღბულია დიდი ხნის წინათ მიტოვებულ სახნავზე სხვა გენეტიკური ჰორიზონტების მომდევნო ფორმირებით, მაშინ დიდი ხნის მანძილზე ერთ-ერთის ფარგლებში რჩება მისი ქვედა საზღვრის სწორი ნიშანი.

გუთნისის ჰორიზონტის წარმოქმნა – უშუალოდ სახნავი ჰორიზონტის ქვეშ თიხის, ჰუმუსის და ერთნახევარუანგების სახნავ-ილუვიური დაგროვება. ეს ჰორიზონტი ხანგრძლივი დროის მანძილზე მუშავდება ერთსა და იმავე სიღრმეზე, მისი მომდევნო გამკვრივებით. ამ პროცესით ფორმირებული გუთნისის ჰორიზონტი სიმძლავრით ჩვეულებრივ არ აღემატება რამდენიმე სანტიმეტრს, ხასიათდება მუქი ყომრალი შეფერეით, გათიხებით, გამკვრივებით, რკინა-ჰუმუსიანი და თიხა აფსკების არსებობით.

კოლმატაჟი – ნიადაგის ზედაპირზე ირიგაციულ ან მდინარეულ წყალში სუსპენზირებული მასალის დალექვის პროცესი და ნიადაგის სისქის ზრდა. კოლმატაჟის ნარმატებულ მაგალითს წარმოადგენს გასული საუკუნის II ნახევარში პროფ. ა. მონერელიას ხელმძღვანელობით კოლხეთის დაბლობზე, ფოთის მიდამოებში შესრულებული სამუშაოები.

მეორადი დამლაშება – არასწორად დაპროექტებული ან არასნორად განხორციელებული მორწყვით ნიადაგის დამლაშების პროცესი მინერალიზებული გრუნტის წყლების აწევის ან საწრყავი წყლიდან მარილების დაგროვების შედეგად. პროცესი მჟღავნდება ნიადაგის ზედაპირზე სეზონური (მშრალ სეზონში) თეთრი ფიფქების გაჩენაში ან სტრუქტურული ერთეულების ზედაპირზე წვრილი თეთრი ძარღვების გაფანტვაში დამლაშებული ჰორიზონტის მასაში, ზედაპირული ქერქის და ბელტოვანი სტრუქტურის გაჩენაში.

გაბიცობება – თავისუფალი სოდის შემცველი ან წყლის გამონაწურში ნატრიუმისა და კალციუმის და მაგნიუმის ჯამს შორის არახელსაყრელი შეფარდების მქონე, სუსტად მინერალიზებული ტუტე წყლებით ხანგრძლივი მორწყვისას ბიცობის ან გაბიცობების თვისებების გაჩენის პროცესი. მორფოლოგიურად პროცესი მჟღა-

ენდება საწყისი კომპოვანი ან მარცელოვანი სტრუქტურის დაშლაში, ბელტოვნების გაჩენაში, შრეობრიობაში, ნიადაგის სიმკვრივის და სიმაგრის ზრდაში, სტრუქტურული ერთეულების კიდეებზე პენიანი აფსკების გაჩენაში.

დეგრადაციული გალეშება – სპეციფიკური პროცესი, რომელიც ვითარდება ნიადაგის ზედაპირულ ჰორიზონტში დატბორვის დროს. ნიადაგი მუდმივად არის გაჯერებული წყლით სავეგეტაციო პერიოდში და შრება ვეგეტაციათშორის პერიოდში. სავეგეტაციო სეზონში ხდება სისტემის წყალი-მცენარე-ნიადაგი მკვეთრად გამოხატული დაყოფა ორ ნაწილად – დაჟანგვითზე და აღდგენითზე.

პედოტურბაციული პროცესები წარმოადგენენ ბუნებრივი და ადამიანის მიერ გამოწვეული ძალებით ნიადაგური მასის მექანიკური არევის პროცესების ჯგუფს. ზოგი მათგანი იწვევს მასის უმნიშვნელო შიდანიადაგურ არევას, სხვები – სრულ არევას და ჰორიზონტების ამოტრიალებას. ყველა შემთხვევაში რჩება მორფოლოგიური ნიშნები, რომლებმაც მიიღეს პედოტურბაციულების სახელწოდება.

თვითმულჩირება – ნიადაგების დაწიდული ჰორიზონტების გამოშრობის პროცესში დასკდომის დროს ფხვიერი ნვრილბელტოვანი ზედაპირული ჰორიზონტის ნარმოქმნის პროცესი. ზედაპირული ფხვიერი მულჩის შრე ნათლად განცალკევდება ნიადაგის ქვედა დაწიდული მასიდან, რომელიც არსებობს მხოლოდ მშრალ მდგომარეობაში, დატენიანებისას მთლიანად ხდება მათი სრული შერწყმა და ისინი შემადგენლობით არ განსხვავდებიან ერთიმეორისგან.

დასკდომა – დაშრობის დროს მნიშვნელოვან სიღრმეზე ნიადაგური მასის ინტენსიური შეკუმშვის პროცესი ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ბზარების წარმოქმნით. ნიადაგური მასის არევისთვის განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს ღრმა ვერტიკალური ბზარების (ნაპრალების) წარმოქმნას, რომელთა სიღრმე ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება აღემატებოდეს 1 მ, ხოლო სიგანე ზედაპირთან – 10 სმ. ასეთი მსხვილი ბზარის კიდე თანდათანობით იფშვნება, ქვემოთ ხვდება ზედა ჰორიზონტის მასალა, თანდათანობით მრავალწლიურ ციკლში ხდება ნიადაგური მასის ამოტრიალება: ქვედა ჰორიზონტის ნივთიერება ამოდის ზედაპირზე, ხოლო ზედასი – ხვდება ძირს. ნიადაგი ხდება ჰომოგენური მნიშვნელოვან (გაბზარვის) სიღრმეზე, რაც, მაგალითად, დამახასიათებელია ვერტისოლებისთვის (შავი დაწიდული ნიადაგი). ნიადაგის დაკსდომა მით უფრო დიდია და ღრმა, რაც უფრო მეტად ხდება გაჯირჯვება დატენიანების (გაყინვის) დროს, რაც დამოკიდებულია მექანიკურ და მინერალოგიურ შემადგენლობაზე. თიხიანი ნიადაგი სკდება უფრო მეტად, ვიდრე მსუბუქი; მონტმორილონიტური თიხები უფრო მეტად, ვიდრე კაოლინიტური.

კრიოტურბაცია – მზრალობის ზეგავლენით .ნიადაგური მასის მექანიკური არევის პროცესი.

ამობურცვა – სულფატური ბიცების გამოშრობის დროს ბიცი ქერქის მსხვილბელტოვანი ფხვიერი ზედაპირული შრის ფორმირება.

ბიოტურბაცია – ნიადაგური ფაუნის ამოთხრის დროს ნიადაგის არევა. ერთი მხრივ, ადგილი აქვს მიწის მთხრელების სვლებში ზედაპირული მასალის შეტანას, ხოლო, მეორე მხრივ, – მათ მიერ სიღრმითი მასალის ამოტანას ზედაპირზე. საბოლოო ჯამში, ეს იწვევს ნიადაგის არსებით ჰომოგენიზაციას.

ნიადაგის დამუშავება – მიწათმოქმედების პრაქტიკაში მარტივი ან მექანიკური სასოფლო-სამეურნეო იარაღებით ნიადაგის არევის პროცესი. ეს პროცესი მნი-

შენელოვნად უფრო ეფექტურია, ვიდრე ბუნებრივი ტურბაციული პროცესები და შეუძლია უმოკლესი დროის განმავლობაში მთლიანად შეცვალოს ნიადაგი. ამ პროცესის ინტენსივობა განსხვავებულია დამუშავების სახისა და მიზნებიდან გამომდინარე.

დ ე ს ტ რ უ ქ ც ი უ ლ ი პროცესები წარმოადგენენ ატმოსფეროს აგენტების: წყლის და ქარის დინამიკური ძალებით ნიადაგის ზედაპირული მექანიკური დაშლის პროცესებს.

ეროზია – ატმოსფერულო ნალექების ზედაპირული ჩამონადენის მოქმედებით ნიადაგის ზედაპირის მექანიკური დაშლის პროცესი. ეროზიის პროცესის მორფოლოგიური ნიშნებია: ა) ზედაპირზე ჩამონადენის ნაღვარების, ღარტაფების ჩამონადენის არსებობა, რაც საბოლოო ჯამში აყალიბებს ხრამებს; ბ) ზედაპირულო ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის სიმძლავრის შემცირება; გ) ზედაპირამდე შიდანიადაგური ჰორიზონტის (ელუვიური, ილუვიური) და, ზოგჯერ, ნიადაგწარმომქმნელი ქანის მიახლოვება; დ) ზედაპირული სახნავი ჰორიზონტის მურა შეფერილობა არაეროდირებულ ნიადაგში რუხ ან შავ შეფერილობასთან შედარებით; ე) ზედაპირთან ილუვიური ჰორიზონტის არსებობა ელუვიური ჰორიზონტის უქონლობის ფონზე. ჩამოთვლილი ნიშნები შეიძლება ეროზიის პროცესის ინტენსივობის მიხედვით წარმოდგენილი იყვნენ ცალ-ცალკე ან სხვადასხვა შეხამებაში და გამოხატულების ხარისხით.

დეფლაცია – ქარის მოქმედების ზემოქმედებით ნიადაგის ზედაპირის მექანიკური დაშლის პროცესი.

ზემოთ ჩამოთვლილი პროცესების გარდა არსებობენ პროცესები, რომლებიც საკმაოდ რთულია და კომპლექსური და მათი გამოყოფა ნიადაგწარმოქმნის ელემენტარულ პროცესად საეჭვოა. მათ რიცხვს მიეკუთვნება ყომრალწარმოქმნა, გასტეპება, გაუდაბნოება, გრუნტის დაჭაობება, ზედაპირული დაჭაობება, ირიგაციული დაჭაობება, გაწყლიანება, დაშრობა და სხვა.

ნიადაგური პროფილის ანალიზის დროს გამოვლენილი ამა თუ იმ ელემენტარული პროცესის მორფოლოგიური დიაგნოსტიკა საშუალებას გვაძლევს დავაზუსტოთ წარმოდგენა ამა თუ იმ ნიადაგის გენეზისის შესახებ. ის აუცილებლად წინ უნდა უსწრებდეს ნიადაგის საერთო გენეზისურ ანალიზს.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. ჩამოთვალეთ ძირითადი მორფოლოგიურ-გენეზისური თვისებები, რომლებითაც საზღვრავენ და არჩევენ ნიადაგს.
2. რა ძირითადი სიმბოლოებით აღინიშნება ნიადაგური პროფილის ძირითადი ჰორიზონტი?
3. დაახასიათეთ ნიადაგის ძირითადი დიაგნოსტიკური ჰორიზონტი.
4. ჰორიზონტებს შორის საზღვრების რა ფორმები და რა გადასვლები არსებობს?
5. რა განსხვავება არსებობს მარტივ და რთულ პროფილს შორის?
6. დაახასიათეთ სტრუქტურის ძირითადი ჯგუფები.
7. რა განსხვავებაა ახალქმნილებსა და ჩანართებს შორის?
8. როგორ ხდება საველე პირობებში ნიადაგის ტენიანობის განსაზღვრა?
9. ჩამოთვალეთ ნიადაგწარმოქმნის ელემენტარული პროცესების ძირითადი ჯგუფები.

თავი 6. ნიადაგწარმოქმნის პროცესის სქემა

დედამიწაზე ნიადაგწარმოქმნა დაიწყო სიცოცხლის გაჩენასთან ერთად. ამას უსწრებდნენ დედამიწის ზედაპირზე არსებული ქანების ფიზიკური და ქიმიური გამოფიტვის პროცესები. მყარი ქანების გამოფიტულ თხელ აფსკში სახლდებოდნენ პირველი ცოცხალი ორგანიზმები (მიკროორგანიზმები) და იწყებოდა პირველადი ნიადაგწარმოქმნის პროცესი. მას შემდეგ მილიონმა წელმა განელო. გამოფიტვის შედეგად მყარი ქანები გარდაიქმნა ფხვიერ დანალექ ნამსხვრევ ქანებად. მათზე წარმოიქმნა ნიადაგები, მაგრამ ქარის, ზღვის, მყინვარების, მდნარი და წვიმის წყლების და ა.შ. მოქმედებით, ისინი ნადგურდებოდა, ირეოდა ქანების ფხვიერ მასებთან და ილექებოდა ახალი დანალექი ნამსხვრევი ქანების სახით. ეს პროცესი მრავალჯერადად სრულდებოდა. მათზე ნიადაგწარმოქმნა იწყებოდა თავიდან, მაგრამ თანდათან ასეთ ქანებში ნათლად შესამჩნევი ხდებოდა „ნიადაგური“ ნიშნები, რომლებიც განვითარდა თანამედროვე ნიადაგწარმოქმნის დროს.

თანამედროვე ნიადაგის ფორმირებას წინ უსწრებს ქანების გარდაქმნის სამი ეტაპი: საწყისი ან პირველადი ნიადაგწარმოქმნის პროცესი; მეორე ეტაპი ხასიათდება ქანების შემდგომი გამოფიტვის ფხვიერი დანალექი ქანების წარმოქმნით და მასში „ნიადაგური“ თვისებების დაგროვებით პირველადი ნიადაგწარმოქმნის პროცესის შემდგომ ქანების მრავალჯერადი გადალექვით და დასკვნითი ეტაპი თანამედროვე ნიადაგის და მისი ხარისხობრივი ნიშნის – ნაყოფიერების წარმოქმნით.

საწყისი ან პირველადი ნიადაგწარმოქმნის პროცესი ნარმოადგენს მყარი მასიური ქანის ზედა ქერქში მიმდინარე მოვლენების ერთობლიობას, რომლებიც ხორციელდება მათ ზედაპირზე უმარტივესი ორგანიზმების დასახლებით. ქანებზე პირველი ახალმოსახლე იყო ბაქტერიები და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები. მერე გაჩნდა დიატომური წყალმცენარეები და სოკოვანი მიკროფლორა. ორგანული ნაერთების გავლენით ქანების ზედაპირმა მიიღო ყომრალი შეფერვა. ორგანული ნაერთების ნაწილი შეეიდა რეაქციაში მინერალურ ნივთიერებებთან ორგანულ-მინერალური კომპლექსების წარმოქმნით. თანდათანობით ცოცხალი ორგანიზმების მინერალური კვების პირობები გაუმჯობესდა, რადგანაც მინერალური ელემენტები უფრო მისანვდომი გახდა გამოფიტვის უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობის და ნიადაგების შთანთქმის უნარის განვითარების შედეგად. ქანების ფიზიკური მდგომარეობის შეცვლასთან ერთად გაუმჯობესდა ცოცხალი ორგანიზმების წყლით უზრუნველყოფა. შეიქმნა არსებობის პირობების მიმართ უფრო მომთხოვნი ცოცხალი ორგანიზმების – ლიქენების და ხავსების და, ზოგჯერ, უმაღლესი მცენარეების – დასახლების პირობები. ამჟამად პირველადი ნიადაგწარმოქმნის პროცესი ყველაზე მკაფიოდ აღინიშნება გაშიშვლებულ ქანებზე.

ქანების შეცვლის მეორე ეტაპზე გრძელდება ორგანული ნივთიერების დაგროვება. ქანებში დაგროვილი ჰაერი და წყალი ხელს უწყობს ქანების მინერალების აქტიურ ქიმიურ გამოფიტვას; გაიზარდა მინერალური ელემენტების რაოდენობა

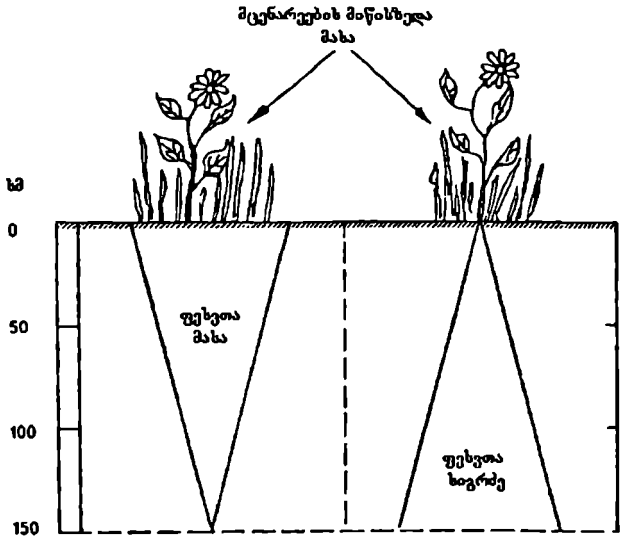
და ისინი უფრო მეტად მისაწვდომი გახდა ცოცხალი ორგანიზმებისთვის; აღინიშნა სხვადასხვა იონური შედგენილობის წყლის ხსნარების ფორმირება; შეიცვალა გამოფიტული ქანების თბური, წყლოვანი და გაზისებრი რეჟიმები და სხვ.

მესამე, დამამთავრებელ ეტაპზე ქანების გარდაქმნა ხდება ახალი ნიადაგწარმოქმნის პროცესის გავლენით და ყალიბდება თანამედროვე ნიადაგი.

ნიადაგწარმოქმნის პროცესი წარმოადგენს ქანის ზედა შრეში მიმდინარე ნივთიერებების და ენერგიის წარმოქმნის, შეცვლის და გადაადგილების მოვლენების ერთობლიობას. ნიადაგწარმოქმნის პროცესის აგენტებია: მცენარეები, ორგანიზმები და მათი ცხოველმოქმედების პროდუქტები, წყალი, ჟანგბადი და ნახშირბადის დიაოქსიდი, რომლებიც განსხვავებულად მოქმედებენ სხვადასხვა ბუნებრივ სარტყლებში, რის შედეგად ფორმირდება განსხვავებული ნიადაგი დამახასიათებელი თვისებით და რეჟიმით.

ნიადაგში ქანების გარდაქმნის დამამთავრებელ ეტაპზე ნიადაგწარმოქმნის აგენტების ზეგავლენით ნიადაგის ფორმირებისას აღინიშნება მთელი რიგი ცვლილებები:

1. ქანის ზედა შრეში წარმოიქმნა სპეციფიკური ბუნების, რთული ქიმიური შედგენილობის ახალი ორგანული ნივთიერება (ჰუმუსი). ამ პროცესში ძირითადი როლი ითამაშეს მცენარეებმა და ცხოველებმა, რადგანაც მათი გავლენით ხდება ორგანული ნივთიერებების დაგროვება და გარდაქმნა. სხვადასხვა სარტყლის ნიადაგებში აღინიშნება ჰუმუსის გარკვეული პროცენტული შემცველობა და ხარისხობრივი შემადგენლობა. ნიადაგში მიმდინარე ქიმიური პროცესები ორგანული ნივთიერების (ჰუმუსის) მონაწილეობით ახდენენ გადამწყვეტ გა-



ნახ. 12. ბალახოვანი მცენარის ფესვთა სისტემის განაწილების სქემა ნიადაგის 1,5 მეტრის შრეში

ვლენას ნიადაგწარმოქმნის პროცესების მიმართულებაზე და პრაქტიკულად განსაზღვრავენ ნიადაგის ყველა თვისებას.

2. მინერალების გამოფიტვის პროცესების გაგრძელებით და მცენარეების ფესვებით ქანის ქვედა შრეებიდან „გამდოქაჩვით“ გაიზარდა ქანის ზედა ნაწილებში ბიოფილური მინერალური ელემენტების შემცველობა და მათი მისაწვდომობა მცენარის მიერ. ელემენტები ჩაირთო მცენარეების შემადგენლობაში, რომელთა ორგანული მასის უდიდესი ნაწილი ყოველთვის წარმოიქმნება ნიადაგის ზედა ნაწილში. ორგანული მასის ყოველწლიური დალპობისას თავისუფლდებოდა მინერალური ელემენტები და ათასწლეულების მანძილზე ნიადაგის პროფილის მიხედვით მათი განაწილება იცვლებოდა. აზოტმაფიქსირებელი, მანიტრიფიცირებელი და ამონიუმის მაფიქსირებადი მიკროორგანიზმების ცხოველმოქმედების შედეგად მოხდა აზოტის ნაერთების, როგორც მცენარეების კვების წყაროს, დაგროვება. ნიადაგში დამყარდა გარკვეული კვებითი რეჟიმი სისტემაში ნიადაგი-ხსნარი-ცხოველური ორგანიზმები-ნიადაგი ნივთიერებების ბიოლოგიური (მცირე) წრებრუნვის შედეგად. მაგრამ ყოველწლიურად ამ წრებრუნვიდან ელემენტების ნაწილი ერთვება ბუნებაში ნივთიერებების გეოლოგიურ (დიდ) წრებრუნვაში. ელემენტების გეოლოგიური წრებრუნვა შეიძლება წარმოდგენილი იყოს შემდეგი გამარტივებული სქემით: ნიადაგში არსებული ელემენტები ქანებში ფილტრირებადი ხსნარებით ხვდება გრუნტის წყლებში, შემდეგ მდინარეებში და ზღვებში; იქ ხდება მათი შეთვისება ზღვის ორგანიზმებით; მათი კვდომის შემდეგ შედიან ფსკრული დანალექი ქანების შემადგენლობაში, რომლებიც დედამიწის ქერქის ტექტონიკური პროცესების შედეგად შეიძლება ზღვის დონის აწევისას მოხვდნენ ზედაპირზე და შევიდნენ ნიადაგის შემადგენლობაში.

3. ჩამოყალიბდა ნიადაგების უმთავრესი თვისება – შთანთქმისუნარიანობა, რომელიც განისაზღვრება ნიადაგის მყარი ფაზის ორგანული და მინერალური ნაწილების კოლოიდური თვისებებით, მისი ფორიანობით, გრანულომეტრული კომპონენტების დიდი ხვედრითი ზედაპირით, მყარი ფაზის და ნიადაგური ხსნარების რეაქციული ქიმიური უნარით, ცოცხალი ორგანიზმებით ელემენტების შეთვისების თავისებურებებით.

4. დამყარდა ნიადაგების რეაქცია (მჟავე და ტუტე) ნიადაგში მიმდინარე ჟანგვითი და აღდგენითი პროცესების (Red-Ox-პოტენციალი) შეფარდებით; ნიადაგური ხსნარების კონცენტრაცია და იონური შედგენილობა.

5. ბუნებრივი „ცემენტით“ (ორგანული, კალციური, კაჟმინიანი და სხვ.) შეწებების შედეგად მაკრო- და მიკროსტრუქტურის წარმოქმნა – სხვადასხვა სიდიდის და ფორმის კოშტები, რომლებიც განსხვავდება ფიზიკური დაშლისადმი და წყლის მოქმედებისადმი მდგრადობით.

6. კლიმატური პირობების, მყარი ფაზის გრანულომეტრული შედგენილობის, მისი სიმკვრივის, სტრუქტურული მდგომარეობის, ნიადაგის ზედაპირის მდგომარეობის (შეფერვა, მცენარეულობით დაფარულობა, გასწორება) და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით მოხდა წყლოვანი, ჰაეროვანი, თბური თვისებების და რეჟიმების დამყარება.

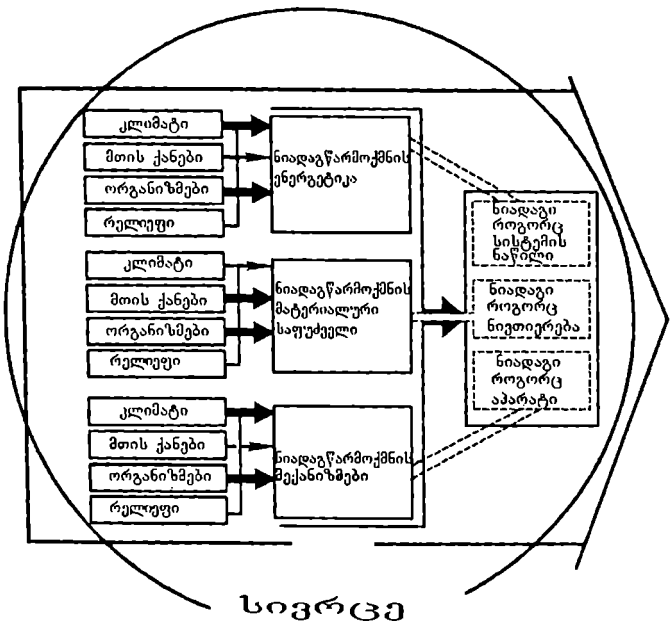
7. ჩამოყალიბდა გარკვეული მიკრობიოლოგიური ცენოზები მიკროორგანიზმების ჯგუფების განსხვავებული შეფარდებით, მცენარეულობის, ნიადაგში ორ-

განული ნივთიერების შემცველობასა და ხარისხობრივი შემადგენლობის, მისი რეაქციის, კვებითი, წყლოვანი, ჰაეროვანი და თბური რეჟიმების მიმართულების მიხედვით.

8. გარემოში (ნიადაგსა და ატმოსფეროში) მცენარეებით და მიკროორგანიზმებით ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების პროდუცირებით და გამოყოფით ნიადაგში ალელოპატიური რეჟიმი დამყარდა.
9. ცოცხალი ორგანიზმების, პირველ რიგში, მცენარეების და მიკროორგანიზმების მეშვეობით ჩამოყალიბდა ნიადაგური ფერმენტული კომპლექსი; ფერმენტები (ენზიმები) ახდენენ მრავალი მნიშვნელოვანი ნიადაგური ბიოქიმიური რეაქციების, მათ შორის ჰუმუსწარმოქმნის პროცესების, აზოტ- და ფოსფორშემცველი ორგანული ნაერთების, წყალბადის ხასიათის ნივთიერებების გარდაქმნის კატალიზებას.

თვისებების და რეჟიმების განხილული კომპლექსი წარმოადგენს ნიადაგების თავისებურებას, ასხვავებს დედაქანისგან, უზრუნველყოფს სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების მოსავლის მიღებას და ცნობილია ნაყოფიერების სახელწოდებით.

ნიადაგები, მათი თვისებები და რეჟიმები არ არის მუდმივი. ასეთებია მხოლოდ განვითარების თანამედროვე ეტაპზე, მაგრამ განიცდიან ევოლუციას ბუნებრივი ფაქტორების (კლიმატის, მცენარეულობის, ცხოველთა ორგანიზმების და სხვ.) ზემოქმედების შედეგად.



ნახ. 13. ნიადაგწარმოქმნის საერთო სქემა

ნიადაგწარმოქმნის პროცესის შედეგად იცვლება დედაქანის საერთო იერი, ხდენა მისი დიფერენციაცია შრეებზე ან გენეტიკურ ჰორიზონტებზე, რომლებსაც აქვთ სხვადასხვა თვისება; ძირითადში დამოკიდებულია ზედა სისქეში ნიადაგურ ხსნარებთან ერთად გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის პროდუქტების გადაადგილებასთან. ყოველი გენეტიკური ჰორიზონტისთვის დამახასიათებელია გარეგნული ან მორფოლოგიური ნიშნები (შეფერვა, სტრუქტურა, შენება, ახალქმნილებები და სხვ.), რომლებიც ასახავენ მათ განსხვავებას ქიმიურ, გრანულომეტრულ, მინერალოგიურ შემადგენლობაში, ფიზიკურ თვისებებში და ა.შ. კონკრეტული ნიადაგური პროცესების გათვალისწინებით სხვადასხვა სარტყლის ნიადაგებში ფორმირდება თავისი გენეზისური ჰორიზონტები, რომელთა შეხამება წარმოადგენს ნიადაგურ პროფილს.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რას წარმოადგენს საწყისი ან პირველადი ნიადაგწარმოქმნის პროცესი?
2. დაახასიათეთ ქანების გარდაქმნის ძირითადი ეტაპები.
3. დაახასიათეთ ნიადაგში ქანების გარდაქმნის დამამთავრებელ ეტაპზე მიმდინარე ცვლილებები.
4. რით აიხსნება, რომ ნიადაგები, მათი თვისებები და რეჟიმები არ არის მუდმივი?

თავი 7. ნიადაგის და ნიადაგური საფრის ევოლუცია

ნიადაგი განსხვავდება გეოლოგიური სუბსტრატისგან ან დედაქანისგან, რომელზეც ის ფირმირდება. ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორები იყოფა ორ ჯგუფად: პასიური – დედაქანი, რელიეფი და დრო/ასაკი და აქტიური – კლიმატი და ორგანიზმები.

განვითარების და ევოლუციის საწყის სტადიაზე ნიადაგი ახალგაზრდაა, მისი თვისებები მიახლოებულია დედაქანის თვისებებს. მწიფე ნიადაგი განსხვავდება დასრულებული განვითარებით ან/და ევოლუციით და იმყოფება წონასწორობაში კლიმატთან და ბიოტასთან. თუ კონკრეტულ რეგიონში ბიოტა შეესაბამება კლიმატს, მაშინ შეიძლება ლაპარაკი კლიმაქსურ ნიადაგზე. არსებობს აგრეთვე დეგრადირებული ნიადაგი, რომლის განვითარება განსხვავდება ნორმალურისგან. კერძოდ, შეიძლება ჩამოყალიბდეს ადამიანის მოქმედებით გამოწვეული მცენარეულობის ხშირი შეცვლით. კლიმაქსური არის სრულად ფორმირებული ნიადაგი, რომელიც იმყოფება წანასწორობაში კლიმატთან და ბიოტასთან იმ პირობით, რომ თვით ბიოტა არის კლიმაქსური, ე.ი. შეესაბამება არსებულ კლიმატურ პირობებს და არ არის შეცვლილი ადამიანის მიერ. მაშასადამე, მოცემულ კლიმაქსურ ბიოტას უნდა შეესაბამებოდეს კლიმაქსური ნიადაგი. თუ გავითვალისწინებთ კლიმატის და ბიოტის მნიშვნელოვან გავლენას ნიადაგის განვითარებაზე, საჭიროა ვაღიაროთ, რომ ნიადაგის კლიმაქსი შედარებით დამოუკიდებელია დედაქანისგან. ასეც არის, ნიადაგწარმოქმნის პროცესის განვითარებასთან ერთად დედაქანის პირველადი თვისებები თანდათანობით ქრება.

ზონალური ნიადაგის კონცეფცია სრულად მისაღებია, როდესაც საქმე გვაქვს მეტ-ნაკლებად ვრცელ ტერიტორიებთან და ტაქსონომიურად მაღალი რანგის ნიადაგთან. ზონალური ნიადაგის უფრო დეტალური გამოკვლევების დროს წარმოდგენას ზონალური ნიადაგის შესახებ დაემატა ჰ. პალმანის მიერ შემოთავაზებული ცნება ანალოგიურ ნიადაგზე ან ნიადაგ-ანალოგზე.

კლიმაქსურ ნიადაგს გააჩნია სპეციფიკური თვისებები, რომლითაც შედარებით დამოუკიდებელია პირველადი დედაქანისგან. ახალი თვისებების შეძენა წარმოადგენს კლიმატის და ბიოტის ერთობლივი გავლენის შედეგს. ბიოტა გავლენას ახდენს მინერალურ ნივთიერებაზე ჰუმუსის საშუალებით.

ორგანული ნივთიერება არსებით როლს თამაშობს ნიადაგის ევოლუციაში. ზედა ჰუმუსოვანი ჰორიზონტები უფრო სწრაფად განიცდიან ევოლუციას, ვიდრე ქვედა, მინერალური ჰორიზონტები. ხშირად ღრმა ჰორიზონტები ინარჩუნებენ (კლიმაქსურ მდგომარეობაშიც) დედაქანისთვის დამახასიათებელ თავისებურებებს. აქედან გამომდინარეობს, რომ ერთი და იმავე მცენარეულობის, მაგრამ სხვადასხვა ქანზე ფორმირებულ ნიადაგს გააჩნია თვისებებით ერთგვაროვანი ჰუმუსოვანი, მაგრამ განსხვავებული ქვედა ჰორიზონტები. სწორედ ამ ნიადაგს უწოდა ჰ. პალმანმა ანოლოგიური ნიადაგი.

ნიადაგის ევოლუციის ზოგადი ცნება, თავის მხრივ, მოიცავს ნიადაგის განვითარებას და თვით ნიადაგის ევოლუციას.

ნიადაგის განვითარება წარმოადგენს უცვლელ ეკოლოგიურ პირობებში ნიადაგის ფარმირებასა და შემდგომ განვითარებას. ნიადაგის განვითარებაში არჩევენ რამდენიმე ფაზას. გამოყოფენ *საწყის ფაზას*, რომელიც შეესაბამება გაშიშვლებულ დედაქანზე ნიადაგწარმოქმნის პირველ ეტაპს. ამ დროს ყალიბდება ნიადაგური რეჟიმების სისტემა, ჩნდება ფრაგმენტული ნიადაგური ჰორიზონტები, ხდება ბუნებრივი ნაყოფიერების ჩასახვა. შემდგომ უცვლელ ეკოლოგიურ პირობებში ნიადაგწარმოქმნის განვითარება აღწევს *მწიფე ფაზას* სრულად განვითარებული გენეზისური პროფილით, ბუნებრივი ნაყოფიერების ჩამოყალიბებული დონით.

ნიადაგების ევოლუცია წარმოადგენს ბუნებრივი გარემოს ევოლუციასთან დაკავშირებული ჩამოყალიბებული ნიადაგის შეცვლას.

ეკოლოგიური პირობების შეცვლისას ნიადაგი გადადის *ევოლუციური განვითარების ფაზაში*, რასაც მოჰყვება ნიადაგური პროფილის ჰორიზონტების გარდაქმნა, ნიადაგის თვისებების და მისი ბუნებრივი ნაყოფიერების დონის შეცვლა.

ამის შესაბამისად, ნიადაგური მასის თვისებები შეიძლება დაყოფილ იქნეს სამ ჯგუფად: *ნარჩენი* თვისებები, რომლებიც მემკვიდრეობით გადმოიცემა დედაქანისგან, *რეცენტნური* – შეძენილი, ნიადაგის მიერ მისი განვითარების პროცესში უცვლელ ეკოლოგიურ გარემოში და *რელიქტური* თვისებები – ევოლუციის პროცესში შენარჩუნებული წინა სტადიიდან. ამ დროს ნიადაგი გადადის ერთი გენეზისური ქვეტიპიდან ან ტიპიდან სხვა გენეზისურ ქვეტიპში ან ტიპში. ნიადაგის პროფილში თანდათანობით სუსტდება ის თვისებები, რომლებიც შეესაბამება ნიადაგწარმოქმნის წინა ფაზას, და ჩნდება ახალი თვისებები, რომლებიც განპირობებულია ნიადაგწარმოქმნის ახალი ფაზით.

პროფილის ასეთი გარდაქმნა განპირობებულია რამდენიმე მიზეზით: ბიოკლიმატური პირობების შეცვლით (გათბობა ან აცივება, კლიმატის ტენიანობის ზრდა ან შემცირება) და მასთან დაკავშირებული შეცვლით მცენარეულ საფარში – განვითარების ბიოკლიმატური ციკლი; გეომორფოლოგიური პირობების შეცვლით (ადგილის აწევით, ეროზიული ბადის შეჭრით და გრუნტის წყლების დაწევით; ადგილის დაწევით და გრუნტის წყლების აწევით; შესაბამისი ცვლები მცენარეულ საფარში) – განვითარების ბიოგეომორფოლოგიური ციკლი; ნიადაგწარმოქმნის პროცესში ნიადაგის შემადგენლობასა და შენებაში ღრმა ცვლილებებით, რომლებიც ზოგჯერ ახდენენ უკუქმედებას მცენარეულ საფარზე და, საერთოდ, გეოგრაფიულ ლანდშაფტზე (ეწერების დაჭაობება, ბიცობების გასოლოდება და ა.შ.). ამ ციკლს ზოგჯერ განმარტავენ როგორც „თვითგანვითარების ციკლს".

საქართველოს ნიადაგურ საფარში აღინიშნება განვითარების წინა ფაზებიდან შემორჩენილი ევოლუციური ცვლილებები ნიადაგში რელიქტური ნიშნების ან რელიქტური ჰორიზონტების (ჰუმუსდაგროვება, კარბონატების და რკინის აკუმულაცია და ა.შ.) არსებობით. საჭიროა აღინიშნოს, რომ ბუნებრივი პირობების ევოლუცია მიმდინარეობს ძალიან ნელა, განსაკუთრებით განვითარების ბიოკლიმატურ ციკლში. ნიადაგური საფრის უმეტესი ნაწილი ნადგურდება ეროზიით და ნიადაგები რელიქტური თვისებებით აღინიშნება რელიეფის მხოლოდ ყველაზე ძველ ზედაპირზე.

ზოგჯერ ევოლუციის პროცესში ნიადაგური პროფილის გარდაქმნა ხდება ისე სრულად, რომ განვითარების წინა ფაზასთან დაკავშირებული რელიქტური ნიშნები

მთლიანად იშლება და ამ ფაზის არსებობა შეიძლება დადგენილ იქნეს მხოლოდ ირიბი პალეოკლიმატური, პალეობოტანიკური და პალეოგეოგრაფიული მონაცემებით.

ნიადაგების ნაყოფიერება შეიძლება დაკავშირებული იყოს ამა თუ იმ თვისებასთან, მაგრამ ძირითადში განისაზღვრება ნიადაგწარმოქმნის თანამედროვე ჰაეროვანი, ჰიდროთერმული და კეებითი რეჟიმით და ნიადაგის თანამედროვე ბიოქიმიური თავისებურებით.

არჩევენ ნიადაგის ევოლუციის ორ ძირითად ტიპს: პროგრესიულ (წინსვლით) ევოლუციას, რომელსაც მივყავართ კლიმაქსურ სტადიამდე, და რეგრესულ ევოლუციას, რომელიც აშორებს კლიმაქსური სტადიიდან.

პროგრესიული (წინსვლითი) ევოლუცია შეიმჩნევა მცენარეულობით გაშიშვლებული დედაქანის თანდათან დასახლებისას.

დადგენილია რეგრესული ევოლუციის ორი ტიპი: *გააბალგა ზრდავება* ეროზიის შედეგად, როდესაც იშლება ზედა ჰორიზონტი ან მთელი ნიადაგი; *უახლესი* ევოლუცია, რომელიც განსხვავდება წინსვლითი ეროზიისგან და იქმნება ადამიანის ჩარევით გამოწვეული მცენარეულობის ცვლით. ცნობილია ნიადაგების დეგრადაციის მრავალი დამახასიათებელი მაგალითი. მაგალითად, თბილისის მიდამოებში საუკუნეების მანძილზე მუხნარ-რცხილნარების გაჩეხვამ და შედეგად ამ ტყის დერივატების (ძეძვიანების) და საბოლოოდ გამეჩხერებული ბალახმდგნარების განვითარებამ ხელი შეუწყო ძლიერ ეროზირებული ნიადაგის ფართო გავრცელებას.

თანამედროვე ნიადაგური საფარი წარმოადგენს რთულ ნაირხნოვან წარმონაქმნს. ნიადაგის ევოლუციაში არჩევენ რამდენიმე ციკლს:

1) ბიოლოგიურს (ბიოგენურს) ანუ ნიადაგის განვითარების ციკლს სისტემაში ნიადაგი – მცენარე, რომელიც არის ორი საწინააღმდეგოდ მიმართული პროცესის – ნივთიერებების ბიოლოგიური აკუმულაციის (ბიოლოგიური წრებრუნვის) და გეოლოგიური გამოტანის (გეოლოგიური წრებრუნვის) – ბრძოლის შედეგი;
2) ბიოგეომორფოლოგიურს, რომელშიც ნიადაგი მონაწილეობს მთელ ლანდშაფტთან ერთად ხმელეთის ზედაპირის რელიეფის ევოლუციაში;
3) ბიოკლიმატური ან ნიადაგის განვითარების ციკლი სისტემაში ნიადაგი – მცენარე, რომელიც დაკავშირებულია კლიმატის და ბუნებრივი გარემოს შეცვლასთან გეოლოგიური ეპოქების მანძილზე.

ყველა დასახელებული ციკლი არის ერთმანეთთან გადახლართული და ნიადაგი მონაწილეობს მათში ერთდროულად, მაგრამ ნიადაგში მიმდინარე პროცესების არსის და მიზნების დასადგენად საჭიროა ამ ციკლების შედარებითი დახასიათება.

ბიოლოგიური ციკლი, რომელსაც ხშირად განმარტავენ, როგორც „თვითგანვითარებას“ ნიადაგებისგან დამოუკიდებელი ფაქტორების შედარებით სტაბილური მდგომარეობის გამო, იყოფა ორ ფაზად: 1) ნიადაგის წარმოქმნა მთის ქანიდან და 2) მწიფე ნიადაგის განვითარება. პირველი ფაზის ხანგრძლივობა – ნიადაგწარმომქმნელი ქანიდან, გარემოსთან დინამიკური წონასწორობის მიღწევამდე; სრულად ფორმირებული (მწიფე) ნიადაგის წარმოქმნა განსხვავებულია სხვადასხვა ლითოლოგიურ და ბიოკლიმატურ პირობებში. არსებული ფაქტების თანახმად, ეს პროცესი მიმდინარეობს ასი, ათასი და ათეული ათასი წლის მანძილზე. ფხვიერ ქანებზე ზომიერ სარტყელში ის სრულდება საშუალოდ 1000-3000 წლის მანძილზე. მაგალითად, ქვიშიანმა ეწერებმა ბალტიის ზღვის ტერასებზე ჩრდილოეთ შვედეთში მიაღწიეს სიმწიფეს 1000-1500 წლის, ხოლო ბალტიისპირეთის და კარელიის ყე-

ლის სანაპიროზე – 2000-2300 წლის მანძილზე. ჭალა-დელტურ პირობებში ახალი ალუვიონიდან მდელოს კორდიანი ნიადაგის განვითარებისთვის საკმარისია 100-150 წელი.

ბიოგენურ ციკლში მწიფე ნიადაგის შემდგომი ევოლუცია ხდება ნიადაგწარმოქმნის შედარებით შეუცვლელი ფაქტორების კომპლექსის პირობებში ნიადაგწარმოქმნის პროცესში თვით ნიადაგის შემადგენლობასა და შენებაში ღრმა შეუქცევადი ცვლილებების დაგროვების შედეგად, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს შებრუნებული ზემოქმედება მცენარეულ საფარზე და მთელ გეოგრაფიულ ლანდშაფტზე (ეწერების დაჭაობება ილუვიური ჰორიზონტის გამკვრივების შედეგად, რაც აძნელებს ტენის ფილტრაციას; ბიცობების გასოლოდებას და სხვ.).

ბიოგენურ ციკლში ნიადაგების ევოლუციის მაგალითია თვითგანვითარების რიგი, რომელიც აღწერილი იყო მიუჰენგაუზენის მიერ გერმანიაში. მუხნარ-ნიფლნარების ქვეშ მყინვარულ ნაფენებზე ნიადაგწარმოქმნის ბუნებრივი განვითარების შედეგად მუავე ყომრალი ნიადაგი შეიცვალა გაეწერებული ყომრალით, რომელმაც, თავის მხრივ, სუსტად გამტარი ილუვიური ჰორიზონტის ფორმირების შედეგად განიცადა ევოლუცია ცრულებიან ყომრალში. ეს პროცესი ხორციელდებოდა 7000-8000 წლის განმავლობაში.

ნიადაგის თვითგანვითარების შედეგი შეიძლება იყოს მსხვილი ტერიტორიების ნიადაგური საფრის ევოლუცია. ნ. კარავაევას აზრით, დასავლეთ ციმბირის შუა ტაიგის ქვეზონის პროგრესული დაჭაობება გამოწვეულია რელიეფის დეპრესიების ნიადაგების ჭაობის ლებიანების თვითგანვითარებით, რომლებიც ევოლუციას განიცდიან ტორფიან ჭაობებში. ამ რეგიონში დაჭაობება უკავშირდება ატლანტიკურ პერიოდს (7500-8000 წლის წინათ).

ლანდშაფტთან ერთად ნიადაგი განიცდის ევოლუციის *ბიოგეომორფოლოგიურ ციკლს,* რომელიც დაკავშირებულია რელიეფის განვითარებასთან. ეგზოგენური და ენდოგენური ძალების ურთიერთმოქმედების შედეგად ხმელეთის ზედაპირი განიცდის მუდმივ გარდაქმნას, რომელიც ძირითადში ნიადაგწარმოქმნის ჰიდროთერმული რეჟიმების (ჩამონადენის, დრენაჟის და გრუნტული დატენიანების) შეცვლის შედეგად გავლენას ახდენს ნიადაგური საფრის განვითარებაზე.

ჰიდროგრაფიული ბადის შეჭრასთან ერთად, ტერიტორიის პირველადი რელიეფის გადარეცხვის და დენუდაციისა და მისი გადაქცევის „თითქმის ვაკეში" ან „პენეპლენებში", ხდება ნიადაგური საფრის ევოლუცია: „პირველადი" ვაკის ჰიდრომორფული ნიადაგის დიდი მონაწილეობით, არაერთგვაროვანი, ნაირგვარი შემადგენლობის ნიადაგური საფარი იცვლება ეროზიული ვაკის ნიადაგური საფრით მწიფე, კარგად გამოხატული ზონალური ნიადაგით და, ბოლოს, ძველი „თითქმის-ვაკის" ან „პენეპლენის" გაძნელებული ბუნებრივი დრენაჟის ჭრელი, გასწორებული კომპლექსური საფრით.

პირველადი, სუსტად დრენირებული ვაკის გაძნელებული ზედაპირული ჩამონადენით და სხვადასხვა წყლის რეჟიმის ნიადაგით უაღრესად ჭრელი კომპლექსებით (ჭაობიანი, ნახევრად ჭაობიანი, ბიცობიანი, ბიცებიანი, ეწერი და მდელოს-შავმიწისებრი) მკაფიო მაგალითია დასავლეთ ციმბირის ვაკე. ტერიტორიის მდინარისპირა ნაწილებში, სადაც დრენაჟი უმჯობესდება, ჩრდილოეთით დაჭაობება ეცემა, ხოლო სამხრეთით იზრდება ტიპური შავმიწის სიჭარბე და მცირდება ბიცობების რაოდენობა.

ნიადაგური საფრის ევოლუციის კავშირი რელიეფის შეცვლასთან ნათლად შეიმჩნევა მდინარის ხეობის განვითარების პროცესში. ჭალების გადასვლა მდინარეულ ტერასებში ეროზიის ბაზისის დაწევის და გეოგრაფიული ბადის შეჭრის შედეგად იწვევს მდელოს ტიპის ჭალა-ალუვიური ნიადაგის ევოლუციას მოცემული კლიმატური პირობებისადმი დამახასიათებელი ელუვიური რიგის ნიადაგში.

ევრაზიის სტეპური ზონის ვაკეების ნიადაგურ-მცენარეული საფრის ანალიზისას ნაჩვენები იყო ტერასების ნიადაგური საფრის გარდაქმნაში დამლაშება-განმარილების პროცესების მნიშვნელობა. ასე, მაგალითად, ჭალის ჭაობიან-მდელოს და ჭალის ნიადაგი იცვლება ბიცობნარებით და ბიცობებით დაბალ ტერასებზე გრუნტის წყლების ახლო დგომით, რომლებიც, თავის მხრივ, უფრო მაღალ ტერასებზე გასტეპების პროცესების გავლენით იცვლება სოლოდებით და ბიცობნარი და გასოლოდებული სტეპის ნიადაგით.

ა. ურუშაძის გამოკვლევების თანახმად, აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარე მტკვრის ხეობის ჭალის ტერასების განვითარების პროცესში შიდა ქართლში (ხაშურის მიდამოები) ხდება ალუვიური ნიადაგის ევოლუცია შავ ნიადაგში, თბილისის ქვაბულში (დიღმის ვაკე) – მდელოს-ყავისფერ, ხოლო ქვედა ქართლში (გარდაბნის მიდამოებში) – რუხ მდელოს-ყავისფერ ნიადაგში. მორფოლოგიით და ქიმიური თვისებებით ისინი უახლოვდება ნიადაგის ზონალურ ტიპებს, მხოლოდ ზოგიერთი რელიქტური თვისებები განასხვავებენ ზონალური ნიადაგის ჭალის ანალოგებს და მიუთითებენ წარსულში მათი ჰიდრომორფული, ტიპური ჭალის რეჟიმზე.

ვ. კოვდას მიერ დამუშავებულია ნიადაგის ევოლუციის კონცეფცია, რომლის თანახმად, დედამიწის ხმელეთის ვრცელი გლაციალური, ფლუვიოგლაციური და ალუვიური ვაკეების ნიადაგის უმრავლესობამ გაიარა განვითარების მეტ-ნაკლებად ხანგრძლივი ჰიდრომორფული ეტაპი. მყინვარშემდგომ დროში ხმელეთის ზედაპირის ნელმა აწევამ, მდინარის ხეობების გაღრმავებამ და გრუნტის წყლების დონის დაწევამ გამოიწვია ნიადაგის ევოლუციური რიგის ფორმირება, რომელშიც გამოიყოფა ნიადაგწარმოქმნის რამდენიმე სტადია ჰიდროაკუმულაციურიდან (წყალქვეშა) ჰიდრომორფულის და ნახევრად ჰიდრომორფულის გავლით პალეო-, პროტერო-ჰიდრომორფულსა და ავტომორფულამდე. მართალია, ამ მოვლენის მასშტაბებმა გამოიწვიეს პოლემიკა, მაგრამ უდავოა, რომ წარსულში ჰიდრომორფული ნიადაგწარმოქმნის პროცესი მოიცავდა უფრო დიდ ფართობებს, ვიდრე ამჟამად.

ამგვარად, ძველაკუმულაციური და აკუმულაციურ-ზღვიური ვაკისთვის გრუნტის წყლების ახლო დგომით დამახასიათებელია ჭრელი და კომპლექსური ნიადაგური საფარი დაჭაობებული და დამლაშებული ნიადაგის მონაწილეობით. ტერიტორიის ეროზიის დანაწევრიანებისა და გრუნტის წყლების დაწევასთან ერთად, ნიადაგური საფარი განიცდის ღრმა ცვლილებებს და თავისი ხასიათით უახლოვდება ტიპურ ზონალურ ნიადაგს. მაგრამ, ჯერ კიდევ ხანგრძლივი დროის მანძილზე, ნიადაგური საფრის შემადგენლობაში და ნიადაგის თვისებებში შესამჩნევია ნიადაგწარმოქმნის წინა ფაზებისთვის დამახასიათებელი რელიქტური ნიშნები (გასოლოდებული ნიადაგის, ბიცობების, კარბონატების, მიკროელემენტების აკუმულაცია და სხვ.). ამიტომ თანამედროვე ნიადაგური საფრის თავისებურებების გაგებისთვის მნიშვნელოვანია რელიეფის ევოლუციასთან ნიადაგის ევოლუციის ისტორიის ცოდნა.

ნიადაგის ევოლუციის *ბიოკლიმატური ციკლი* დაკავშირებულია დროის გეოლოგიურ მონაკვეთებში კლიმატის მსხვილ ცვლილებასთან, რაც გამოწვეულია ზოგადპლანეტარული და კოსმოსური მიზეზებით (დათბობა და გაცივება, მშრალი და ქსეროთერმული ეპოქების შეცვლა ტენიანი ან პლუვიალურით). კლიმატური ზონების საზღვრების გადანაცვლება იწვევს მცენარეული საფრის, თბური და წყლოვანი რეჟიმის შეცვლას, რაც გაულენას ახდენს ნიადაგწარმოქმნის პროცესის მსვლელობაზე და აისახება ნიადაგის თვისებებში. ნიადაგის პროფილში ხდება ნიადაგწარმოქმნის წინა ფაზის თვისებების შესუსტება და ფორმირდება ნიადაგწარმოქმნის ფაქტორების ახალი კომპლექსების შესატყვისი ნიშნები. მაგრამ, ისევე როგორც ნიადაგური საფრის გეომორფოლოგიური ევოლუციის დროს, თანამედროვე ნიადაგს ხშირად აქვს კლიმატური პირობების შეცვლასთან დაკავშირებული რელიქტური ნიშნები და თვისებები.

მაგალითად შეიძლება დავასახელოთ ყომრალი ნიადაგების ნიშნები სუბალპურ ზონაში. ეს დასტურდება პალეოგეოგრაფიული მონაცემებით. ჭ. ჯანელიძის აზრით, კლიმატური ოპტიმუმის ეპოქაში (2500-7700 წლის წინათ) ტყის ზედა საზღვარი მთავარ კავკასიონზე აწეული იყო 300-400 მეტრით, ე.ი. 2400-2500 მეტრამდე.

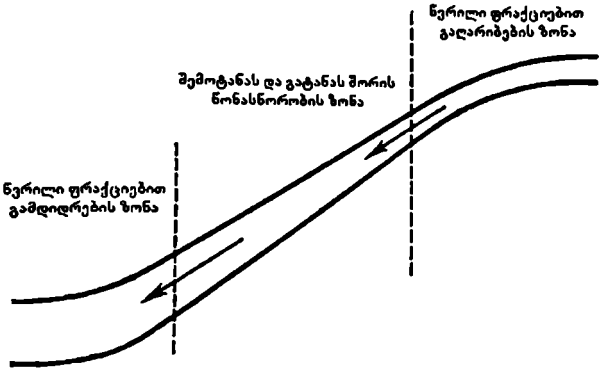
განვითარების ბიოკლიმატურ ციკლს უნივერსალურ მნიშვნელობას ანიჭებდა ვ. ვილიამსი. მან შეიმუშავა „ერთიანი ნიადაგწარმოქმნის პროცესის თეორია“, რომლის თანახმად, ეაკის ყველა ნიადაგმა გაიარა განვითარების სტადია ყველაზე ახალგაზრდიდან ტუნდრის, ენერების და ჭაობიანის გაელით უფრო ძველ – შავმიწების, მშრალი სტეპის, ბიცობ და ბიცობნარ ნიადაგამდე. ევოლუციის მიზეზი იყო დედამინის პოლუსების მდგომარეობის და, შესაბამისად, კლიმატური ზონების საზღვრების შეცვლა.

მეტად მნიშვნელოვანია ნიადაგწარმომქმნელი (ეკოლოგიური) ფაქტორების გავლენა ნიადაგის ევოლუციაზე.

კლიმატს განსაკუთრებული ადგილი უკავია ნიადაგის ევოლუციაში. ნიადაგური ზონების გავრცელება, მიუხედავად განსხვავებისა დედაქანებში, ძირითადად დამოკიდებულია კლიმატზე – ეს არის ზონალური ნიადაგები. ტემპერატურა გავლენას ახდენს ნიადაგის ევოლუციაზე ორი გზით: ქანის დაშლის სისწრაფითა და ხასიათით; ცხელ კლიმატში დაშლა მიმდინარეობს ძალიან სწრაფად, ციგში – ნელა. ასე, მაგალითად, ტროპიკული და სუბტროპიკული ნიადაგი აღწევს რამდენიმე მეტრს, ხოლო ალპური ნიადაგი პროფილით AC მხოლოდ 10-20 სმ. ტემპერატურა ახდენს ზემოქმედებას ორგანული ნივთიერების დაშლაზე, რომელიც გროვდება ციგ კლიმატში და სწრაფად ქრება ტროპიკულ და სუბტროპიკულ კლიმატში. კლიმატის ტენიანობა აისახება გამოფიტის ინტენსივობაში; მაგალითად, ფ. დიუშოფუროს მიხედვით, მშრალი კლიმატისთვის დამახასიათებელია სუსტად განვითარებული ნიადაგი პროფილით AC. დატენიანების კოეფიციენტი (მოსული ნალექების რაოდენობის შეფარდება აორთქლებასთან) არსებით როლს თამაშობს ნიადაგიდან ნივთიერების გამოტანის პროცესში და მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს ნიადაგის ევოლუციას. მშრალ კლიმატში გამოფიტვა შეზღუდულია, გამოტუტვა ეხება მხოლოდ კარბონატებს, ნიადაგის პროფილში რჩება კალციუმის დიდი რაოდენობა; ტენიან კლიმატში ნიადაგი უკარბონატოა, კოლოიდები მიგრირებენ; ნიადაგის ამ ჯგუფში შედის ცხელი კლიმატის ფერალიტური ნიადაგი და ციგი კლიმატის – ეწერები.

ზოგიერთ შემთხვევაში დედაქანს უფრო დიდი მნიშვნელობა აქვს. ასე, მაგალითად, სუსტად განვითარებულ ნიადაგში (ახალგაზრდა ალუვიონი, ეროზიული ნიადაგი) მჟღავნდება დედაქანისთვის დამახასიათებელი თავისებურებანი. იგივე შეიძლება ითქვას იმ განვითარებულ ნიადაგზე, რომელიც, დედაქანის სპეციფიკური თავისებურებების გამო, სხვანაირად ვითარდება, ვიდრე ნორმალური კლიმატური ნიადაგი (ინტრაზონალური ნიადაგი). აღსანიშნავია, რომ ასეთ ნიადაგზე სახლდება სპეციფიკური მცენარეულობა. ზოგიერთი დედაქანი თავისი თავისებურებებით განაპირობებს ნიადაგწარმოქმნის ვიწრო მიმართულებას, ხელს უშლის კლიმატური ნიადაგის ფორმირებას. უმრავლეს კლასიფიკაციაში ეს ინტროზონალური ნიადაგი გამოიყოფა განსაკუთრებულ ჯგუფად: დაწიდული – შავი ნიადაგი (ვერტისოლები) – შიდა ქართლში, ანდოსოლები ვულკანოგენურ მასალაზე – სამხრეთ საქართველოში, აქტიური კირის დიდი რაოდენობით შემცველი კორდიან-კარბონატული ნიადაგი – მთავარი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე (აფხაზეთი, სამეგრელო). ზემოთ მოყვანილი შემთხვევების გარდა, დედაქანი ახდენს გარკვეულ გავლენას, როდესაც ლაპარაკია კლიმაქსურ ნიადაგზე, და დიდ გავლენას, როდესაც ეს ეხება დეგრადირებულ ნიადაგს. კლიმაქსურ ნიადაგში მინერალური ჰორიზონტები განისაზღვრება დედაქანით, მაშინ როდესაც, ჰუმუსის ტიპი, ერთი და იგივე მცენარეულობის ქვეშ, ერთნაირია სხვადასხვა ქანებზეც. ამგვარად, ნიადაგწარმოქმნის პროცესი მიმდინარეობს დედაქანისგან დამოუკიდებლად (ნიადაგები-ანალოგები). დედაქანში კალციუმის დიდი შემცველობა, მისი წყალგამტარობა, როგორც წესი, განსაზღვრავს განსაკუთრებული ჰუმუსის გაჩენას, რომელიც, ხასიათდება მაძღრობის შედარებით გადიდებული ხარისხით. დეგრადირებულ ნიადაგზე, პირიქით, ვითარდება დედაქანთან დაკავშირებული სპეციფიკური მცენარეულობა; დედაქანი გავლენას ახდენს არა მარტო მინერალური ჰორიზონტების შემადგენლობაზე, არამედ ჰუმუსის ძირითადი ტიპის წარმოქმნაზე. ნიადაგწარმოქმნა ხდება დედაქანთან უფრო მჭიდროდ დაკავშირებით.

ნიადაგწარმოქმნის პროცესზე დედაქანების გავლენის თვალსაზრისით მეტად მნიშვნელოვანია მისი ორი მაჩვენებელი – წყალგამტარობა და ქიმიური შედგენილობა. მძიმე მექანიკური შემადგენლობის დედაქანები აძნელებენ გამორეცხვას და ხელს უწყობენ სტაბილური ჰუმუსის და, საბოლოო ჯამში, ჰუმუსოვან-თიხოვანი კომპლექსების წარმოქმნას. დედაქანში Ca და Mg შემცველობა არსებით როლს თამაშობს ნიადაგის ევოლუციაში, რადგანაც ისინი ბევრად განსაზღვრავენ შთამნთქავი კომპლექსის მაძღრობას და ახდენენ ზემოქმედებას ბიოლოგიურ აქტივობაზე. დედაქანში არსებული კატიონები სტიმულირებენ ჰუმუსის მინერალიზაციას და განსაკუთრებულ გავლენას ახდენენ ჰუმიფიკაციის ხარისხზე; აძნელებენ გამორეცხვას, რადგანაც უზრუნველყოფენ კარგ სტრუქტურას და ამცირებენ რკინასთან ხსნადი ორგანული ნივთიერებების შეკავშირების (კომპლექსურობის) უნარს; ანელებენ ქანების გამოფიტვას, რადგანაც ადიდებენ იმ ორგანული მჟავების მაძღრობას, რომლებსაც შეუძლიათ დაშალონ რთული მინერალები და გაანთავისუფლონ რკინა. დედაქანზე, რომელიც დიდი რაოდენობით შეიცავს კალციუმს, განსაკუთრებით კარბონატულ დედაქანზე, ვითარდება ნიადაგები აქტიური, კარგად ჰუმიფიცირებული ორგანული ნივთიერებით, გამორეცხვის უქონლობით, სუსტი გამოფიტვით და AC ტიპის პროფილით (კორდიან-კარბონატული ნიადაგი). პირიქით, კატიონებით ღარიბ, მჟავე დედაქანზე განვითარებული ნიადაგი არამაძ-



ნახ. 14. ფერდობითი გამოტუტვის გავლენა ნიადაგის ევოლუციაზე

ღარია, ჰუმუსი არ არის აქტიური, გამოფიტვა და გამორეცხვა ხშირად მნიშვნელოვანია; პროფილი ვითარდება ABC მიმართულებით.

რელიეფის მნიშვნელობა ნიადაგის ევოლუციაში ბევრად განისაზღვრა ორი მაჩვენებლით: ეროზიით და გვერდითი, შიდანიადაგური ჩამონადენით. ეროზია ძირითადად აცლის ნიადაგს ზედა ნაწილს და აშიშვლებს მის სიღრმით ჰორიზონტებს და, ზოგჯერ, დედაქანს. ამგვარად, ეროზია აახალგაზრდავებს ნიადაგს და აფერხებს მის დასრულებულ განვითარებას. გვერდით შიდანიადაგურ ჩამონადენს ნიადაგური პროფილიდან გამოაქვს კოლოიდები, ხსნარში გახსნილი ნივთიერებები. უხეში მასალა რჩება ადგილზე.

გვერდითი ჩამონადენი ყოველთვის არ ამუხრუჭებს ნიადაგის განვითარებას, ზოგჯერ, პირიქით, აჩქარებს ნიადაგწარმოქმნის პროცესს ფერდობის ზედა ნაწილში. ძალიან ციცაბო ფერდობებზე, ქანებზე მსუბუქი მექანიკური შედგენილობით და ხელსაყრელ კლიმატში ეროზია აღემატება გამორეცხვას. ზომიერ, ცივ კლიმატში ფერდობითი ჩამონადენი დამახასიათებელია სუსტად დასერილი რელიეფისთვისაც. მთების ციცაბო ფერდობებზე ნიადაგური საფარი წარმოდგენილია სუსტად განვითარებული ნიადაგით. ხშირად ნიადაგის ფორმირებაში ფერდობზე მონაწილეობს ორივე პროცესი – ეროზიის და შიდანიადაგური ჩამონადენის. ამ შემთხვევაში ნიადაგური საფარი ხდება კომპლექსური და ფერდობის ზედა ნაწილიდან მთის ძირამდე ნიადაგები ნათლად ცვლიან ერთმანეთს. ფერდობზე თანმიმდევრულად განლაგებული ნიადაგი წარმოადგენს ნიადაგების ჯაჭვს ან კატენას. ესენი იდენტურია ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე განლაგებული ნიადაგისა და განსხვავდებიან იმით, რომ ვითარდებიან სხვადასხვა დაქანების ფერდობზე. ნიადაგური კატენების თავისებურება დამოკიდებულია გაბატონებულ პროცესზე – ეროზიაზე ან შიდანიადაგურ ჩამონადენზე. კატენა იცვლება აგრეთვე დედაქანის ხასიათის მიხედვით. შიდა ქართლში, თბილისის მიდამოებში ხშირია შემდეგი სახის კატენა: ამაღლებულ გავაკებულ ფართობებზე ფორმირდება ყავისფერი გამოტუტული ან ტიპური ნიადაგი, ფერდობებზე – ყავისფერი კარბონატული და მთის ძირებში და გავაკებულ ადგილებში – მდელოს ყავისფერი ნიადაგი.

სუსტად დრენირებულ ადგილებში ნიადაგის ევოლუციაში შესამჩნევ როლს თამაშობს რელიეფის დონის განსხვავება. გრუნტის წყლის სხვადასხვა დონე მჭიდროდაა დაკავშირებული რელიეფის პირობებთან: ვაკეებსა და დაბლობებში გრუნტის წყლის დონე მუდმივია, გავაკებულ ადგილებში მძიმე ნიადაგზე ხშირია წყალზეობა, რომელიც იკვებება ატმოსფერული ნალექებით. გარკვეულ პირობებში რელიეფი ხელს უწყობს გადატენიანებას. ზედაპირული ჰიდრომორფიზმი დამახასიათებელია ზედაპირიდან წყალგაუმტარი ნიადაგისთვის; ნიადაგი გაჯერებულია წყლით კაპილარული დატენიანებით, მაგრამ არ ქმნის ნიადაგის წყლების გამოხატულ დონეს. ზედაპირული წყალგაუმტარობა შეიძლება შეიქმნას ორი მიზეზით: *ტოპოგრაფიული* – დადაბლებებში ბზარიანი დედაქანის კოლმატაჟით მისი წვრილი თიხით შევსებისას (ამის გარდა, დადაბლებები ხშირად ასრულებენ წვიმის წყლების კოლექტორის როლს); *პეტროგრაფიული* – წყალგაუმტარობა, დაკავშირებული მკვრივი ან თიხიანი დედაქანის არსებობასთან. წვრილი ფრაქციების გვერდითი შემოტანა უმნიშვნელო როლს თამაშობს, ან არ აღინიშნება. ამ შემთხვევაში რელიეფი გავლენას ახდენს ჰიდრომორფიზმის ხარისხზე, იწვევს ზედა ნაკეთის დრენირებას და ქვემოთ წყლის აკუმულაციას. უნდა აღინიშნოს, რომ არსებობს მრავალი გარდამავალი შემთხვევა და ხშირად ჰიდრომორფიზმის ორივე მიზეზი ახდენს თავის გავლენას.

მცენარეულობა ნიადაგის ევოლუციაზე გავლენას ახდენს ოთხი გზით:

მ ი ს მ ი ე რ შ ე ქ მ ნ ი ლ ი მ ი კ რ ო კ ლ ი მ ა ტ ი თ. ტყე იცავს ჰუმუსს თავისი ჩრდილის და ტენის მომტანი ვარჯით. ტყის განადგურების შემდეგ ჰუმუსი სწრაფად იშლება, რადგანაც ღია ადგილებში ძლიერი სინათლის ზემოქმედება იწვევს ცელილებებს ორგანული ნივთიერების სტრუქტურაში.

ფ ე ს ვ თ ა ს ი ს ტ ე მ ი ს გ ა ვ ლ ე ნ ი თ, რომელიც განლაგებულია სხვადასხვა სიღრმეზე. ხის ფესვთა სისტემის ღრმა ჩაღწევა ხელს უწყობს ტყის საბურველის ქვეშ წყლის დაღმავალ დინებას, რაც იწვევს გამორეცხვის პროცესებს. ნიადაგში მდელოების ქვეშ, სადაც ბალახების ფესვები უფრო ახლოს არიან ზედაპირთან, ვიდრე ტყეში, გამორეცხვის პროცესები საკმაოდ სუსტადაა გამოხატული. ტყის ქვეშ გამოფიტვა აგრეთვე ხდება უფრო სწრაფად და აღწევს უფრო დიდ სიღრმეს, ვიდრე მდელოს ქვეშ.

მ ც ე ნ ა რ ე უ ლ ო ბ ი ს მ ი ე რ პ რ ო დ უ ც ი რ ე ბ უ ლ ი ჰ უ მ უ ს ი თ. ორგანული ნივთიერება არის გარდამავალი წარმონაქმნი ნიადაგის ცოცხალ და მინერალურ არეს შორის. მისი მეშვეობით პირველს გარკვეული მიმართულებით შეუძლია მოახდინოს ზემოქმედება მეორეზე. მცენარეულობა ჩამონაცვენის ხასიათით, მიკროფლორით და მიკროფაუნით ხდება ნიადაგის ჰუმუსის – ნიადაგწარმოქმნის ძირითადი აგენტის ფორმირება.

მცენარეულობის სახეებთან შედარებით შეიძლება ჰუმუსის სახეების კლასიფიცირება:

1. პარკოსნების ჰუმუსი, დიდი რაოდენობით შეიცავს აზოტს, დაშლა ძალიან სწრაფია;
2. მარცვლოვანი მდელოების ჰუმუსი, სუსტად მჟავე, დაშლა სწრაფია;
3. ფოთლოვანი ტყის ჰუმუსი, საშუალოდ მჟავე, დაშლა საკმაოდ სწრაფია;
4. წიწვიანი ტყის ჰუმუსი, ძალიან მჟავე, დაშლა ნელია.

ცნობილია, რომ ჰუმუსის სხვადასხვა სახე შეიცავს არაერთგვაროვან ჰუმუსოვან ნივთიერებას, რომელიც განსხვავებულად ახდენს ზემოქმედებას ნიადაგწარმოქმნაზე.

ეროზიისგან დაცვის სხვადასხვა ეფექტურობით. ტყის მცენარეულობა უკეთ იცავს ნიადაგს, ვიდრე მდელოს და სტეპის; გაშიშვლებული და ათვისებული ნიადაგი უფრო განიცდის ეროზიას. საერთოდ, ტყის ქვეშ ფორმირდება გენეზისური მოსაზრებით უფრო განვითარებული ნიადაგი.

ბუნებრივი მცენარეული ასოციაციების უმეტესი ნაწილი არსებობს შეკრულ ციკლში; მცენარეული ნარჩენები უბრუნებენ ნიადაგიდან აღებულ ფუძეებს აზოტს, ფოსფორს, მაგრამ ეს ციკლი არ იზღუდება მხოლოდ კვების ელემენტებით, ის განაპირობებს აგრეთვე წყლის რეჟიმს და კოლოიდების მიგრაციას; უზრუნველყოფს მუდმივ წონასწორობას A და B ჰორიზონტების შემადგენლობასა და თვისებებს შორის. სხვანაირად რომ ვთქვათ, ის განაპირობებს ნიადაგის პროფილის არსებობის მუდმივობას და მდგრადობას. მცენარეულობის ასოციაციების სხვადასხვა ტიპს შორის შესწავლილმა ბიოლოგიურმა ციკლმა გამოავლინა მრავალი საინტერესო ფაქტი. ფოთლოვან ტყეში წლიური ჩამონაცვენით ნიადაგს უბრუნდება თავიდან აღებული კვების ელემენტების 80-90%. წიწვიანი ტყის ფესვები ნიადაგს უბრუნებენ წიწვების ჩამონაცვენის კვების ელემენტების 70%.

მცენარეულობის უმრავლეს ასოციაციაში აღინიშნება ორმაგი ბიოლოგიური ციკლი: სწრაფი (რამდენიმე დღე), რომლის დროს ნივთიერება რჩება ხსნად მდგომარეობაში და წვიმები თამაშობენ დიდ როლს. ეს ციკლი ედება უფრო ნელ (თანდათანობით, გარდამავალ) ციკლს, რომელშიც მკვდარი საფარი და ჰუმუსი წარმოქმნიან გარდამავალ ფორმას და ქმნიან მეტ-ნაკლებად სწრაფად განთავისუფლებული კვების ელემენტების მარაგს.

სწრაფი ციკლი შედგება ორი ფაზისგან:

1. ნიადაგში ხსნადი ნივთიერების ფაზა, რომლის დროს ნივთიერებები გამოიტანება წვიმებთან ერთად;
2. ხსნადი ნივთიერებების სწრაფი რეაბსორბციის ფაზა, როდესაც ხდება მცენარეული წვენების აწევა ღეროთი ფოთლებამდე. ეს აწევა ხშირად ხორციელდება სისწრაფით 30 სმ/წმ.

თანდათანობითი ციკლი, რომელიც დაკავშირებულია ჰუმუსში მარაგების ნანილობრივ შენარჩუნებასთან. ეს ხან უფრო სწრაფი, ხან უფრო ნელი ციკლი დამოკიდებულია კვების ელემენტების იმ რაოდენობაზე, რომელიც არის ჰუმუსის ახლად წარმოქმნილ შემადგენელ ნანილში და რომელიც იშლება საკმაოდ ნელა. აღნიშნული ციკლი მერყეობს ჰუმუსის ტიპის მიხედვით; ამის გარდა, ციკლი შეიძლება გართულებულ იქნეს კატიონების გამორეცხვის მოვლენებით.

ზოგიერთ ნიადაგში კვების ელემენტების ციკლი ლოკალიზებულია ჰუმუსოვან ჰორიზონტში, სხვა შემთხვევაში – ის მოიცავს მთელ პროფილს.

მოვიყვანოთ სამი მაგალითი.

ნაძვნარი გაეწერებულ ყომრალ ზე (ბაკურიანის მიდამოები). ციკლი ნელია, კვების ელემენტის უმრავლესობა გროვდება ძნელად შესათვისებელი ფორმით ჰორიზონტ A_0 ფარგლებში; მერქნიანი ფესვების გარკვეული მასა თავმოყრილია ჰორიზონტში A_1. ამავე ჰორიზონტით იზღუდება კატიონების და აზოტის ციკლი, მაშინ როდესაც, დედაქანი ხეების კვებაში იძენს სულ უფრო ნაკლებ მნიშვნელობას.

ფოთლოვანი ტყე ლესივირებულ ყომრალზე (ლაგოდეხის მიდამოები). ციკლი სწრაფია, ჰუმუსი სწრაფად იშლება. სწრაფად განთავისუფლებული კატიონები და ამიაკური აზოტი ნაწილობრივ ფიქსირდებიან (გაცვლით ფორმაში) ჰორიზონტ A_1, თიხნარ-ჰუმუსოვან კომპლექსში, ნაწილობრივ გამოირეცხებიან და გროვდებიან ქვემოთ თიხიან ჰორიზონტ B. სადაც თავმოყრილია ფესვების საკმაო რაოდენობა. ამგვარად, აღინიშნება გაცვლითი კატიონების შემცველობის ორი მაქსიმუმი – ჰორიზონტები A_1 და B. ზაფხულობით ჰორიზონტში B წყლის მარაგი იზრდება. კვების ელემენტების ციკლი მოიცავს მთელ პროფილს.

სტეპის მცენარეულობა შავმინაზე (წალკის მიდამოები). ორგანული ნარჩენების სწრაფი მინერალიზაცია და მკვდარი ფესვების განსაკუთრებით დიდი მასა განაპირობებს ფუძეების და აზოტის დიდი რაოდენობით შემცველობას. განთავისუფლებული ელემენტების უდიდესი ნაწილი მაშინვე გამოიყენება მიკროორგანიზმებით, რომლებიც ხელს უწყობენ თიხებთან დაკავშირებული ჰუმუსოვანი ნივთიერებების დიდი რაოდენობით ფორმირებას. ნივთიერებები შემდგომ თანდათანობით თავისუფლდება. მარაგების დაგროვება, როგორც პირველ შემთხვევაში, მნიშვნელოვანია, მაგრამ უხეში ჰუმუსისგან განსხვავებით, ეს დაგროვება წარმოადგენს მიკროორგანიზმების აქტიურობის შედეგს, რაც ხელს უწყობს ნიადაგის მინერალურ ნაწილში კვების ელემენტების დაგროვებას მაძღარი თიხიან-ჰუმუსოვანი კომპლექსების ფორმით.

უ. დომერგუესის მიერ ნაჩვენები იყო კლიმატის გავლენა ბიოლოგიური ციკლის სისწრაფეზე ზომიერი სარტყლის და ტენიანი ტროპიკული ტყის ციკლების შედარების გზით. ტროპიკულ ტყეში ყოველწლიურად 2-4 ჯერ მეტი მცენარეული ნარჩენი ბრუნდება ნიადაგში, ხოლო მინერალიზაციის სისწრაფე 5-10 ჯერ მეტია; ჰუმუსის სახით მარაგების დაგროვება აქ შეიძლება იყოს ნაკლები, ვიდრე ზომიერი ზონის ტყეში.

ადამიანი მცენარეულობის ხასიათის რადიკალური შეცვლით ძლიერ ზემოქმედებას ახდენს ნიადაგის ევოლუციაზე. ტყის გაჩეხვით ადამიანს შეუძლია ნარმართოს ნიადაგის ევოლუცია რეგრესისკენ და, პირიქით, – ტყის რაციონალური გაშენებით, გააუმჯობესოს ნიადაგი. ნიადაგის გაკულტურებისას ადამიანი უშუალოდ მოქმედებს ნიადაგის ევოლუციაზე. ნიადაგის დამუშავება ერთსა და იმავე სიღრმეზე ქმნის ერთგვაროვან ზედა ნიადაგურ ჰორიზონტს და სრულებით ცვლის ჰუმუსის ხასიათს. გაკულტურებულ ჰორიზონტს აქვს თანაბარი ყომრალი ან შავი შეფერილობა მკვეთრი ქვედა საზღვრით. გაკულტურების დროს ქვედა ჰორიზონტები ნაკლებად განიცდიან ცვლილებას. პირველ რიგში ეხება იმ ჰორიზონტებს, რომლებიც უშუალოდ არიან სახნავი ჰორიზონტის ქვეშ. ჰორიზონტები გამდიდრებულია თიხით და ჰუმუსით, მათში აღინიშნება ჰუმუსოვანი შავი აფსკები, რომლებიც დაკავშირებულია ბზარებთან, ფესვების და ჭიაყელების სვლებთან. შეიძლება დავუშვათ, რომ ზოგიერთმა ღონისძიებამ (მინერალური სასუქების შეტანა, ინტენსიური დამუშავება) მოახდინა ჰორიზონტ B-ში არა მარტო თიხის ნაწილის, არამედ ორგანული ნივთიერების მობილიზება.

მსხვილი ნიადაგური ჯგუფები ნათლად ამჟღავნებენ განედურ და ვერტიკალურ ნიადაგურ ზონალობას. მცენარეულობის ზონას და სარტყელს შეესაბამება ნიადაგის ზონა და სარტყელი, რომლებიც ხასიათდება ჰუმუსის ერთი და იმავე ტიპით და

ნიადაგწარმოქმნის საერთო მიმართულების ტენდენციით, რაც დამოკიდებულია დედაქანზე (ნიადაგის ანალოგი სხვადასხვა ქანზე).

ადამიანის ჩარევა არღვევს საწყის წონასწორობას და წარმოქმნის მის ახალ მდგომარეობას. მეორადი ასოციაცია, რომელიც ხასითდება დეგრადირებული ნიადაგით, ზოგან იცვლება კლიმაქსურით. ნიადაგი უფრო მეტად დამოკიდებულია დედაქანის ხასიათზე.

დაბოლოს, არსებობს ნიადაგის მესამე კატეგორია, რომელიც უფრო მჭიდროდ არის დაკავშირებული დედაქანთან. ლაპარაკია ნიადაგზე, რომლის ნორმალური კლიმაქსური წონასწორობა დარღვეულია მათი მდებარეობის თავისებურებებით; ესაა ფერდობების მუდმივად გაახალგაზრდავებული ნიადაგი ან ინტრაზონალური ნიადაგი, რომლის წარმოქმნა განპირობებულია დედაქანის განსაკუთრებული თვისებით ან რელიეფით. პირველებისთვის დამახასიათებელია პიონერული მცენარეული ასოციაციები, რომლებიც ამ პირობებში მუდმივებიც არიან. მეორენი დასახლებულია სპეციალიზებული ასოციაციებით. ამ შემთხვევაში კლიმატური მცენარეულობის დამაგრებას ხშირად აფერხებს ადგილმდებარეობის ფიზიკური თავისებურებანი, რომლებიც ქმნიან განსაკუთრებულ მიკროკლიმატს. მცენარეულობას დედაქანის ქიმიურ შემადგენლობაზე ჰუმუსის ზემოქმედებით არ შეუძლია შეცვალის ნიადაგის არახელსაყრელი ფიზიკური თვისებები. ზოგიერთ შემთხვევაში დედაქანის ქიმიური თავისებურებანი აფერხებენ კლიმაქსური ნიადაგის განვითარებას. მაგალითად, ჰალოფიტური ასოციაციები ბიცებზე და დიდი რაოდენობით სპილენძის, მანგანუმის შემცველი ზოგიერთი სპეციალიზებული ასოციაცია.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნული შეიძლება გამოისახოს შემდეგი სქემით:

გაბატონებული ეკოლოგიური ფაქტორი	ნიადაგი	ასოციაცია
კლიმატი	ანალოგიური	კლიმატური
ადამიანის ზემოქმედება	დეგრადირებული	დეგრადირებული (მეორადი)
რელიეფი	განუვითარებული	პიონერული
სხვა თავისებურებანი (დედაქანი და სხვ.)	ინტროზონალური	სპეციალიზებული

საქართველოს თანამედროვე ნიადაგური საფარი საკმაოდ ჭრელია. მისი ასაკი იმ ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების კატაკლიზმების თანხვედრილია, რომლებსაც ადგილი ჰქონდა ქვეყნის ტერიტორიაზე (კავკასიონის ქედი, მცირე კავკასიონი და მათ შორის მდებარე მთათაშორისი ბარი).

თანამედროვე წარმოდგენებით (ჯანელიძე, 1980; გობეჯიშვილი, 2009) მეოთხეული გამყინვარების უკანასკნელი ეტაპი – ვიურმული მყინვარული ეპოქა, აბსოლუტური ასაკის განსაზღვრის ფიზიკური მეთოდების გამოყენებით, დაიწყო დაახლოებით 65-70 ათასი წლის და დამთავრდა 15-16 ათასი წლის წინ. კლიმატური პირობების ხასიათის გათვალისწინებით ვიურმული ეპოქა სამ ფაზად იყოფა: ადრეულის ვიურმი (70 ათასი-50 ათასი წლის წინანდელი დრო), შუა ვიურმი (50 ათასი-25 ათასი წლის წინანდელი დრო) და გვიანი ვიურმი (25 ათასი-16 ათასი წლის წინანდელი

დრო). ადრეული და გვიანი ვიურმის ფაზები ძალზედ ცივი კლიმატით ხასიათდებოდა. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა თანამედროვესთან შედარებით 5-8 °C ნაკლები იყო. შუა ვიურმში კლიმატი უფრო გრილი იყო, თუმცა, თანამედროვესთან შედარებით, უფრო მკაცრი. ადრეული და გვიანი ვიურმის ცივ ფაზებში კავკასიონის მთავარი ქედის და მასთან დაკავშირებული ბზიფის, ფანავის, სვანეთის, ლეჩხუმის, რაჭის, მთიულეთის, ქართლის და კახეთის შტო-ქედების, აგრეთვე აჭარა-თრიალეთის, არსიანის, აბულ-სამსარის და ჯავახეთის მთების კალთები ზ.დ. 2400-2800 მ მაღლა დაფარული იყო მუდმივი თოვლის, ფირნის და ყინულების ერთიანი საფრით. ზოგიერთი ხეობის (ბზიფი, ენგური, რიონი და სხვ.) ძირზე მყინვარები კიდევ უფრო დაბლა – ზ.დ. 900-1500 მ სიმაღლემდე ეშვებოდნენ. ვიურმული გამყინვარების მასშტაბების გათვალისწინებით, აღნიშნულ მთათა ფერდობები ზ.დ. 1900-2000 მ მაღლა წარმოადგენდა სუბნივალურ და ნივალურ სარტყლებს. ალპური და სუბალპური მდელოების და მდელო-ბუჩქნარების ზონები, ვიურმული გამყინვარების ცივ ფაზებში განლაგებული იყო თანამედროვე ტყის შუა და ზედა სარტყლების ადგილზე – ზ.დ. 1000-1300 მ სიმაღლეზე. ტყის სარტყელი ზემოთ აღნიშნულ ქედებზე ზ.დ. 900-1000 მ დაბლა მდებარეობდა.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ვიურმულ მყინვარულ ეპოქაში ზღვის დონიდან 1000 (1300) მ-დან 2400 (2800) მ-მდე გავრცელებული იყო მაღალმთიანეთის ზონა მთა-მდელოს ტიპის ნიადაგებით, რომლებსაც შესამჩნევად უნდა ჰქონოდათ მზრალობის მახასიათებლები.

1000 (1300) მეტრის ქვემოთ, ამ დროს ტყის სარტყელში შეიქმნა ყომრალი ნიადაგების განვითარების პირობები, მაგრამ სურათი ალბათ უფრო რთული იყო, რადგანაც ამ სიმაღლეების ქვემოთ გავრცელებული იყო მთისწინები ან დახრილი ვაკეები, წინა თბილ ეპოქებში განვითარებული ნიადაგების სხვადასხვა ხარისხით შენარჩუნებული ნიშნებით. ამის მაგალითს წარმოადგენს თითქმის ყველა ნიადაგი (კირქვებზე განვითარებულ ნიადაგებს გარდა). მაგალითად, წითელმიწები აჭარაში და გურიაში, რომლებიც არ არიან თანხვედრილი თანამედროვე ბიოკლიმატურ პირობებს და მათი გენეზისური თავისებურებანი უკავშირდება მხოლოდ გამფიტვის ქერქს, რომელიც არის პალეოგენ-ნეოგენის (25-55 მილიონი წლის წინანდელი დრო) და მეოთხეული პერიოდის (უკანასკნელი 700 000 წელი) ვულკანოგენურ- (პორფირიტული) კონტინენტური და ზღვიური წარმოშობის ქანებზე წარმონაქმნი. მეორე მაგალითი ეხება სამეგრელოს ძველ ზღვიურ ტერასებზე, მათ შორის მდინარეების – ენგურის და ტეხურის ხეობებს შორის განვითარებულ სუბტროპიკულ ეწერს. ეს ნიადაგი ძირითადად განვითარებულია ზედაპლიოცენის (1,5-5 მილიონი წელი) და ქვედა მეოთხეულის (0,7-0,8 წელი) ზღვიური და კონტინენტალური (ძირითადად ალუვიური) ნალექების გამოფიტვის ქერქზე. სუბტროპიკულ ეწერს აქვს რთული პოლიგენეტიკური პროფილი. ნიადაგის მთელი რიგი მახასიათებელი არ არის კორელაციაში თანამედროვე ბიოკლიმატურ პირობებთან.

ძველი გეოლოგიური ეპოქების ადეკვატურად საქართველოს მთელ რიგ რეგიონებში ნიადაგის პროფილში გვხვდება რელიქტური ნიადაგწარმოქმნის ნიშნები. მათ რიცხვს მიეკუთვნება გურიის მთების დაბალ გავაკებულ თხემებზე განვითარებულ ნიადაგში საკმაოდ მძლავრი გაეწერებული ჰორიზონტის, ან ცივ-გომბორის ქედის გავაკებულ კალთებზე გურჯაანის მიდამოებში ყავისფერ ნიადაგში კარბონატული ბუნების საკმაოდ დიდი თეთრი თვლების არსებობა. მსგავსი მაგალითი დაფიქსირ-

და ბაზალეთის ტბის მიდამოებში. რელიქტური ბუნებისაა წითელი ფერის წვრილმიწიანი ლინზები ყავისფერ (მცხეთის მიდამოები) და ყომრალ (ლაგოდეხი. ყვარელი) ნიადაგში.

მეოთხეული გამყინვარება არ შეხებია საქართველოს მთათაშორის დეპრესიას – კოლხეთის ვაკე-დაბლობს, შიდა და ქვემო ქართლის ვაკეს, ალაზნის ვაკეს და მათთან მოსაზღვრე დაბალ მთებს (გომბორის ქედი, კვერნაკის სერი, საგურამოს ქედი და სხვ.), აგრეთვე ჯავახეთის ვულკანურ პლატოს (ახალქალაქის პლატო, წალკის ქვაბული და სხვ.). ზემოთ აღნიშნული ვაკის და პლატოს ზედაპირის უდიდესი ნაწილი დაფარულია შედარებით ახალგაზრდა ალუვიური, ალუვიურ-პროლუვიური, პროლუვიურ-დელუვიური ნაფენით. ამ ნაფენით აგებულია მდინარის ჭალისზედა პირველი ტერასა (5-10 მ), რომელიც არის დათარიღებული ჰოლოცენის ეპოქით. იგივე ნალექი მონაწილეობს ჭალისზედა მეორე (20-25 მ) და ჭალისზედა მესამე (40-50 მ) ტერასების აგებულებაში, რომელთა ასაკი ზედაპლეისტოცენით (ზედამეოთხეული) არის განსაზღვრული. უფრო მაღალი ტერასები (IV, V, VI და VII) დათარიღებულია შუა და ქვედა მეოთხეულით.

გვიანი ეიურმის გამყინვარების ფაზა დამთავრდა დაახლოებით 16000 წლის წინ. გამყინვარების ფაზა შეცვალა გვიანმყინვარულმა ეპოქამ. ამ დროს დაიწყო კლიმატის მკვეთრი გლობალური დათბობა, რამაც გამოიწვია კონტინენტური და მთის მყინვარების ინტენსიური დნობის და უკანდახევის პროცესი. გვიანმყინვარული ეპოქა გაგრძელდა დაახლოებით 12000-12500 წლის წინანდელ დრომდე – როცა დასრულდა ვიურმული გამყინვარების ფართომასშტაბიანი დეგრადაციის პროცესი და დაიწყო გამყინვარების მომდევნო ხანა ანუ ჰოლოცენი.

გეომორფოლოგიური, გლაციოლოგიური და პალეობოტანიკური გამოკვლევის საფუძველზე, რომელიც შესრულებულ იქნა რადიონახშირბადული მეთოდის გამოყენებით, მიღებული თარიღების გათვალისწინებით, ჰოლოცენის ეპოქა დაყოფილია შემდეგ ქრონოსტრატიგრაფიულ ერთეულებად:

1. სუბარქტიკული პერიოდი – 10 000-12 000 წლის წინანდელი დრო – ადრეული ჰოლოცენი;
2. ბორეალური პერიოდი – 8 000-10 000 წლის წინანდელი დრო – ქვედა ჰოლოცენი;
3. ატლანტური პერიოდი – 5 000-8 000 წლის წინანდელი დრო – შუა ჰოლოცენი;
4. სუბბორეალური პერიოდი – 2 500-5 000 წლის წინანდელი დრო – გვიან ჰოლოცენსა და შუა ჰოლოცენს შორის გარდამავალი ეტაპი;
5. სუბატლანტიკური პერიოდი – უკანასკნელი 2 500 წელი – გვიანი ჰოლოცენი.

სუბატლანტიკური პერიოდი ხასიათდებოდა თანამედროვესთან შედარებით გრილი კლიმატით;

სუბბორეალურ პერიოდში შეიმჩნებოდა თანამედროვესთან შედარებით უფრო ცივი და უფრო თბილი კლიმატური ფაზების მორიგეობა;

ატლანტიკური პერიოდი გამოირჩეოდა თანამედროვესთან შედარებით კლიმატის საგრძნობი დათბობით და მაღალი სინოტივით;

ბორეალურ პერიოდში კლიმატი თანამედროვესთან შედარებით უფრო გრილი და ნოტიო იყო;

ჰოლოცენის დასაწყისში – სუბარქტიკული პერიოდი ხასითდებოდა თანამედროვესთან შედარებით უფრი გრილი კონტინენტური კლიმატით, რომლის საერ-

თო ფონზე ადგილი ჰქონდა მცირე მასშტაბის ხანმოკლე ცივი და თბილი ფაზების მორიგეობას.

ჰოლოცენის ეპოქის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ კავკასიონის, აჭარა-თრიალეთის, სამსარის და ჯავახეთის ქედების კალთებზე, სულ ცოტა, 1000-1200 მეტრის ზემოთ განვითარებული ნიადაგი შედარებით ახალგაზრდაა და მისი ასაკი არ აღემატება 10 000- 12 000 წელს.

ატლანტურ პერიოდში მთავარი კავკასიონის კალთებზე ადგილი ჰქონდა ბუნებრივი სარტყლების აწევას, სულ ცოტა, 300-400 მეტრით. ეს დასტურდება არა მარტო გეომორფოლოგიური ფაქტებით, არამედ ნიადაგურ საფარზე დაკვირვებებით. თერგის ხეობაში 2300-2400 მეტრის სიმაღლეზე და მის ზემოთ გვხვდება ყომრალი ნიადაგების ნიშნები (კაკლოვანი სტრუქტურა პროფილის შუა ნაწილში, სტრუქტურული ერთეულების კიდეებზე თიხიანი აფსკები და სხვ.).

1000 მ ქვემოთ ჰოლოცენის ეპოქაში მიმდინარე ფიზიკურ-გეოგრაფიულმა ცვლილებებმა რაიმე არსებითი გავლენა ნიადაგურ საფარზე არ მოახდინა.

უკანასკნელი 2500-1000 წლის განმავლობაში ჩამოყალიბდა ნიადაგური საფრის თანამედროვე იერი. სუბატლანტიკური პერიოდის მეორე ნახევარი (1000 (2000) – 0 წელი) შეიძლება გამოყოფილ იქნეს, როგორც ნიადაგის და ნიადაგური საფრის ევოლუციის განსაკუთრებული ანტროპოგენური ეტაპი. ცნობილი მეცნიერის, ნობელის პრემიის ლაურეატის ა. კრუტენის აზრით, ჰოლოცენის უკანასკნელი ეპოქა (დაახლოებით 1780 წლიდან) გამოიყოფა ანტროპოცენის სახელწოდებით. სწორედ მაშინ კაცობრიობის ცხოვრებაში საბოლოოდ დამკვიდრდა ორთქლის ძრავების მანქანადანადგარები (მაგ., ორთქმავალი), რამაც თანდათანობით განაპირობა გარემოზე განსაკუთრებული ზემოქმედება.

უახლოესი 25-50 წლის განმავლობაში კლიმატის შესაძლებელმა გლობალურმა ცვლილებამ (მათ შორის სათბურის ეფექტის გავლენით) შეიძლება გამოიწვიოს რადიკალური ცვლილება ნიადაგურ საფარში.

ნიადაგების და ნიადაგური საფრის ევოლუციის შესასწავლად იყენებენ კვლევის სხვადასხვა მეთოდს.

ნიადაგური პროფილის გენეზისური ანალიზი მდგომარეობს პროფილის დეტალურ მრავალმხრივ შესწავლაში და სხვადასხვა ნიშნის თანმიმდევრულ რეკონსტრუქციაში. ამ ანალიზში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ნიადაგის დამახასიათებელი თვისების და ნიშნის შესაბამისობის დადგენას თანამედროვე ან წარსულ გეოგრაფიულ პირობებთან. ნიადაგის პროფილში ამა თუ იმ რელიქტური ნიშნის არსებობა მეტყველებს, რომ მოცემულმა ნიადაგმა გაიარა ნიადაგწარმოქმნის გარკვეული სტადია, რომელიც განსხვავდება ამჟამად არსებული პირობებისგან. რელიქტური მაჩვენებლის რიცხვს მიეკუთვნება ყომრალი ნიადაგის ნიშანი (კაკლოვანი სტრუქტურა პროფილის შუა ნაწილში, სტრუქტურული ერთეულების კიდეებზე თიხიანი აფსკები და სხვ.) თანამედროვე მაღალმთიანეთში. ანალიზების შედეგების გენეზისურ-ევოლუციური ინტერპრეტაცია არაერთგვაროვანია და იძლევა საშუალებას, განვიხილოთ მეტ-ნაკლებად დასაბუთებული ჰიპოთეზები ნიადაგწარმოქმნის არსზე და ცვლილებებზე.

სტაციონარული მეთოდი მდგომარეობს ნიადაგწარმოქმნის პროცესის შეცვლაზე უშუალო მრავალწლიურ დაკვირვებაში (მათ შორის, ნიადაგის წყლოვანი, თბური, დამლაშების და გაზის რეჟიმი, ნიადაგური ხსნარის შემადგენლობის რეჟი-

მი და სხვ.) ნიადაგის შედარებით მცირე ერთგვაროვან ნაკვეთზე (სტაციონარზე) ეს მეთოდი იძლევა ინფორმაციას ნიადაგწარმოქმნის ნლიური ციკლის შესასწავლად, მაგრამ დაკვირვების დრო ძალიან მცირეა ნიადაგის საერთო ევოლუციის საკითხების გადასაწყვეტად. რეჟიმული დაკვირვებები ყველაზე მეტად გამოსაყენებელია ანთროპოგენური საქმიანობის (მორწყვა, დაშრობა, ქიმიური მელიორაცია და ა.შ.). ზეგავლენით ნიადაგის თვისებების ევოლუციური ცვლილებების შესასწავლად.

განმეორებითი გადაღებები და კვლევები ერთი და იმავე ობიექტის, დროის გარკვეული მონაკვეთის შემდეგ, წარმოდგენას იძლევა ნიადაგის და ნიადაგური საფრის ევოლუციის შესახებ, რომელიც გამოწვეულია ბუნებრივი პირობების შედარებით სწრაფი ცვლილებით და აგრეთვე სხვადასხვა სახის მელიორაციის და ანთროპოგენური ზემოქმედებით. ნიადაგის ევოლუციის შესასწავლად არსებითი მნიშვნელობა აქვს ცალკეული ობიექტის განმეორებით (10-15 წლის ინტერვალით) ნიადაგურ და აგროქიმიურ კარტირებას.

მოდელირების მეთოდი მდგომარეობს ნიადაგში მიმდინარე სხვადასხვა მოვლენის და პროცესის ხელოვნურ ექსპერიმენტულ აღწარმოებაში. ექსპერიმენტი შეიძლება იყოს როგორც ლაბორატორიული, ისე საველე. ლაბორატორიული ექსპერიმენტის მაგალითს წარმოადგენს რიგი ავტორის მცდელობა, მოახდინონ ლაბორატორიულ პირობებში მინერალური ნიადაგური მასის გალებების პროცესის იმიტაცია. საველე ექსპერიმენტის მაგალითია დაკვირვება ნიადაგის ევოლუციაზე, როგორც ამა თუ იმ აგრონომიული ღონისძიებების (მორწყვა, დაშრობა, მოკირიანება და ა.შ.) შედეგი.

არაგვის ხეობაში საველე ექსპერიმენტით შესწავლილი იყო ტყის სარტყელში ნიადაგის ევოლუციის საკითხები (თ. ურუშაძე, 1987). ამისათვის ფიჭვნარების (როგორც ადრეული ჰოლოცენის ეპოქის პიონერი ჯიში) ნიადაგი შედარებული იყო გვერდზე მზარდი მუხნარის ნიადაგთან (თანამედროვე პირობების მატარებელი).

ამჟამად მუშავდება ნიადაგების ევოლუციის მათემატიკური მოდელი ანუ მათემატიკური დამოკიდებულებით ნიადაგწარმოქმნის პროცესების აღწერა. პრობლემა საკმაოდ რთულია და იმყოფება გადაწყვეტის საწყის სტადიაზე.

შედარებით-გეოგრაფიული მეთოდი გულისხმობს გარკვეულ გეოგრაფიულ პირობებთან დაკავშირებული ნიადაგის სივრცობრივი რიგის გაიგივებას ნიადაგის დროში განვითარების რიგ თანმიმდევრულ სტადიასთან. ამასთან, უკანასკნელის ევოლუციის მიზეზს ხსნიან ნიადაგწარმოქმნის იმ ფაქტორის ევოლუციით, რომლის სივრცობრივი ცვლა შეესაბამება ნიადაგის მოცემულ სივრცობრივ რიგს.

ამასთან დაკავშირებით შეიძლება გამოიყოს ტ ო პ ო რ ი გ ე ბ ი ს მეთოდი, რომელიც გულისხმობს, რომ ნიადაგის განვითარება რელიეფის სხვადასხვა ელემენტზე განპირობებულია მათი ასაკით (ნიადაგის ცვლა რიგში ჭალა-მდინარეული ხეობების სხვადასხვა ასაკის ტერასა); ლ ი თ ო რ ი გ ე ბ ი ს მეთოდი – ნიადაგების შედარება, რომლებიც დაჯგუფებულია ევოლუციის დროს მათი ლითოლოგიური შედგენილობის შესაძლებელი ცვლილებების მიხედვით (ყომრალი მაძღარი-ყომრალი მჟავე-ყომრალი გაეწრებული); ბ ი ო რ ი გ ე ბ ი ს მეთოდი – ბიოტის გარდა ნიადაგწარმოქმნის ყველა ფაქტორებით იდენტური ნიადაგის შედარება (ნიადაგის შეცვლა ტყის გაჩეხვის შემდეგ და სხვ.); კ ლ ი მ ა ტ უ რ ი რ ი გ ე ბ ი ს მეთოდი, რომელიც იხილავს სხვადასხვა კლიმატურ პირობაში ფორმირებულ ნიადაგს, როგორც ევოლუციურ რიგს.

შედარებით-გეოგრაფიული მეთოდი არის კორელაციური, გარკვეული ნიადაგური ტიპის არსებობის კავშირების დადგენის მიზნით, რომელსაც აქვს ცნობილი თვისებები და შემადგენლობა გარკვეულ გეოგრაფიულ პირობებში.

მაგრამ კავშირების სირთულის და მრავალმხრივობის გამო, მეთოდი არ იძლევა ზუსტ და ცალსახა პასუხს ნიადაგის გენეზისის და ევოლუციის შესახებ. მისი გამოყენება უნდა ხდებოდეს ნიადაგის კვლევის სხვა მეთოდებთან ერთად.

შედარებითი ქრონოლოგიური მეთოდი მდგომარეობს ერთნაირ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში ფორმირებული, მაგრამ ასაკით განსხვავებული ნიადაგის თვისებების შედარებაში. რ. განსენმა ჩრდილოეთ ევროპაში შეისწავლა ენერები, რომლებიც განვითარებული იყო სხვადასხვა ასაკის დათარიღებულ დიუნებზე. დიუნებზე, რომლებიც წარმოიქმნა 300 წელზე ნაკლები დროის მანძილზე, ენერი ჰორიზონტის სიმძლავრე შეადგენდა 0,5-9 სმ, 200-1700 წლის ასაკის დიუნებზე – 20 სმ, ხოლო უფრო ძველ დიუნებზე (5000-7000 წელი) – 30 სმ.

კვლევის ობიექტად შეიძლება იყოს არა მარტო დღის ნიადაგი (დღის ქრონორიგი) – ნიადაგი სხვადასხვა ასაკის დიუნებზე, ნიადაგი, რომელიც განსხვავდება ანთროპოგენური გამოყენების ხანგრძლივობით და სხვ., არამედ ნამარხი ნიადაგი (ნამარხი ქრონორიგი) –ნაყარების ნიადაგი და სხვ. ევოლუციის ხასიათის აღსადგენად ნამარხი ნიადაგის შესასწავლად საჭიროა მათი ცვლილებების შესწავლა დიაგენეზის პროცესში.

ქრონორიგების მეთოდის ერთ-ერთი სახეობაა ნ ი ა დ ა გ უ რ - ა რ ქ ე - ო ლ ო გ ი უ რ ი მეთოდი. ის მდგომარეობს ნიადაგის შესწავლაში დათარიღებული არქეოლოგიური ძეგლების დახმარებით (ყორღანი, მიწაყრილი და ა.შ.). ამასთან, ისწავლება ნაყარების, ამოჭრილების და ნამარხი ნიადაგი. ნამარხი ნიადაგის შედარება თანამედროვე ფონურთან იძლევა ნიადაგში სხვადასხვა ნიშნის ცვლილების სისწრაფის და განვითარების მიმართულების დადგენის საშუალებას. მარნეულის რაიონში ყორღანების ქვეშ 2000-3000 წლის უკან (ბრინჯაოს საუკუნე) ნამარხი და თანამედროვე რიხ-ყავისფერი ნიადაგების შედარებითმა შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ამ პერიოდში ბუნებრივ პირობებში და ნიადაგში არსებითი ცვლილებები არ მომხდარა. თანამედროვე რუხ-ყავისფერ ნიადაგში აღინიშნება ნიადაგური პროფილის განმარილება. ნიადაგურ-მცენარეული საფარი გვიანი ჰოლოცენის განმავლობაში ხასიათდება ტერიტორიული სტაბილურობით.

ნიადაგურ-არქეოლოგიურმა მეთოდმა მიიღო ფართო განვითარება, მისი დახმარებით შექმნილია სხვადასხვა ბუნებრივი ზონის ნიადაგის ევოლუციის ჰიპოთეზები, ჩაისახა მეცნიერების ახალი მიმართულება – არქეოლოგიური ნიადაგმცოდნეობა (ეკოლოგიური არქეოლოგია).

პალეოგეოგრაფიული მეთოდი მდგომარეობს პალინოლოგიური (სპორა-ფსინის), კარნოლოგიური (თესლებით და მცენარეების ქსოვილების ნარჩენებით), პალეოზოოლოგიური, ფიტოლიტური და სხვა მეთოდების გამოყენებით გარემოს შეცვლაზე მიღებული პალეოგეოგრაფიული მონაცემებით ნიადაგწარმოქმნის შეცვლის რეკონსტრუქციაში.

ისტორიული მეთოდი მდგომარეობს ისტორიული წყაროებით (საარქივო დოკუმენტები, მატიანე, რუკები და ა.შ.) ნიადაგის წარსულ მდგომარეობაზე მონაცემების მიღებაში. ეს მეთოდი, ისევე როგორც პალეოგეოგრაფიული, არის ირიბი, რადგანაც ნიადაგზე მსჯელობენ ნიადაგწარმოქმნის სხვადასხვა ფაქტორის მონაცემებით.

ნიადაგის ევოლუციის პრობლემის შესწავლის დროს საჭიროა მიზანშეწონილად შეხამებული მეთოდების სისტემა.

დროში ნიადაგის შეცვლაზე საკითხის გამოკვლევის დროს დიდი მნიშვნელობა აქვთ მონაცემებს ნიადაგის ასაკის შესახებ.

ნიადაგების აბსოლუტური ასაკის განსაზღვრის ერთ-ერთი ძირითადი მეთოდია *რადიოლოგიური მეთოდი.* მისი გამოყენება ნიადაგმცოდნეობაში დაიწყო XX საუკუნის 50-60 წლებში. ეს მეთოდი დაფუძნებულია იმაზე, რომ ცოცხალ ორგანიზმებში განუწყვეტლივ მიმდინარეობს ატმოსფეროსთან რადიოაქტიური $^{14}CO_2$ ცვლა, რომლის გამო მისი შემცველობა ცოცხალ ორგანიზმებში და ატმოსფეროში დაბალანსებულია. ორგანიზმების კვდომის შემდეგ ეს გაცვლა (^{14}C ასიმილაციის ჩათვლით) წყდება, მაგრამ უკვე დაგროვილი ნახშირბადის რადიოაქტიური იზოტოპის დაშლა გრძელდება; ის როგორც მკვდარ ორგანულ ნაშთებში ^{14}C რაოდენობის, ისე დაშლის დროის პროპორციულია. რადიოაქტიური ნახშირბადის რაოდენობის განსაზღვრით ნიმუშებში, რომლებშიც CO_2 ატმოსფეროსთან აქტიური ბიოლოგიური გაცვლა შეწყდა რამდენიმე ხნის წინ, აგრეთვე, თუ ცნობილია ^{14}C ნახევრად დაშლის ხანგრძლივობა და 40-50 ათასი წლის განმავლობაში ატმოსფერული რადიონახშირბადის შემცველობის გათვალისწინებით, შეიძლება საკმაოდ მაღალი სიზუსტით გათვლილ იქნეს ნიმუშის აბსოლუტური ასაკი.

რადიოლოგიური მეთოდით ნიადაგის ასაკის დასადგენად ყველაზე ხშირად გამოიყენებენ ნახშირბადის რადიოაქტიურ იზოტოპს, რომელიც შედის ყველაზე მდგრად ჰუმუსოვან ნივთიერებათა ჯგუფში. ცნობილია აგრეთვე კირქვიან კონკრეციებში შემავალი რადიოაქტიური ნახშირბადის ასაკოვანი დათარიღება.

ლიტერატურაში მოტანილი ნამარხი ნიადაგის აბსოლუტური ასაკის დათარიღების მრავალრიცხოვანი შედეგი ამ მეთოდის მართებულობის საკმაოდ ფართო ინტერვალს იძლევა – ზედა საზღვრიდან (40-50 ათასი წელი) ყველაზე ძველი ნამარხი ნიადაგისთვის (გვიანმყინვარული), ყველაზე ახალგაზრდა (გამყინვარების შემდგომი), ნამარხი ნიადაგისთვის (რამდენიმე ათასი წელი).

რადიოლოგიური მეთოდით აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებში მდინარეულ ნაფენებში სხვადასხვა ასაკის ნამარხი ნიადაგის ასაკის საინტერესო მონაცემები მიღებული აქვს ჰ. ფონ სუხოდოლეცს (გერმანია).

ნამარხი ნიადაგის რადიოლოგიური დათარიღება საკმაოდ ზუსტად ემთხვევა სხვა, დამოუკიდებელი მეთოდებით (გეოლოგიური, არქეოლოგიური, ისტორიული) მიღებულ სარწმუნო ქრონოლოგიურ მონაცემებს.

თანამედროვე ნიადაგისთვის რადიოლოგიური მეთოდი იძლევა ასაკის საკმაოდ დიდ ინტერვალს: რამდენიმე ათასიდან ასეულ ათასამდე; ამასთან, ნიმუშების ასაკი ნიადაგის ზედა ჰორიზონტებიდან ყოველთვის ნაკლებია ქვემოთ მდებარე ჰორიზონტებთან შედარებით. სილრმით ნიადაგის ჰუმუსის ასაკის ზრდა აიხსნება ატმოსფერული მტვრის დალექვის შედეგად ნიადაგური სისქის ზრდით, ახალი ორგანული ნივთიერების დაგროვების შედეგად ზედა ჰორიზონტების ჰუმუსის „გაახალგაზრდავებით"; ნახშირბადული გაცვლის ინტესივობის შემცირებით და პროფილის ქვედა ნაწილში რელიქტური ნახშირბადის წილის გადიდებით.

ნახშირბადული გაცვლისთვის ნიადაგი არის ღია (თანამედროვე) და ღია-დახურული (ნამარხი) სისტემა, ხოლო ნიადაგური ორგანული ნივთიერება წარმოადგენს ნიადაგწარმოქმნის სხვადასხვა ეტაპის ჰუმუსწარმოქმნის პროდუქტის ჯამს.

ნიადაგში მუდმივად ხდება ჰუმუსის განახლება, ამიტომ რადიოლოგიური მეთოდით ნიადაგის ასაკის დადგენისას მისი სიდიდე ყოველთვის იქნება დაქვეითებული.

არსებობს ნიადაგის ასაკის განსაზღვრის არაპირდაპირი მეთოდი: ნიადაგის შესწავლაში მეტ-ნაკლებად ზუსტად დათარიღებულ წარმონაქმნებზე (ისტორიული ძეგლები, ყორღანები, სხვადასხვა ასაკის ტერასების სისტემები და სხვ.), თვით ნიადაგში ნაპოვნი პალეონტოლოგიური ან არქეოლოგიური ნარჩენები. ასეთ, სხვადასხვა ასაკის ობიექტებზე ნიადაგის შესწავლით შეიძლება წარმოდგენის მიღება როგორც ნიადაგწარმოქმნის სისწრაფეზე და მისი სხვადასხვა სტადიის თავისებურებებზე, ისე მისი განვითარების საერთო მსვლელობაზე.

ნიადაგმცოდნეობის განვითარების თანამედროვე ეტაპი ხასიათდება არა მარტო ნიადაგის გენეზისის და სივრცობრივი გავრცელების თავისებურებების, არამედ დროში ნიადაგის შეცვლის სულ უფრო ფართო კონკრეტული შესწავლით. ნიადაგის ევოლუციის გზის შესწავლა პროგნოზირების და ადამიანის, რომელიც ამჟამად გახდა ნიადაგწარმოქმნის და ნიადაგის ევოლუციის უმნიშვნელოვანესი ფაქტორი, მართებული ზემოქმედების საშუალებას იძლევა.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რა განსხვავებაა ნიადაგის განვითარებასა და ევოლუციას შორის?
2. დაახასიათეთ ნიადაგის ძირითადი თვისებები.
3. ნიადაგის ევოლუციის რა ტიპებს არჩევენ?
4. დაახასიათეთ ნიადაგის ევოლუციის ძირითადი ციკლები.
5. რა გზით ახდენს მცენარეულობა გავლენას ნიადაგის ევოლუციაზე?
6. რა მეთოდს იყენებენ ნიადაგების და ნიადაგური საფრის ევოლუციის შესასწავლად?

თავი 8. ნიადაგის გეოგრაფიული გავრცელების საერთო კანონზომიერებანი

დედამიწის ნიადაგური საფარი წარმოადგენს რთულ, იერარქიულად ორგანიზებულ ღია სისტემას. ნიადაგის სივრცობრივი განაწილების კანონზომიერება წარმოადგენს ყველა ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორის ურთიერთმოქმედების და მათი დროში შეცვლის შედეგს.

ნიადაგის გეოგრაფიის საერთო კანონზომიერება განპირობებულია ბიოკლიმატური, ლითოლოგიურ-გეომორფოლოგიური და ისტორიულ-გეოლოგიური ფაქტორით.

8.1. ნიადაგური საფრის შენების ბიოკლიმატური კანონზომიერებანი

ნიადაგური საფრის ფორმირების და შენების გლობალური, კლიმატურად განპირობებული კანონზომიერების გათვალისწინებით პირველ რიგში გამოიყოფა ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ზონალობა და ფაციესობა.

კანონი ჰორიზონტალური (განედური) ზონალობის შესახებ ფორმულირებული იყო ვ. დოკუჩაევის მიერ 1899 წელს და ყველაზე სრულად დასაბუთებული ცნობილ ნაშრომში „ბუნების ზონებზე სწავლების შესახებ". ვ. დოკუჩაევი წერდა „... რადგანაც დედამიწის ზედაპირზე ყველა უმნიშვნელო ნიადაგწარმომქმნელები ნაწილდება სარტყლებად ან ზონებად, რომლებიც მეტ-ნაკლებად გაჭიმულია განედების პარალელურად, მაშინ გარდუვალია, რომ ნიადაგებიც – ჩვენი შავმიწები, ეწერები და სხვ., უნდა განლაგდნენ დედამიწის ზედაპირზე ზონალურად, კლიმატთან, მცენარეულობასთან და სხვ. მკაცრი დამოკიდებულებით".

კარტოგრაფიულად ამ კანონმა ასახება პოვა ვ. დოკუჩაევის მიერ შედგენილ „ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ნიადაგური ზონების სქემაზე" (1899). მასზე გამოყოფილი იყო მსოფლიოს ხუთი ზონა: ბორეალური (არქტიკური), ტყის, შავმიწა სტეპების, აერალური და ლატერიტული.

ზონალობის კანონში საკმაოდ მკაფიოდ გამომჟღავნდა ნიადაგის, როგორც ბუნებრივი სხეულის, გაგება, რომლის გენეზისი და გავრცელება მჭიდროდაა დაკავშირებული ბუნებრივ გარემოსთან, ნიადაგწარმოქმნის ფაქტორებთან და პირობებთან. დებულება გეოგრაფიული გარემოს ზონალობის შესახებ შევიდა მსოფლიოს მეცნიერების ფონდში და ღრმა გავლენა იქონია არა მარტო ნიადაგმცოდნეობის, არამედ გეობოტანიკის, ფიზიკური გეოგრაფიის და სხვა დისციპლინების შემდგომ განვითარებაზე. განვლილ წლებში ნიადაგის გეოგრაფიაზე დაგროვილი მასალა და, პირველ რიგში, მსოფლიოს ნიადაგური რუკების ანალიზი, გვიჩვენებს, რომ ნიადაგის და გეოგრაფიული გარემოს განედური ზონალობის ვ. დოკუჩაევის

მეცნიერული იდეა მთლიანად დადასტურდა, მაგრამ მისი კონკრეტული შინაარსი შესამჩნევად გართულდა.

ი. გერასიმოვი (1945) მსოფლიოს ნიადაგური რუკის ანალიზის შედეგად მივიდა დასკვნამდე, რომ ზონალობის განედური (ჰორიზონტალური) კანონი ყველაზე საერთო ფორმით მჟღავნდება დედამიწის ზედაპირზე ნიადაგურ-ბიოკლიმატური (გეოგრაფიული) სარტყლების შეზღუდულ რაოდენობაში, რომლებიც შეესაბამება ვ. დოკუჩაევის მსოფლიო ნიადაგურ ზონებს, მაგრამ გაცილებით უფრო რთულს მათ მიერ შემადგენელი ნიადაგებით.

ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში გამოიყოფა ხუთი ძირითადი განედური ნიადაგურ-ბიოკლიმატური სარტყელი, განპირობებული ძირითადში კლიმატის თერმული თავისებურებით: პოლარული, ბორეალური, სუბბორეალური, სუბტროპიკული და ტროპიკული. ანალოგიური სარტყლების გამოყოფა შესაძლებელია აგრეთვე სამხრეთ ნახევარსფეროში.

ნიადაგის გეოგრაფიული გავრცელების უფრო დეტალური ანალიზი საშუალებას იძლევა დავინახოთ განედური ზონალობის კანონის სხვა თავისებურება, კერძოდ, მსოფლიო სარტყლების შიგნით განედური ზონების სერია, ე.წ. „განედურ-ზონალური სპექტრები", რომლებიც განსაკუთრებით ნათლად მჟღავნდება შიდა კონტინენტურ ვაკეებზე. ასე, მაგალითად, „განედურ-ზონალური სპექტრი" კარგად მჟღავნდება ევრაზიის ცენტრალურ ნაწილში (რუსეთის ვაკე, დასავლეთი ციმბირი და ყაზახეთის და შუა აზიის მიმდებარე რაიონები), სადაც, მაგალითად, სუბბორეალური სარტყლის ფარგლებში გამოიყოფა შემდეგი ნიადაგურ-გეოგრაფიული ზონები:

ტყე-სტეპი – რუხი ტყის ნიადაგები, გაეწრებული, გამოტუტული და ტიპური შავმიწები;
სტეპი – ჩვეულებრივი და სამხრეთის შავმიწები;
მშრალი სტეპი – მუქი-წაბლა და წაბლა ნიადაგი;
ნახევრად უდაბნო – ღია-წაბლა და მურა ნახევრად უდაბნოს ნიადაგი;
უდაბნო – რუხი-მურა უდაბნოს და თაყირისებრი ნიადაგი.

ახალმა მასალამ გვიჩვენა მსოფლიოს ნიადაგური სარტყლების არა მარტო უფრო მრავალმხრივი შემადგენლობა, არამედ განედებისადმი მათი არააუცილებელი მიმდევრობა.

კლიმატის კონტინენტურობის, მისი არიდულობის ან ჰუმიდურობის გათვალისწინებით დედამინის კონტინენტების სხვადასხვა ნაწილში არსებითად განსხვავდება ნიადაგური ზონების ზონალური სტრუქტურა და კონფიგურაცია. ევრაზიის ოკეანურ კიდეებში და ნაკლები ზომის კონტინენტებზე დატენიანების ზონების ნაპირების მოხაზულობების პარალელურად განლაგების შედეგად ნიადაგური ზონების განაწილება უახლოვდება მერიდიანულ გავრცობას (ჩრდილოეთ ამერიკა, სამხრეთ ამერიკის სამხრეთი ოლქები, ავსტრალია).

ჰიდროთერმული პირობების ხასიათის მიხედვით, რაც განსაზღვრავს ნიადაგური ზონების ცვალებადობას, ასხვავებენ ზონალური ნიადაგური სტრუქტურების რამდენიმე ტიპს. ტენიანი და ძალიან მშრალი კლიმატის ოლქებში ნიადაგური ზონების ცვალებადობა გამოწვეულია, ძირითადში, ნიადაგების თერმული რეჟიმის ცვლილებებით. ზომიერად ტენიან ოლქებში ნიადაგური ზონების ცვლის მიზეზი, თავის მხრივ, შეიძლება იყოს ნიადაგის დატენიანების ხარისხის შეცვლა. ამასთან,

თუ ტემპერატურის და კლიმატის სიმშრალის ზრდის მიმართულება ემთხვევა ერთმანეთს, მაშინ ხდება ნიადაგური ზონების სწრაფი ცვლა მოკლე მანძილებზე (მაგალითად, რუსეთის და დასავლეთ ციმბირის ვაკეების სამხრეთი რაიონები). იმ შემთხვევაში, როდესაც დატენიანების ფაქტორი იცვლება ტემპერატურული ფაქტორის შეცვლის მკვეთრად განსხვავებული მიმართულებით, ნიადაგური ზონები კარგავენ განედურ-ზოლებრივ ფორმას და ხშირ შემთხვევაში იძენენ მერიდიანულ მიმართულებას (ჩრდილოეთ ამერიკის სამხრეთი ნაწილი).

იმასთან დაკავშირებით, რომ ნიადაგური ზონების განედური განლაგება წარმოადგენს ზონალობის ერთ-ერთ გამომჟღავნებას, ტერმინი „განედური ნიადაგური ზონალობა" ხშირად იცვლება ტერმინით „ჰორიზონტალური ნიადაგური ზონალობა", რაც გულისხმობს ნიადაგური ზონების (ნიადაგური საფრის მაკროსტრუქტურის არეალების) ზოლებრივ განლაგებას.

იმის გათვალისწინებით, რომ ვაკეზე ზონების ზოლებრივი განლაგება არ არის ყველგან გამოხატული, ზოგიერთი მკვლევარი იხილავს ჰორიზონტალურ ზონალობას, როგორც უფრო ზოგად ნიადაგურ-გეოგრაფიული კანონზომიერებების კერძო შემთხვევას. ზონალობის კანონი არ იზღუდება დედამინის ზედაპირზე ნიადაგის განედურ-ზოლებრივი განაწილების სქემით. კანონის გამომჟღავნება უფრო ფართოა და მრავალმხრივი. არსებობს ნიადაგწარმოქმნის და ნიადაგის გეოგრაფიის მთელი რიგი კანონზომიერებებისა, რომლებიც განპირობებულია ზონალობის კანონის მოქმედებით. მათ რიცხვს მიეკუთვნება:

1. პოლარულიდან ეკვატორულ განედებისკენ ნიადაგის მრავალფეროვნების და მისი თვისებების კონტრასტულობის ზრდა. ამაზე მეტყველებს მსოფლიოს ყველა ნიადაგური რუკა, განსაკუთრებით კი თანამედროვე.
2. სამხრეთ განედებში, ჩრდილოეთ განედებთან შედარებით, მთის ნაგებობების ნიადაგური საფრის შემადგენლობის და ვერტიკალური ზონალობის (სარტყლიანობის) სირთულის ზრდა;
3. სამხრეთის მიმართულებით ნიადაგის ბიოლოგიური პროდუქტიულობის, სისტემაში ნიადაგი-მცენარე ტევადობის და ელემენტების ბიოლოგიური წრებრუნვის სხვადასხვა ტიპის ზრდა.

ვ. დოკუჩაევის ზონალობის კანონი მიეკუთვნება არა მარტო ნიადაგის გეოგრაფიას. ეს არის ზოგადი გეოგრაფიული კანონი. ფართო გაგებით მისი არსი ისაა, რომ დედამინის ზედაპირზე მზის ენერგიის მოქმედების ზრდასთან ერთად პოლუსიდან ეკვატორისკენ იმავე მიმართულებით კანონზომიერად იცვლება ყველა ეგზოგენური და, განსაკუთრებით, ბიოგენური პროცესის ენერგია და ხასიათი.

ზონალობის კანონის მოქმედება ვრცელდება არა მარტო კონტინენტების, არამედ ოკეანეების ბუნებრივ პირობებზე. სწორედ ამიტომ ის განიმარტება როგორც მსოფლიო კანონი და სამართლიანად მიეკუთვნება ბუნებისმეტყველების უმსხვილეს მიღწევას.

ამჟამად ვ. დოკუჩაევის სწავლება ნიადაგის განედური (ჰორიზონტალური) ზონალობის შესახებ გამდიდრდა ახალი დებულებებით, რომლებიც გამომდინარეობენ ნიადაგურ-გეოგრაფიული გამოკვლევების მდიდარი ფაქტობრივი მასალიდან.

ნიადაგების ბიოკლიმატური ფაციესობის მოვლენები გამოწვეულია კლიმატის კონტინენტალურობით და დატენიანების ხარისხით, რაც განისაზღვრება კონტინენტებზე მსხვილი მაკროსტრუქტურების მდგომარეობით (ოკეანეები, მთები და

სხვ. მიმართ). როგორც უკვე აღინიშა, დედამიწაზე ნიადაგები არ წარმოქმნიან მთლიან ზოლებს. ჯერ კიდევ ვ. დოკუჩაევის მიერ შედგენილ ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ზონების რუკა-სქემაზე ჩანს, რომ შავმინა სტეპების ზონა განლაგებულია ევრაზიული კონტინენტის შუაში და არ აღწევს ოკეანურ სანაპიროს. თანამედროვე რუკების მიხედვით ევრაზიის სტეპების შავმინები დასავლეთისკენ გადაადგილებისას იცვლება „ატლანტიკური" ტიპის ფართოფოთლოვანი ყომრალებით, ხოლო შორეულ აღმოსავლეთში წიწვოვანი ყომრალებით.

აღმოსავლეთ ციმბირის ექსტრაკონტინენტურ კლიმატურ პირობებში ზონალური ეწერი ნიადაგი, რომელიც დამახასიათებელია რუსეთის და დასავლეთ-ციმბირის ვაკის ტაიგა-ტყის ოლქისთვის, იცვლება ლარიქსის ტაიგის თავისებური ჩალისფერი და მზრალ-ტაიგის ნიადაგით და იაკუტიის სტეპის ალასების მდელოს-შავმინებით. უფრო აღმოსავლეთით, წყნარი ოკეანის შემარბილებელი გავლენით და კლიმატის განსაკუთრებული მუსონური ხასიათის გამო, მზრალ-ტაიგის ნიადაგები იცვლება ამურისპირა ყომრალ-ტაიგის ნიადაგებით. ამგვარად, ევრაზიის დასავლეთით და აღმოსავლეთით ოკეანური ზეგავლენის ზრდით ან, პირიქით, კონტინენტურობის შემცირებით განივ-ზონალური სპექტრები ან ქრება, ან აქვთ ინდივიდუალური ბუნება.

ყველა მოყვანილი მაგალითი წარმოადგენს ნიადაგის ფაციესობის კანონის გამოხატულებას, რომლის არსი ისაა, რომ კლიმატის ადგილობრივი პროვინციული (ფაციესული) თავისებურება ძირითადში განპირობებულია თერმოდინამიკური ატმოსფერული პროცესებით, მსოფლიოს გეოგრაფიული სარტყლების მრავალ ადგილას განსაზღვრავს ჰორიზონტალური (განედური) ზონალობის გართულებას და ხელს უწყობს სპეციფიკური ადგილობრივი მოვლენების გამომჟღავნებას და, საბოლოო ჯამში, განაპირობებს ნიადაგის განსაკუთრებული ტიპის ფორმირებას და გეოგრაფიული გავრცელების ინდივიდუალურ კანონზომიერებას.

ნიადაგურ-გეოგრაფიული სარტყლების სხვადასხვა ნაწილი ნიადაგის სპექტრის ინდივიდუალური გამოხატულებით ნიადაგურ-გეოგრაფიულ დარაიონებაში გამოიყოფა ნიადაგურ-ბიოკლიმატური ოლქების სახელწოდებით.

ფაციესობის მოვლენა შეიმჩნევა უფრო დეტალურ ჭრილში ნიადაგური ზონის შიგნით ერთი და იმავე ნიადაგური ტიპის ფარგლებში, ძირითადში ნიადაგის ჰიდროთერმული რეჟიმის თავისებურებების შედეგად გამოწვეული ბიოკლიმატური პირობების არაერთგვაროვნებით. ფაციესობის იმავე პრინციპზე დაფუძნებული შიდაზონალური დანაყოფები გამოიყოფა ნიადაგური პროვინციების სახელწოდებით.

პირველად ნიადაგების ფაციესობა (პროვინციალობა) აღწერილი იყო ლ. პრასოლოვის (1916) მიერ. მან გამოყო აზოვისპირა შავმინების პროვინცია, რომლის ნიადაგის სპეციფიკას უკავშირებდა კლიმატური პირობების თავისებურებას. შემდგომ მან დაჰყო საბჭოთა კავშირის ევროპული ნაწილი „ნიადაგურ ოლქებად", რომელთა ნაწილი გამოიყო ფაციესობის პრინციპის გათვალისწინებით. ლ. პრასოლოვის აზრით, ფაციესული კანონზომიერება შეიძლება იდგეს ზონალურზე მაღლა (ეს შეესაბამება თანამედროვე ნიადაგურ-ბიოკლიმატურ ოლქებს, რომლებიც აერთიანებენ ნიადაგური ზონების სპექტრს).

თანამედროვე მიდგომით ნიადაგურ-კლიმატური ფაციესები წარმოადგენენ მსხვილ მაკროსტრუქტურულ რეგიონებს, რომლებიც ხასიათდება ნიადაგწარმოქმ-

ნის ერთობით ნიადაგის ზონალური ტიპების რიგში. ფაციესების ნიადაგური საფრის თავისებურება დამოკიდებულია არა იმდენად ზონალურ-კლიმატურ პირობებზე, რამდენადაც იმ კლიმატურ თავისებურებებზე, რომლებიც განისაზღვრება ფაციესის ადგილმდებარეობით კონტინენტზე (ოკეანეების, მთების და ა.შ. მიმართ).

მთის სისტემებში გამოიხატება ვერტიკალური ნიადაგური ზონალობის კანონი, რომელიც დადგენილი იყო ვ. დოკუჩაევის მიერ 1899 წელს კავკასიის (ძირითადში საქართველოს) ნიადაგების შესწავლის საფუძველზე. ამ კანონის თანახმად, მთებში ნიადაგის ძირითადი ტიპები გავრცელებულია მაღლივი სარტყლების (ზონების) სახით, რომლებიც თანმიმდევრულად ცვლიან ერთიმეორეს აბსოლუტური სიმაღლის ზრდასთან ერთად მთების ძირიდან მწვერვალებისკენ კლიმატის, მცენარეულობის და ნიადაგწარმოქმნის სხვა პირობების შეცვლის შესაბამისად. ვ. დოკუჩაევს მიაჩნდა, რომ ვერტიკალური ზონალობა ზონების შემადგენლობით განედის ანალოგიურია, ანუ მთებში აწევასთან ერთად აღინიშნება ნიადაგური ზონების იგივე ცვლა, რაც ვაკეზე.

მრავალრიცხოვანმა გამოკვლევებმა დაადასტურეს ვ. დოკუჩაევის ძირითადი იდეა და, ამასთან, გამოამჟღავნეს ვერტიკალური ზონალობის სპეციფიკურობა და არაიდენტურობა ბარის ნიადაგთან, ე.ი. ვერტიკალურ და განედურ ზონებს შორის ანალოგია არ არსებობს. ცალკეული მთის სისტემა განსხვავდება ცალკეული ნიადაგის როგორც შემადგენლობით, ისე ურთიერთგანლაგების ხასიათით, რაც დაკავშირებულია მთებში ნიადაგწარმოქმნის პირობების ნაირგვარობასთან. ამის მიუხედავად, მთის ნიადაგს არ გააჩნია რაიმე სპეციფიკა მხოლოდ იმიტომ, რომ ის ფორმირდება მთის პირობებში.

მთის ნიადაგი არის გეოგრაფიული ცნება, რომელიც მიუთითებს მის განლაგების პირობებზე. მთის ნიადაგი არ წარმოადგენს ნიადაგის რაიმე თავისებურ გენეტიკურ ტიპს. არც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორებით და არც ნიადაგების შემადგენლობის მაჩვენებლებით მთის ნიადაგი არ შეიძლება გამოყოფილ იქნეს განსაკუთრებულ საკლასიფიკაციო ჯგუფად რომელიმე ტაქსონომიურ დონეზე (თ. ურუშაძე, 1979).

მთებში ნიადაგური ზონების განლაგების სპეციფიკის გამომჟღავნება ცნობილი იყო სხვადასხვა სახელწოდებით. მათ შორის, ინტერფერენცია (ცალკეული ნიადაგური ზონების ამოვარდნა), ინვერსია (ჰორიზონტალურ ზონალობასთან ანალოგიით ნიადაგური ზონების განლაგების წესის დარღვევა), მიგრაცია (ნიადაგური ზონების გადაადგილება, ერთი მათგანის შეღწევა მეორეში). თავიდან ყოველივე ამას განიხილავდნენ, როგორც გადახრას საერთო წესიდან. მაგრამ მთის რაიონების ნიადაგზე დაგროვილმა მასალამ საფუძველი ჩაუყარა ახალი დებულების – ვერტიკალური ზონალობის სტრუქტურის სიმრავლის – განვითარებას.

თანამედროვე შეხედულებით, სხვადასხვა მთის ქვეყანაში, ან ერთი მთის ქვეყნის სხვადასხვა ნაწილში ვერტიკალური ნიადაგური ზონალობის საერთო კანონზომიერება მჟღავნდება ვერტიკალური ნიადაგური ზონების სხვადასხვა ტიპის სტრუქტურის სახით.

ნიადაგის ვერტიკალური ზონალობის სტრუქტურა ან ვერტიკალური ნიადაგური ზონების ცვლის თანმიმდევრობა, პირველ რიგში განისაზღვრება ჰორიზონტალური ნიადაგური ზონების სისტემაში მთის ქვეყნის მდგომარეობით ოკეანის მიმართ (კონტინენტური, ოკეანური ან გარდამავალი ფაციესი). ამგვარად, მთის ტე-

რიტორიების ნიადაგი თავის გავრცელებაში ასახავს ჰორიზონტალური ზონალობის და ფაციესობის კანონზომიერებებს.

თავის დროზე დადგენილი იყო, რომ, თუ მთის ძირი მდებარეობს უდაბნოების ოლქში, მაშინ სიმაღლის მატებასთან ერთად აღინიშნება უდაბნოების გადასვლა სტეპებში, რომლებიც იცვლება ტყის და მთის მდელოთი. თუკი მთის ძირი მდებარეობს ტყის ზონაში, მაშინ არ იქნება არც უდაბნო და არც სტეპები. მთის ქვეყნის მდგომარეობა ხშირად გადამწყვეტ როლს თამაშობს მის იერში. ზღვისგან იზოლირება სხვა მთის მასივებით, ზღვის ნაპირთან ან კონტინენტის ცენტრში მდებარეობა ძირითადში გავლენას ახდენს მთის კლიმატის დატენიანების პირობებზე.

ნებისმიერ მთის ქვეყანაში სიმაღლეზეა დამოკიდებული ვერტიკალური ნიადაგური ზონების რიცხვი.

გარდა ზოგადი კანონზომიერებისა, ყოველი მთის სისტემისთვის ან ყოველი მისი ფერდობისთვის შეიძლება აღინიშნებოდეს არსებითი გადახრები, რომლებიც განპირობებულია ფერდობის მდგომარეობით ტენიანი ჰაერის მასების უპირატესი მიმართულების, ფერდობების ექსპოზიციის და ტემპერატურული ინვერსიის არსებობის მიმართ.

ნიადაგმცოდნეობის, როგორც მეცნიერების, საფუძვლის ჩაყრის პირველსავე პერიოდიდან შემჩნეულ იქნა, რომ ბუნებაში ნიადაგური ტიპების შეთანაწყობის თანმიმდევრობასთან ერთად გვხვდება კანონზომიერებიდან ერთგვარი გადახვევების (ანომალიების) მოვლენები, ე.წ. ინტროზონალური და აზონალური ტიპის ნიადაგის სახით.

ინტროზონალურ ნიადაგს გავრცელების საკუთარი ზონა არა აქვს და სხვა ზონის ნიადაგშია შეჭრილი, როგორც, მაგალითად, ჭაობის ნიადაგი ეწერი ნიადაგის ზონაში. ასევე ინტროზონალური ნიადაგია კორდიან-კარბონატული ნიადაგი.

ნიადაგ-ვერტიკალურ ზონათა თანმიმდევარი განაწილების კანონზომიერებას ზოგჯერ მათი (ზონების) ინვერსიული განაწილება არღვევს, როგორც ეს პირველად შენიშნა ს.ზახაროვმა. ასეთი ინვერსიის მაგალითს წარმოადგენს სამხრეთ მთიანეთში ყომრალის ზემოდან (ყომრალსა და მთა-მდელოს ნიადაგს შუა) განვითარებული მთის შავმიწა.

მთების საქარე ფერდობი, რომელიც გზას უღობავს ტენით გაჯერებულ ჰაერის მასებს, იღებს ძალიან ბევრ ნალექს და ფორმირდება ჰუმიდური და ექსტრაჰუმიდური ვერტიკალური ნიადაგური ზონების სპექტრი, რომელთა შემადგენლობაში ჭარბობს ტყის ტენიანი და მთა-მდელის ნიადაგი ზონებსა და ქვეზონებს შორის თანდათანობითი გადასვლებით.

მთების მყუდრო ფერდობი, პირიქით, ძალიან მშრალია, რადგანაც ჰაერის მასები, რომლებმაც გადალახეს მთები, შორს არიან ტენით გაჯერებიდან და ფორმირდება ვერტიკალური ნიადაგური ზონების არიდული სპექტრი, რომლის შემადგენლობაში უმნიშვნელო მონაწილეობას იღებს, ან საერთოდ ამოვარდნილია, მთა-ტყის ნიადაგი, ხოლო ჭარბობს მთის უდაბნოს, მთის სტეპების და მთა-მდელო-სტეპის ნიადაგი ზონებსა და ქვეზონებს შორის უფრო მკვეთრი გადასვლებით.

ტემპერატურული ინვერსიები, ე.ი. ფერდობებზე ჰაერის ცივი მასების ჩამოდინება და მათი დაგროვება დეპრესიებში, კონტინენტური ოლქების მრავალ მთის სისტემაში იწვევს ვერტიკალური ნიადაგური ზონების შებრუნებულ განლაგებას.

მთიან ქვეყნებში ნიადაგის განაწილებაზე დიდ გავლენას ახდენს ფერდობის ექსპოზიცია. განსაკუთრებით შესამჩნევად მჟღავნდება კონტინენტური კლიმატის პირობებში. სამხრეთ და ჩრდილოეთ ფერდობებზე ნიადაგური ზონების საზღვრები გადის სხვადასხვა სიმაღლეზე.

კიდევ ერთი საკითხი ეხება მთის სისტემების გავლენას მიმდებარე ვაკის ჰორიზონტალურ ნიადაგურ ზონებზე, თუმცა ეს გავლენა არ შეიძლება გაიგივებულ იქნეს ნიადაგების ვერტიკალურ სარტყლიანობასთან და წარმოადგენს ადგილობრივ ნიადაგურ-გეოგრაფიულ მოვლენას. არჩევენ ზონალობის მთისწინა-ჰუმიდურ და არიდულ-ჩრდილოეან ფორმებს. ზონალობის მთისწინა-ჰუმიდური ფორმა დაკავშირებულია იმასთან, რომ ტენით გაჯერებული ჰაერის მასები უხვად რწყავენ არა მარტო საქარე ფერდობს, არამედ მთის ძირებში განლაგებული ვაკის ფართე ზოლს. მაგალითად, მთისწინა-ჰუმიდური ზონალობა მკაფიოდ არის გამოხატული ჩრდილოეთ კავკასიაში და მჟღავნდება მთისწინა ვაკეებზე ჰორიზონტალური ნიადაგური ზონების შებრუნებულ თანმიმდევრობაში.

ზონალობის მეორე, არიდულ-ჩრდილოვანი ზონალობა ვითარდება ვაკეზე მთების „წვიმიან ჩრდილში", სადაც ხვდება თბილი და მშრალი ჰაერის მასები, რომლებმაც გადალახეს მთები. ამგვარად, მთის ბარიერები იწვევენ არსებით ცვლილებებს ჰორიზონტალური ნიადაგური ზონების და ქვეზონების მოხაზულობაში მთისწინების პირობებში.

ცვლიან რა ერთმანეთს, ნიადაგურ-ბიოკლიმატური სარტყლები და ნიადაგურ-ბიოკლიმატური ოლქები აყალიბებენ დედამიწის ნიადაგური საფრის ზონალურ-ფაციესურ მეგასტრუქტურას.

ბიოკლიმატური კანონზომიერებები შეიძლება დადგენილ იქნეს ნიადაგური საფრის არამარტო მეგა და მაკროსტრუქტურის დონეზე. ისინი მჟღავნდება აგრეთვე მეზო- და მიკროსტრუქტურების გეოგრაფიაში. ნიადაგური საფარი, სადაც წამყვან როლს თამაშობენ ნიადაგური კომპლექსები, წარმოქმნის ორ, ნათლად გამოხატულ სარტყელს – კრიოგენულ კომპლექსებს (სუბალპური და ალპური სარტყლები) და ბიცობების კომპლექსს (სტეპების და ნახევრად უდაბნოს ზონები). პირველი შემთხვევა წარმოადგენს თერმულ მოვლენას, ხოლო მეორე დაკავშირებულია მარილების დაგროვებასთან ტენის შეზღუდულ, მაგრამ მარილების გადასაადგილებლად ჯერ კიდევ საკმარის პირობებთან.

ნიადაგური საფრის მეზოსტრუქტურის გეოგრაფია დაკავშირებულია ზონალურ-კლიმატურ პირობებთან, რადგანაც ამ უკანასკნელზეა დამოკიდებული კატენებში ნივთიერებების გადაადგილების მექანიზმი. ყველაზე ფართოდ გავრცელებულია ნიადაგური საფრის მეზოსტრუქტურის დიფერენცირებული დატენიანება. განსაკუთრებით ნათლად მჟღავნდება ეს მოვლენა საკმარისი დატენიანების ზონებში. ზომიერი დატენიანების ზონებში ჭარბობს დიფერენცირებული დატენიანების – გაჯერების თანრიგები, ხოლო უფრო გვალვიანში – დიფერენცირებულად ბიცობი და დიფერენცირებულად დამლაშებული. საერთო კანონზომიერება ირღვევა ნლიური დატენიანების მიახლოებით სუბტროპიკების გვალვიან რაიონებთან, სადაც ხანმოკლე, მაგრამ მკაფიოდ გამოხატული, წვიმების პერიოდში ხდება მარილების ღრმა გამორეცხვა, რაც ასუსტებს მის მნიშვნელობას ნიადაგური საფრის დიფერენციაციაში. უდაბნოებში ნიადაგური საფრის მეზოსტრუქტურის დიფერენ-

ციაციაში უფრო შესამჩნევ როლს თამაშობს დამლაშების დიფერენციაცია, მაგრამ კომპონენტების განსხვავებების ხარისხი სუსტდება.

8.2. ნიადაგური საფრის ლითოლოგიურ-გეომორფოლოგიური და ისტორიულ-გეოლოგიური კანონზომიერება

ბიოკლიმატური ფაქტორების გავლენა არსებითად იცვლება ტერიტორიის, ლითოლოგიურ-გეომორფოლოგიური თავისებურების, მათ შორის მისი განვითარების, ისტორიის გათვალისწინებით. ხმელეთის ზედაპირზე ნებისმიერი დონის რელიეფის დადებითი და უარყოფითი ელემენტი დაკავშირებულია ერთმანეთთან დენუდაციის და აკუმულაციის პროცესით, ნივთიერებების გეოქიმიური ნაკადით. ეს იწვევს იმ გეოქიმიური ფონის სივრცობრივ დიფერენციაციას, სადაც მიმდინარეობს ნიადაგწარმოქმნა. დედამიწის მსხვილ მორფოსტრუქტურებსა და მათთან დაკავშირებულ ნიადაგწარმომქმნელ ქანებთან, რომლებიც იკავებენ დიდ სივრცეებს, დაკავშირებულია ნიადაგური საფრის გარკვეული მეგასტრუქტურები – ნიადაგურ-გეოქიმიური ერთობლიობები. ამ საერთო გეოქიმიურ საფუძველზე შემდგომ ვითარდება ნიადაგური საფრის და გამოფიტვის ქერქის გეოქიმიური დიფერენციაციის პროცესი, რომელიც დაკავშირებულია ნიადაგურ-გეოქიმიური ლანდშაფტების და ნიადაგური საფრის გარკვეული მაკროსტრუქტურების ფორმირებასთან. ნაფენების კანონზომიერი ცვლა და მათთან დაკავშირებული ლითოლოგიურად მოწესრიგებული ნიადაგური საფრის მაკროსტრუქტურები განსაკუთრებით მკაფიოდ მჟღავნდება მთათაშორის დეპრესიებში, მთისძირა, ძველ ალუვიურ და ფლიუვიგლაციულ ვაკეებზე, მოქმედი და ახლახან ჩამქრალი ვულკანების ირგვლივ ამოფხვრის ცენტრიდან დაშორებით ფერფლცენების ინტენსივობის შესუსტებასთან დაკავშირებით. მთებში, ზეგნებზე და ცოკოლურ ვაკეზე, სადაც ზედაპირთან ახლოს ამოდიან ჭრელი ლითოლოგიური შემადგენლობის მყარი ამონთხეული და დანალექი ქანები, ფორმირდება ნიადაგური საფრის მოზაიკური, მოუწესრიგებელი ლითოგენური მაკროსტრუქტურები.

ვ. კოვდას ეკუთვნის ნიადაგურ-გეოქიმიური კონცეფცია, რომლის თანახმად, ნიადაგის გეოგრაფიაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს არა მარტო მეზო- და მიკრორელიეფის ელემენტების მიხედვით ნიადაგების უშუალო გეოქიმიური შეუღლება, არამედ საერთო გეოქიმიური ფონი, რომელიც განსხვავებულადაა ფორმირებული დედამიწის მსხვილ რეგიონებში გეოლოგიური განვითარების ხანგრძლივი ისტორიის შედეგად. ეს რეგიონები გამოიყოფა ნიადაგურ-გეოქიმიური ფორმაციების სახელწოდებით, რომლებიც წარმოადგენენ ნიადაგების მსხვილ პლანეტარულ ჯგუფებს და ფორმირდებიან მსგავს გეოლოგიურ-ტექტონიკურ პირობებში. ფორმაციებს გააჩნია განვითარების საერთო ისტორია და ახლო ასაკი, გეოქიმიური ცვლის და აკუმულაციის შეუღლებული, ჰუმუსის და მეორადი მინერალების მსგავსი ხასიათი.

ნიადაგურ-გეოქიმიურ ფორმაციებში ასახულია მათი ძირითადი მინერალურ-ქიმიური თავისებურებანი (ცხრ.13).

ცხრ.13. ხმელეთის ნიადაგურ-გეოქიმიური ფორმაციები

ნიადაგურ-გეოქიმიური ფორმაციები	ტიპური მინერალები	სორბციული პროცესები	pH_{KCl}	პუმუსის ხასიათი	კატიონების გაცვლის ტევადობა, მგ-ექვ/100 გ ნიადაგზე	SiO_2, AL_2O_3 ლექის ფრაქციაში
მჟავე ალითური ნიადაგები	ბემიტი, ჰიბსიტი, ჰიდრარგილიტი	ანიონების სორბცია	3 – 4	ფულვატური	2 – 5	0,1 – 2
მჟავე ალიტურ-კაოლონიტური ნიადაგი	კაოლინიტი, გიბსიტი, გოეტიტი	იგივე	3 – 4	"	2 – 5	2 – 3
მჟავე კაოლინიტური ნიადაგი	კაოლონიტი, გოეტიტი, ჰიდროქარსები	ანიონების და კატიონების სორბცია	3 – 4	"	5 – 10	2 – 3
მჟავე სიალიტური ნიადაგი	ჰიდროქარსები, კაოლინიტი, ვერმიკულიტი, გოეტიტი, მონტმორილონიტი, პირველადი მინერალები	კატიონების სორბცია	3 – 5	ფულვატური	10 – 15	>3
ნეიტრალური და სუსტად ტუტე ნიადაგი	პალიგორსკიტი, ქლორიტი, ვერმინკულიტი, გოეტიტი, მონტმორილონიტი, კალციტი, თაბაშირი	იგივე	6 – 8	ფულვატურ-პუმატური, პუმატური	20 – 40	>3
ნეიტრალური და სუსტად ტუტე მონტმორილონიტური ნიადაგი	მონტმორილონიტი, შერეულშრიანი მინერალები, კალციტი, თაბაშირი	იგივე	6 – 8	პუმატური	40 – 60	>3
ტუტე და დამლაშებული ნიადაგი	მონტმორილონიტი, კალციტი, თაბაშირი, რიჰალიტი, მირაბილიტი, ტენარდიტი, პირველადი მინერალები	იგივე	8 -10	ფულვატური, პუმატური	20 – 60	>3
ეულკანური ნიადაგი ფერფლებზე და ტუფებზე	პირველადი მინერალები, ეულკანური შუშები, ალოფანოიდები	იგივე	3 – 5	იგივე	30 – 50	1 – 3

ნიადაგურ-გეოქიმიური ფორმაციები წარმოადგენს ნიადაგის არა მარტო გეოქიმიურ, არამედ ისტორიულ-გენეზისურ მსხვილ ტერიტორიულ ერთობლიობას. დედამიწაზე ყველაზე ძველია ტროპიკული განედების ავტომორფული მყავე ალითური და ალითურ-კაოლინიტური ნიადაგი. მისი ასაკი შეიძლება განისაზღვროს ათეული მილიონი წლით. ჩრდილოეთის და ზომიერი განედების მყავე სიალითურ ნიადაგს, რომლის ფორმირება დაიწყო მხოლოდ მეოთხეული გამყინვარების უკან დახევის შემდეგ, ასაკი აქვს მხოლოდ ასეულიდან რამდენიმე ათას წლამდე.

ყოველი ნიადაგურ-გეოქიმიური ფორმაციის ფარგლებში ნიადაგის ასაკი არსებითად განსხვავდება რელიეფის სხვადასხვა ასაკის, დონის და ფორმის მიხედვით.

ამის მიხედვით ფლუვიოგლაციალური და ძველი ალუვიური ვაკის და დელტების ვრცელ ტერიტორიებზე ნიადაგწარმოქმნის პირველი სტადიები მიმდინარეობდა სუბაქვალურ და ჰიდრომორფულ პირობებში და შემდგომ მდინარის ვაკის გაღრმავებასთან ერთად განიცდიდა მოწყვეტას გრუნტის წყლებიდან და გადასვლას ავტომორფულ პირობებში. გამოიყოფა ნიადაგწარმოქმნის რამდენიმე ევოლუციური სტადია, რომლებიც განსხვავდებიან ნიადაგის ფარდობითი ასაკით და ნივთიერების ბალანსით. ნიადაგის განვითარების სტადიებია:

1. ჰიდროაკუმულაციური (სუბაქვალური, წყალქვეშა, ამფიბიალური) სტადია ნივთიერების დადებითი ბალანსით (მექანიკური, გეოქიმიური, ბიოლოგიური);
2. ჰიდრობიო-აკუმულაციური (ჰიდრომორფული, კაპილარულ-ჰიდრომორფული, სუბაქვალური) მექანიკური აკუმულაციის გარეშე, მაგრამ ნივთიერების გეოქიმიური და ბიოგენური აკუმულაციით;
3. მეზო-ჰიდრომორფული (ნახევრად ჰიდრომორფული) გრუნტის წყლებიდან ნივთიერების სუსტი და პერიოდული გეოქიმიური შემოდინებით და მათი ბიოგენური აკუმულაციით;
4. პალეო-ჰიდრომორფული წარსული აშკარა რელიქტებით წყლის ჩამრეცხი რეჟიმის და ნივთიერების ნათელი ბიოგენური აკუმულაციის პირობებში;
5. პროტერო-ჰიდრომორფული, ძველი ჰიდრომორფიზმის სუსტი კვალით, რომელსაც ამჟამად აქვს ნივთიერების ჩამრეცხი ელუვიური ტიპის ბალანსი;
6. ავტომორფული (ბიოაკუმულაციური) სტადია, რომელსაც თავის პროფილში არ გააჩნია წარსული ჰიდრომორფიზმის რაიმე ნიშნები.
7. სამთო-ეროზიული სტადია ნივთიერების მნიშვნელოვანი მექანიკური გამოტანით.

ეს არის წარსულში გაწყლიანებული ვაკის ნიადაგის ევოლუციის ზოგადი სქემა და მას გააჩნია ძალიან ფართო გეოგრაფიული გავრცელება.

ნიადაგების გლობალურ გეოგრაფიაში მ. გლაზოვსკაიას (1973) მიერ დამუშავებული იყო ორიგინალური გეოქიმიური მიმართულება. ხმელეთის ნიადაგური საფრის ყველაზე დიდ ნიადაგურ-გეოგრაფიულ ერთეულად მან გამოყო ნიადაგურ-გეოქიმიური მინდვრები, რომლებიც წარმოადგენენ ტერიტორიებს სუბაერალური (ე.ი. განვითარებულს ატმოსფერული დატენიანების პირობებში) ნიადაგის გარკვეული გეოქიმიური ასოციაციის გაბატონებით ან რამდენიმე გეოქიმიური ასოციაციის კანონზომიერი შეხამებით. ყოველი მინდორი ხასიათდება ნიადაგში გაბატონებული რეაქციით, ჰუმუსის განსაკუთრებული ხასიათით და ნიადაგის მინერალური ნაწილის გარკვეული ქიმიურ-მინერალოგიური შემადგენლობით.

ბ. როზანოვი (1977), რომელმაც შემდგომ განავითარა ვ.ა. კოვდას კონცეფცია, თვლიდა, რომ მსოფლიოს ნიადაგური საფრის მეგასტრუქტურა განისაზღვრება ხმელეთის ზედაპირის განვითარების გეოლოგიური ისტორიის პროცესში ფორმირებული ბიოკლიმატური სარტყლების და მსხვილი გენეტიკურ-მორფოსტრუქტურული რეგიონების არსებობით. წარმოქმნილი მეგასტრუქტურა შეიძლება მოკლედ იყოს დახასიათებული, როგორც ბლოკური ან სტრუქტურულ-ბლოკური. სტრუქტურული რეგიონების კონფიგურაცია, მათი ზომები და საზღვრები უპირველესად განისაზღვრება გეოლოგიური ფაქტორით და ნაკლებადაა დაკავშირებული ბიოკლიმატურ პროცესთან, თუმცა გენეტიკურად რეგიონების ბუნება მათთან არის დაკავშირებული. დედამიწის ნიადაგური საფრის მეგასტრუქტურის ყველაზე მსხვილი ერთეულია ნიადაგური ფორმაცია (ნიადაგურ-გეოქიმიური ფორმაცია), რომელიც მოიცავს გეოქიმიურად დაკავშირებული ნიადაგის ევოლუციურ რიგს მინერალური გარდაქმნების (კრიოგენული ნეიტრალური და სუსტად მჟავე მაძღარი ნიადაგის ფორმაცია, მჟავე სიალიტური, ძლიერ დიფერენცირებული ნიადაგის ფორმაცია, ნეიტრალური და სუსტად ტუტე ჰუმუს-მონტმორილონიტური ნიადაგის ფორმაცია და სხვ.) ერთგვაროვანი ხასიათით. ნიადაგური ფორმაციის ფარგლებში მეგასტრუქტურის მეორე დონეზე გამოიყოფა ნიადაგური რეგიონი, რომელიც შეესაბამება ხმელეთის კონკრეტულ გენეტიკურ-მორფოსტრუქტურულ რეგიონს. ნიადაგური რეგიონის ფარგლებში ნიადაგური საფრის მაკროსტრუქტურის თავისებურების შესაბამისად გამოიყოფა უფრო წვრილი ტაქსონი.

ხმელეთის მსხვილი, გეოტექტონიკურად განცალკევებული მორფოსტრუქტურული რეგიონის ნიადაგურ საფარში არსებობს მსგავსების ნიშნები, რომლებიც დაკავშირებულია გეოლოგიური ისტორიის და ტერიტორიის აგებულების ერთიანობასთან. ნიადაგური საფრის მსხვილი ტერიტორიალური ერთიანობები, რომლებიც ჩამოყალიბდა ხმელეთის თანამედროვე მორფოსტრუქტურის გეოლოგიური ისტორიის პროცესში და რომლებიც ხასიათდება ნიადაგური საფრის მეგასტრუქტურის გარკვეული ტიპით, გამოიყოფა ნიადაგურ-გეოლოგიური ქვეყნების სახელწოდებით. ეს რეგიონები, ნათლად გამოხატული გეოტექტონიკური განცალკევებით, უახლესი ტექტონიკური მოძრაობების ტიპის და ინტენსიურობის ერთიანობით, განსხვავდება დენუდაციური და აკუმულაციური პროცესის გარკვეული ერთობლიობით და ტერიტორიალურად ემთხვევა გეომორფოლოგიურ ქვეყნებს.

ნიადაგურ-გეოლოგიური ქვეყნებისთვის დამახასიათებელი თავისებური ლითოლოგიურ-გეომორფოლოგიური, გეოქიმიური პირობების და ჰოლოცენში ლანდშაფტების ევოლუციის ტენდენციების ერთიანობა განსაზღვრავს ნიადაგის და ნიადაგური საფრის სპეციფიკურ თავისებურებას. ამასთან, ხდება კლიმატის გავლენით შექმნილი ნიადაგის ზონალური სპექტრების კორექტირება, იცვლება მათი რიცხვი, გაჭიმულობა და მოხაზულობა, საზღვრების ხასიათი და აგრეთვე ზონაში ავტონომიური ნიადაგის წყობა და ნიადაგური საფრის სტრუქტურის ძირითადი თავისებურებანი.

მსხვილი გეოსტრუქტურული ერთეულების ფონზე (ნიადაგურ-გეოლოგიური ქვეყნები) არსებობს უფრო დაბალი რიგის (მაღლობი, დაბლობი) შესაფერისი მაკროსტრუქტურის ფორმები. მათთან და მათ ამგებ ქანებთან დაკავშირებულია ნიადაგური საფრის მაკროსტრუქტურის გარკვეული გენეტიკური ტიპების ფორმირება, რაც გამოიყოფა ნიადაგურ-გეოლოგიური რეგიონების სახელწოდებ-

ით. ნიადაგურ-გეოლოგიური რეგიონების და ნიადაგური ზონების საზღვრები არ ემთხვევა ერთმანეთს, რადგანაც მაკრორელიეფის ფორმებს აქვთ ტექტონიკური ბუნება.

რელიეფის და ნიადაგწარმომქმნელი ქანების მრავალფეროვნებასთან დაკავშირებული ნიადაგური საფრის დიფერენციაცია ნათლად არის გამოხატული ნიადაგური საფრის მეზოსტრუქტურის ფორმირებაში. ზონის ფარგლებში ლითოლოგიურ-გეომორფოლოგიური პირობები განსაზღვრავენ ნიადაგური საფრის კომპონენტურ შემადგენლობას, რაც დაკავშირებულია ტერიტორიის დრენირებასთან, ნიადაგწარმომქმნელი ქანების ქიმიურ-მინერალოგიურ და გრანულომეტრულ შემადგენლობასთან და აგრეთვე ნიადაგური საფრის მეზოსტრუქტურის გენეტიკურ-გეომეტრულ შენებასთან. ის განისაზღვრება ტექტონიკურად განპირობებული რელიეფის მორფოსტრუქტურული თავისებურებებით და სხვადასხვა ეგზოგენური პროცესის გავლენით შექმნილი რელიეფის მორფოსტრუქტურებით.

ნიადაგურ საფარზე მორფოსტრუქტურული საფუძვლის ყველაზე დიდი გავლენა მჟღავნდება დენუდაციურ ამაღლებულ მაღლობებზე, მთებში, პლატოზე და მთიანეთში, სადაც ჩვეულებრივ ზედაპირზე გამოდის სხვადასხვა მყარი ქანი და მისი ხირხატიანი დერივატი, რაც განსაზღვრავს ლითოლოგიურ არაერთგვაროვნებას და იწვევს მოუწესრიგებელი მოზაიკური სტრუქტურების და რთული შეხამებების – მოზაიკების გაჩენას. დენუდაციურ-აკუმულატიურ ვაკეზე მორფოსტრუქტურული საფუძვლის ლითოლოგიის გავლენა ნაკლებად მჟღავნდება. ის ძირითადად იგრძნობა ღრმა ეროზიული დანაწევრების ნაკვეთებზე. ფართოდ არის გავრცელებული ხისმაგვარი (ეროზიული) სტრუქტურები (მაგალითად, ევროპის მყინვარისპირა სარტყელი, ჩრდილოეთ ამერიკის დიდი ვაკეები და სხვ.). აკუმულაციურ ვაკეზე ნიადაგური საფრის დიფერენციაში მთავარი მნიშვნელობა ენიჭება ეგზოგენურ რელიეფს, რომელიც განსაზღვრავს ნიადაგის მოწესრიგებულ გენეტიკურ-გეომეტრიულ ფორმებთან შეხამების გაბატონებას. ასე, მაგალითად, ჩრდილოეთ ამერიკის და ევრაზიის ვაკის ვრცელ სივრცეებზე, რომლებმაც განიცადეს გამყინვარება, გავრცელებულია მომრგვალო-ლაქიანი მეზოსტრუქტურები, რომლებიც დაკავშირებულია ბორცვიან-მორენულ მყინვარულ რელიეფთან და რომლებიც ენაცვლება წყლოვან-მყინვარული ზოლებრივი და გამეჩხერებული ხისმაგვარი შეთანაწყობით.

მიუხედავად ნიადაგური საფრის მეზოსტრუქტურების უამრავი მრავალფეროვნებისა, მათ ფორმირებასა და გავრცელებაში არსებობს საერთო კანონზომიერებანი, რომლებიც დამახასიათებელია ყველა ნიადაგურ-გეოგრაფიული ზონისთვის.

მეზო- და მიკრორელიეფის ელემენტის მიხედვით, ნიადაგის გავრცელების ყველაზე ზოგადი მნიშვნელობა აქვს იმ კანონზომიერებას, რომელიც ს. ზახაროვის (1927) მიერ განსაზღვრული იყო, როგორც ნიადაგის ანალოგიური ტოპოგრაფიული რიგების კანონი. მისი არსი მდგომარეობს იმაში, რომ სხვადასხვა ნიადაგურ ზონაში ნიადაგური საფრის შემადგენლობა განსხვავებულია, მაგრამ რელიეფის ელემენტების მიხედვით ნიადაგის განაწილებას აქვს ანალოგიური ხასიათი: რელიეფის ამაღლებულ ელემენტებზე განლაგებულია გენეტიკურად დამოუკიდებელი (ავტონომიური) ნიადაგი, რომელიც გამოირჩევა მათში ნაკლებად მძრავი ნივთიერების შედარებითი აკუმულაციით, ხოლო რელიეფის უარყოფით ელემენტებთან თანდათან გადასვლისას ნიადაგურ საფარში სულ უფრო დიდ ნილს იკავებს გენეტიკურად

დაქვემდებარებული ნიადაგი, მათში ყოველი ნიადაგური ზონისთვის დამახასიათებელი მოძრავი ნივთიერებების აკუმულაციით. შესაბამისად, ტენიანი სუბტროპიკების დაბლობების ნიადაგი გამდიდრებულია რკინის და მანგანუმის ჟანგის და ქვეჟანგის ნაერთებით, მშრალი სუბტროპიკების – კარბონატებით, ტუტე და ტუტემიწა ელემენტების სულფატებით და ქლორიდებით.

რელიეფის სხვადასხვა დონეზე და სხვადასხვა ნიადაგურ-კლიმატურ ზონებში განლაგებულ ნიადაგში ნივთიერებების მიგრაციის კანონზომიერებანი საფუძვლიანად იყო შესწავლილი და განზოგადებული ბ.ბ. პოლინოვის (1956) მიერ სწავლებაში ნიადაგების და ლანდშაფტების გეოქიმიური დაკავშირების შესახებ. სხვადასხვა გეომორფოლოგიური დონის ნიადაგის თავისებურებანი განისაზღვრება არა მარტო მიგრაციის და ნიადაგის ტოპოგრაფიული რიგების მიხედვით ნიადაგის გადანაწილების კანონზომიერებებით, არამედ, რელიეფის მიხედვით მიკროკლიმატური და ჰიდროლოგიური პირობების შეცვლით, რაც, თავის მხრივ, მოქმედებს ნიადაგური ბიოტის შემადგენლობასა და ცხოველმოქმედებაზე, ე.ი. ნიადაგწარმოქმნის მთელ ხასიათზე და ნიადაგების თვისებებზე.

თავის დროზე აღნიშნული იყო, რომ რელიეფის ჩადაბლებულ ადგილებში აღინიშნება მიკროსტრუქტურები თავისი მიკროკლიმატით და მიკრომცენარეული ზოლებით და ამიტომაც ნიადაგი განლაგებულია მიკროზონებად – ზოლებად, რგოლებად და ქმნის თავის მიკრონიადაგურ ზონებს. მიკროჩადაბლებებში ნიადაგის განაწილების კანონზომიერებანი იხილება, როგორც ნიადაგურ-გეოგრაფიული „მიკროზონების კანონი". თუმცა ეს მოვლენა ატარებს უფრო კერძო ხასიათს და შეიძლება შეტანილ იქნეს ნიადაგის ტოპოგრაფიული რიგების ცნებაში.

რელიეფის ელემენტების მიხედვით ნიადაგის განაწილების კანონზომიერი ხასიათი, მათ შორის მჭიდრო გენეტიკური კავშირი და ყოველი ნიადაგური ზონისთვის ნიადაგის სპეციფიკური ტოპოგრაფიული რიგი, საფუძვლად დაედო სწავლებას ზონალური ნიადაგური შეხამებისთვის (მეზორელიეფის მიხედვით) და კომლექსებისთვის (მიკრორელიეფის მიხედვით). ამაში გამომყღავნდა ზონალობის საერთო კანონი და ამიტომ დაისვა საკითხი, რომ ზონალური ნიადაგის ცნება შეცვლილი ყოფილიყო ნიადაგის ზონალური კომბინაციების (შეხამება და კომპლექსები) ცნებით. შემდგომ დადასტურდა, რომ ბუნებაში ნიადაგის ყოველი ზონა შედგება მონათესავე ნიადაგების ზონალური კომპლექსისგან.

შემდგომ ეს მოსაზრება იქნა განვითარებული და ნიადაგურ ზონას იხილავდნენ, როგორც ნიადაგური შეხამებების გარკვეული ტიპის არეალს, რომლის შემადგენლობაში ვაკის ერთი ან რამდენიმე ტიპის ნიადაგთან ერთად აგრეთვე შედის ინტრაზონალურ პირობებში განვითარებული ნიადაგი.

ამგვარად, ნათელია, რამდენად მნიშვნელოვანი და ნაყოფიერი გამოდგა ნიადაგის გეოგრაფიისთვის ცნება ნიადაგის ტოპოგრაფიული რიგის შესახებ, მათში ნიადაგური საფრის სტრუქტურის ანალოგიური და სპეციფიკური ზონალური ნიშნების შესახებ.

არსებითად ნიადაგის ანალოგიური ტოპოგრაფიული რიგის კანონი წარმოადგენს ერთ-ერთ ხელმძღვანელ პრინციპს ნიადაგის მსხვილმასშტაბიანი კარტირებისას.

თანამედროვე ნიადაგური საფარი წარმოადგენს რთულ ჰეტეროტრონულ წარმონაქმნს. ჰეტეროტრონულობას განსაზღვრავს განსხვავება მის შემადგენლობასა

და შენებაში. ნიადაგური საფრის სტრუქტურის გეოგრაფიის საერთო კანონზომიერება ნათლად გამოიხატება მის დამოკიდებულებაში გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის პროცესების ასაკზე. ნიადაგური საფრის ფორმირების ხანგრძლივობა განსხვავებულია: ასი ათასი და მილიონი წელი ხმელეთის ძველ ზედაპირებზე (ცენტრალური ავსტრალია, აფრიკის და სამხრეთ ამერიკის რიგი რაიონი), ათასი წელი იმ რეგიონებში, რომლებმაც განიცადეს უკანასკნელი გამყინვარების გავლენა (ევროპის ჩრდილოეთი, კანადის ჩრდილოეთი, მთავარი კავკასიონის სამხრეთი ფერდობები), ათეული და ასეული წელი მდინარეების, ტბების, ზღვების ახალგაზრდა ტერასებზე თანამედროვე ვულკანიზმის პირობებში. საქართველოში ყველაზე ახალგაზრდაა (ჰოლოცენის ასაკი და უფრო ნაკლები) მაღალმთიანეთის ნიადაგური საფარი. გასული საუკუნის მეორე ნახევარში განხორციელდა რუკებზე ნიადაგური საფრის ფორმირების განსხვავებული ისტორიის მქონე სხვადასხვა ასაკის ტერიტორიების ასახვა. ნიადაგურ-გენეტიკური რეგიონების სახელწოდებით გამოყოფილი იყო ტერიტორიების რამდენიმე ტიპი.

მთის რეგიონები ხასიათდება ახალგაზრდა და მუდმივად განახლებადი ნიადაგური საფრით. მის ფარგლებში ფართოდაა გავრცელებული პირველადი ნიადაგი და ნიადაგ-ელუვიები. ნიადაგური საფრის ხშირი განახლება იწვევს ბიოკლიმატური და სხვა რელიქტური ნიშნების მოსპობას.

ალუვიური, ფლუვიოგლაციალური და ახალგაზრდა ზღვისპირა ვაკეები აგრეთვე დაფარულია ახალგაზრდა ნიადაგებით, მაგრამ მათ გაიარეს განვითარების აქვალური და სუბაქვალური სტადია და ხშირად ინარჩუნებენ ჰიდრომორფიზმის რელიქტურ ნიშნებს. შედარებით ახალგაზრდაა მყინვარული მორენული ნაფენით დაფარული ტერიტორიები; მათ შეეძლოთ არ გაევლოთ განვითარების სუბაქვალური სტადია. ლესისებრი ნაფენებით აგებულ ვაკეებზე, რომლებმაც არ განიცადეს გამყინვარება, ნიადაგწარმოქმნის ისტორია უფრო ხანგრძლივია.

პლატოებს და დენუდაციურ ვაკეს უკავშირდება ყველაზე ძველი ნიადაგი, კლიმატის მრავალჯერადი ცვლილებების, ზონების გადანაცვლების და მათთან დაკავშირებული ნიადაგის ევოლუციის ბიოკლიმატური ციკლების შედეგად, ხშირად რელიქტურ თანამედროვე პირობებთან მიმართებაში.

საქართველოში მთავარი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე ზღვის დონიდან 1000 მეტრამდე განვითარებული ნიადაგი ჰოლოცენის ასაკისაა (10 000-12 000 წელი). 1000 მეტრის ქვემოთ განვითარებული ნიადაგი ასი ათასი და მილიონი წლისაა, თუმცა, ნიადაგის მყიფე ბუნების გათვალისწინებით, შემორჩენილია მხოლოდ ცალკეული რელიქტური ჰორიზონტის ფრაგმენტი. ამ ნიადაგის დიდი ნაწილი პოლიგენეტიკურია და მათში შეხამებულია ძველი და თანამედროვე ნიადაგწარმოქმნის ნიშანი. ასეთი ნიადაგის კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენენ სუბტროპიკული ორშტეინიანი ეწერები, რომლებშიც სხვადასხვა სიღრმეზე არსებული მძლავრი ორშტეინიანი ფენა რელიქტური ბუნებისაა და არ უკავშირდება თანამედროვე ნიადაგწარმოქმნას. ზღვის დონიდან 1000 მეტრამდე ალუვიურ და დელუვიურ ნაფენზე აგრეთვე გეხვდება ახალგაზრდა ნიადაგი.

ამგვარად, განხილული ბიოკლიმატური, ლითოლოგიურ-გეომორფოლოგიური და ისტორიულ-გეოლოგიური კანონზომიერებანი ურთიერთგადაფარვით განსაზღვრავენ ნიადაგური საფრის მრავალფეროვნებას მისი სტრუქტურული ორგანიზაციის სხვადასხვა დონეზე.

8.3. ნიადაგური დარაიონების გამოცდილება საქართველოში

საქართველოს ნიადაგური დარაიონების პირველი სქემა შედგენილი იყო ს. ზახაროვის მიერ ჯერ კიდევ 1924 წელს. მას გამოყოფილი ჰქონდა სამი – დასავლეთ, აღმოსავლეთ და სამხრეთ საქართველოს ნიადაგური ოლქები. ამ ოლქების ფარგლებში დადგენილი იყო ვერტიკალური ზონები და ნიადაგური რაიონები. 1948 წელს მ. საბაშვილის მიერ შესრულებული პირველი ნიადაგური დარაიონება ძირითადში იმეორებდა ს. ზახაროვის დარაიონებას, თუმცა გაიზარდა ნიადაგური რაიონების რიცხვი. აღნიშნული რაიონების უმეტეს ნაწილში გამოყოფილია ქვერაიონებიც, ზოგ ზონებში – ქვეზონებიც. ნიადაგური რაიონები ყველაზე მეტად გამოსახავენ მათ მიერ დაკავებული ტერიტორიის თავისებურებას ნიადაგურ-გეომორფოლოგიური თვალსაზრისით, ქვერაიონები კი – ამ რაიონების ფარგლებში გეოგრაფიულად განცალკევებულ ნაწილებს და მათ თავისებურებას ნიადაგური პირობების მხრივ. ქვერაიონების ფარგლებში გამოყოფილ იქნა უფრო დეტალურად განსხვავებული ნაწილები – მიკრორაიონები, რომლებიც გათვალისწინებულ იქნა უფრო დეტალური მასშტაბის რუკებისათვის.

ვერტიკალური ზონალობის საფუძველზე აგებული „ნიადაგ-ლანდშაფტური ზონების" სქემა მოცემული იყო დ. გედევანიშვილის (1932) მიერ.

მ. საბაშვილის (1957) ნიადაგური დარაიონების მეორე სქემაში გამოყოფილი იყო იგივე – დასავლეთ, აღმოსავლეთ და სამხრეთ საქართველოს ნიადაგური ოლქები, მაგრამ, მ. საბაშვილის პირველი სქემისაგან განსხვავებით, თითოეულ ოლქში გამოყოფილია ა. ჯავახიშვილის სახელწოდებების შესაბამისად: ა) კავკასიონის, ბ) მცირე კავკასიონის (სამხრეთ მთიანეთის) განივი ქედების და გ) მთათაშორისი დაბლობების ქვეოლქები და მათ ფარგლებში ვერტიკალური ზონები და ნიადაგური რაიონები; გადიდებულია რაიონების რაოდენობაც. სულ ამ სქემის თანახმად გამოყოფილია 47 ნიადაგური რაიონი და 55 ქვერაიონი.

ძველი სქემისაგან განსხვავებით, ცალკე იყო გამოყოფილი აღმოსავლეთ საქართველოს მთათაშორისი დაბლობების (შიდა ქართლის, მუხრანის, გარე კახეთის, ალაზნის, ქვემო ქართლის) და ველიანი ზეგნების ქვეოლქები, რომლებიც მოიცავდნენ აღმოსავლეთ საქართველოს: 1. ვაკეების გარდამავალი ტყე-ველისა და ტყის ნიადაგისა და 2. ველებისა და უდაბნო-ველების ნიადაგის ზონებს. ახალციხის ქვაბული გამოყოფილია ცალკე, როგორც სამხრეთ საქართველოს ქვეოლქი. ამის შესაბამისად, სამხრეთ საქართველოს ნიადაგურ ოლქში გამოყოფილია: ვულკანური ზეგანი – მთიანი ველების და მთა-მდელოების ნიადაგის ზონებით და ახალციხის ქვაბულის ქვეოლქი გარდამავალი სახის ტყე-ველის ნიადაგის და მთა-ტყეთა ნიადაგის ზონებით.

მ. საბაშვილის (1965) ნიადაგური დარაიონების მესამე სქემა იმავე პრინციპზეა აგებული, რომელზეც მეორე სქემა, მაგრამ ის ბევრად უფრო დეტალურია, განსაკუთრებით ქვერაიონების ნაწილში. ეს სქემა იგივე ოლქების, ქვეოლქებისა და ნიადაგური ზონების ფარგლებში შეიცავს 48 ნიადაგურ რაიონს და 169 ქვერაიონს: დასახელებულია ზოგიერთი მიკრორაიონიც. ქვერაიონების რაოდენობა უფრო მეტად გადიდებულია დაბლობებისა და მთისწინების ნაწილში, რომელთაც ბევრად მეტი მნიშვნელობა აქვთ ნიადაგის გამოყენების თვალსაზრისით. საკმაოდ გადიდე-

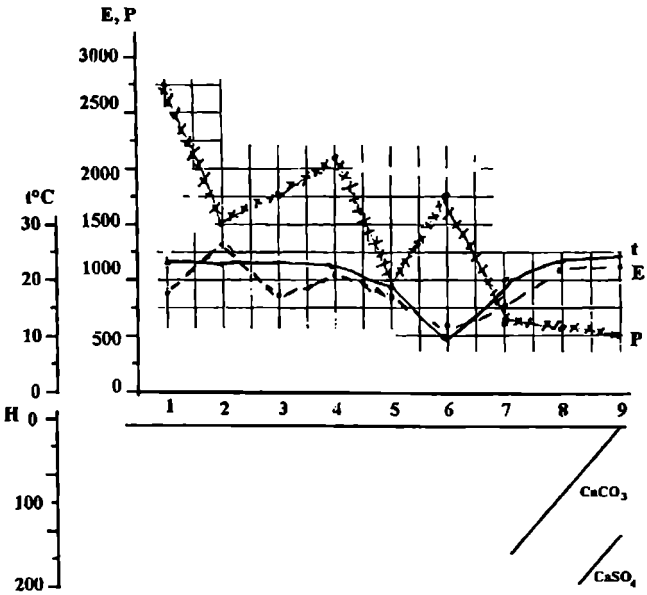
ბულია ნიადაგური ქვერაიონები მთა-ტყეთა და მთა-მდელოთა ნიადაგის ზონებშიც.

ნიადაგური დარაიონების უახლეს სქემაში, წინა სქემებისგან განსხვავებით, ზონებისა და რაიონების განლაგება მოცემულია ქვევიდან ზევით, ე.ი. ჯერ დაბლობების, შემდეგ მთისწინების, მთა-ტყეთა და მთა-მდელოთა ზონებისათვის (ა. ურუშაძე, 2005).

დაბლობებისა და მთისწინების აღნიშნულ ზონებში რაიონები და, განსაკუთრებით, ქვერაიონები ტერიტორიულად ხშირად მცირეა და ისინი უფრო შეესაბამება მიკრორაიონების ცნებას.

8.4. საქართველოს ნიადაგების ზონალობა

საქართველოს ნიადაგების გეოგრაფიული გავრცელების კანონზომიერება მთის რეგიონებისთვის გამორჩეულ მაგალითს წარმოადგენს და საგულისხმოა, რომ სწორედ ის საფუძვლად დაედო ნიადაგის ვერტიკალური გავრცელების კანონზომიერებას – ნიადაგის გეოგრაფიის ერთ-ერთ ძირითად კანონს.



ნახ. 15. საქართველოს ტერიტორიის ნიადაგურ-გეოგრაფიული პროფილი:
E – აორთქლება, მმ; P – ნალექები, მმ; t°C – ტემპერატურა გრადუსებში;
1 – ნითელმიწა; 2 –ყვითელმიწა; 3 – ყვითელმიწა-ეწერი; 4 – ყვითელ-ყომრალი;
5 – ყომრალი; 6 – მთა-მდელოს; 7 – შავი; 8 – ყავისფერი; 9 – რუხი-ყავისფერი.

ა. ურუშაძის მიხედვით, ნიადაგ-ჰორიზონტალური ზონა დასავლეთ საქართველოში ზღვისპირა თერმო-ჰუმიდური, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში კონტინენტალურ-არიდული კლიმატის შესაბამისი, განსხვავებული ნიადაგური ტაქსონით არის წარმოდგენილი. ამ მხრივ ქვეყნის დასავლეთისა და აღმოსავლეთის ნიადაგ-ვერტიკალური ზონების ტაქსონებს შორის განსხვავება აშკარად ნაკლებია.

საქართველოს მთიანეთი (600-3500 მ ზღვის დონიდან) წარმოდგენილია ბორეალური და სუბბორეალური გეოგრაფიული სარტყლებით.

ბორეალური სარტყელი მოიცავს არქაიკულ (პრიმიტიულ) მუდმივი მზრალობის (ყინულოვან) მოსაზღვრე, ნიადაგწარმოქმნის პროცესის ჩანასახ სტადიაზე მყოფ პრიმიტიულ და მის მიმდებარე მთა-მდელოს ნიადაგ-ვერტიკალური ზონის ნიადაგს.

ალპური სარტყლის მთა-მდელოს ნიადაგ-ვერტიკალური ზონის ნიადაგს ათას მეტრამდე (ალაგ-ალაგ მეტიც) ფართობის ზოლი უკავია; ხასიათდება ძლიერ ცივი კლიმატით და მოკლე ვეგეტაციის მდელოს მცენარეული საფრით. ქვეყნის ნიადაგური საფრის ტაქსონებს შორის ის ყველაზე ახალგაზრდაა – მცირე აბსოლუტური ხნოვანებისაა. ამიტომ, უმეტეს შემთხვევაში ამ ნიადაგის (მთა-მდელოს) ვერტიკალური პროფილი მცირე სიღრმისაა – ჩვეულებრივ 50 სმ-მდე. ნიადაგი მდიდარია ნაკლებად ჰუმიფიცირებული ორგანული ნივთიერებით – 20 % და მეტი; ხასიათდება მჟავე რეაქციით, მეტწილად თიხნარი (საშუალო) მექანიკური შედგენილობით და მსხვილი ხირხატიანობით. დიდი დაქანების ფერდობებზე წყლისა და, ზოგჯერ, ქარისმიერი ეროზიულობით.

მაღალმთიანეთის ნიადაგ-ეერტიკალური ზონის ეს ტაქსონი საძოვარ (ნაწილობრივ სათიბ) სავარგულად არის გამოყენებული – ცხერისა და მსხვილფეხა პირუტყვის მთავარ „დამაპურებელ" სიმდიდრეს წარმოადგენს.

სუბბორეალური გეოგრაფიული სარტყელი – ზღვის დონებრივი ზედაპირიდან 1800-2200 მ სიმაღლის – მთა-ტყე-მდელოს სუბალპურ ზონას უკავია. ნიადაგ-ვერტიკალური ზონის ამ ტაქსონს, მთა-მდელოს ნიადაგთან შედარებით, მეტი სიღრმე, უკეთ ჰუმიფიცირებული ორგანული ნივთიერება ახასიათებს. მეტწილად ის ხასიათდება მძიმე თიხნარი მექანიკური შედგენილობითა და მჟავე რეაქციით (pH=4-5).

სამხრეთ მთიანეთში სუბბორეალური გეოგრაფიული სარტყლის იმავე ჰიფსომეტრული ნიშნულების (2000 მ-ზე მეტ-ნაკლები) ნიადაგ-ვერტიკალურ ზონაში, ინვერსიის გამო, როგორც ეს ზემოთ უკვე იყო აღნიშნული, განვითარებულია მთის შავმიწა ნიადაგი, რომელიც უმთავრესად საშუალოდ ჰუმუსიანია (6-8%), ჰუმუსი ჰუმატური ბუნებისაა; ახასიათებს ნეიტრალური (ან მასთან მიახლოებული) რეაქცია, ფუძეებით მაძღრობა, საკმაოდ მაღალი შთანთქმის ტევადობა (45-50 მგ-ექვ/100 გრ ნიადაგში). მთის შავმიწის უდიდესი ნაწილი გამოყენებულია სახნავ-სათეს სავარგულად.

სუბბორეალური გეოგრაფიული სარტყლობა – ჰიფსომეტრიის მხრივ ქვედა და საშუალო სიმაღლე (აღმოსავლეთ საქართველოში 800-1600 მ, ხოლო დასავლეთ საქართველოში 500-1600 მ) წარმოდგენილია ფართოფოთლოვანი ტყის (წიფელა, მუხა, ნაბლი, რცხილა) ყომრალი ნიადაგით. ნიადაგი ჰიფსომეტრიით, დედაქანების და მცენარეულ ფიტოცენოზთა გვარობის მიხედვით რამდენიმე ქვეტიპით არის

წარმოდგენილი. ყომრალი ნიადაგების ქვეტიპების ჰუმუსის შემცველობა საშუალოა (3-4,5%) და საშუალოზე მცირეა (<3%), მექანიკური შედგენილობით მსუბუქ თიხიანია. ნიადაგი ხასიათდება კარგად გამოხატული გათიხებით, ფუძეებით სუსტი არამაძღრობით და მჟავე – სუსტი მჟავე რეაქციით. ვერტიკალური ზონალობის ამ ნიადაგური ტაქსონის უდიდესი ნაწილი აუთვისებელია – ტყეს უკავია.

თუ დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს ნიადაგ-ვერტიკალური ზონები ერთიმეორისგან დიდად არ განსხვავდება, იგივე არ ითქმის მათ ჰორიზონტალურ ზონებზე. აქ, პირიქით, მათ შორის განსხვავება დიდია.

ტენიან სუბტროპიკულ ჰორიზონტალურ ზონაში უკარბონატო თიხა-ფიქლებზე, ნაბლისა და წიფლის ტყის საფარში განვითარებულია ალიტური ბუნების ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი.

ყვითელ-ყომრალ ნიადაგს ქვემოდან გასდევს წითელმიწისა და ყვითელმინის ნიადაგ-ჰორიზონტალური ზონა, რომელიც აერთიანებს დასახელებული ნიადაგების ტიპურ და გაეწრებულ-ლებიან ტაქსონებს. ეს ნიადაგ-ჰორიზონტალური ზონა ფაქტობრივად ანტროპოგენური ხასიათისაა. მისი ნიადაგი თითქმის მთლიანად არის დაკავებული ჩაის პლანტაციებით და სუბტროპიკული ხეხილოვანი და ტექნიკური კულტურებით.

ჰორიზონტალური ზონის ჰიფსომეტრია ძირითადად 100-300 (400) მეტრის ფარგლებშია მოქცეული. ბორცვიან-გორაკიანი რელიეფის ზოლი უკავია ტიპურ წითელმინას და ყვითელმინას, ხოლო დიდი ფერდობები მათ სუსტად განვითარებულ ტაქსონებს, მოსწორებული ვაკეები – გაეწრებულ წითელმიწასა და ყვითელმინას.

ჰორიზონტალური ზონის ყველა ეს ნიადაგი ხასიათდება მჟავე რეაქციით, ძლიერ გამოხატული ფუძეების არამაძღრობით, დაბალი შთანთქმის ტევადობით. ყვითელმინა-ეწერ ნიადაგს, წითელმიწისგან (და წითელმიწა გაეწრებული ნიადაგისგან) განსხვავებით, ახასიათებს ძლიერი მელჭვლიანობა და ვერტიკალური პროფილის მკვეთრი დიფერენციაცია, ასევე გარდამავალი ჰორიზონტის მექანიკური შედგენილობის გამსუბუქება. ყვითელმინა-ეწერლებიანი ნიადაგის პროფილში შემატებულია მტრედისფერი ახალწარმონაქმნები.

მშრალი სუბტროპიკების (აღმოსავლეთი საქართველო) ჰორიზონტალური ზონა წარმოადგენს 300-800 მ ზღვის დონის ზედაპირიდან სუსტად დახრილ ვაკეს. ზონა, თერმო-, ჰიდრო- და ფიტოცენოზური მაჩვენებლების მიხედვით აერთიანებს სუბტროპიკული ტყე-სტეპისა და მშრალი სუბტროპიკული სტეპის ქვეზონას. პირველი მათგანის უმთავრეს ნიადაგურ ტაქსონს წარმოადგენს ყავისფერი ნიადაგი, ხოლო მეორის – შავი და რუხი-ყავისფერი ნიადაგი.

ქვეზონაში, შევაკებული რელიეფის ელემენტებზე (უფრო მეტად კახეთის ციცგომბორის ქედის შლეიფებზე) გვხვდება კირქვიანი ქანების კორდიან-კარბონატული ნიადაგის ევოლუციის მაღალი საფეხურის – ყავისფერი კარბონატული ნიადაგი, რომლის (კორდიან-კარბონატული) ნიშან-თვისებების გამოხატულება რეგრესის გზაზეა. ნიადაგის წვრილმიწიანი ფენა ღრმავდება, ზედა ფენა კი კარბონატებისგან გამოტუტულია და აქვს ყავისფერი ნიადაგის მონითალო-მოყავისფრო ელფერი.

ყავისფერი ნიადაგი სამხრეთ მთიანეთში გვხვდება შედარებით მაღალ ჰიფსომეტრული ნიშნულების ზოლში, რომლის უფრო მშრალი პირობების შესაბამისად მცენარეთა საფარი გაქსეროფირებულია და ჰუმუსის რაოდენობა შემცირებულია (2,5-3,5 %).

სუბტროპიკული ზონის ტყე-სტეპის მოვაკებულ გასტეპებულ პირობებში გვხვდება მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი. შუა ქართლში ამ ნიადაგის დაწიდულ და, სიღრმით, ლებიან სახესხვაობებს აქვთ საკმაოდ ფართო გავრცელება.

ქართლ-კახეთის სუბტროპიკული ნიადაგის დიდი ნაწილი ათვისებულია – გამოყენებულია ხარისხოვანი ვენახებისა და ხილის ბაღებისთვის.

მშრალი სუბტროპიკული ტყე-სტეპის ნიადაგს, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, შავი და რუხი-ყავისფერი ნიადაგი წარმოადგენს.

შავი ნიადაგი გავრცელებულია ჰორიზონტალური ზონალობის 500-700 მ ჰიფსომეტრული სიმაღლის ზოლში – მდელო-სტეპის ლანდშაფტურ პირობებში.

ცხრ. 14. საქართველოს ნიადაგური ზონალობა (ა. ურუშაძე, 2006)

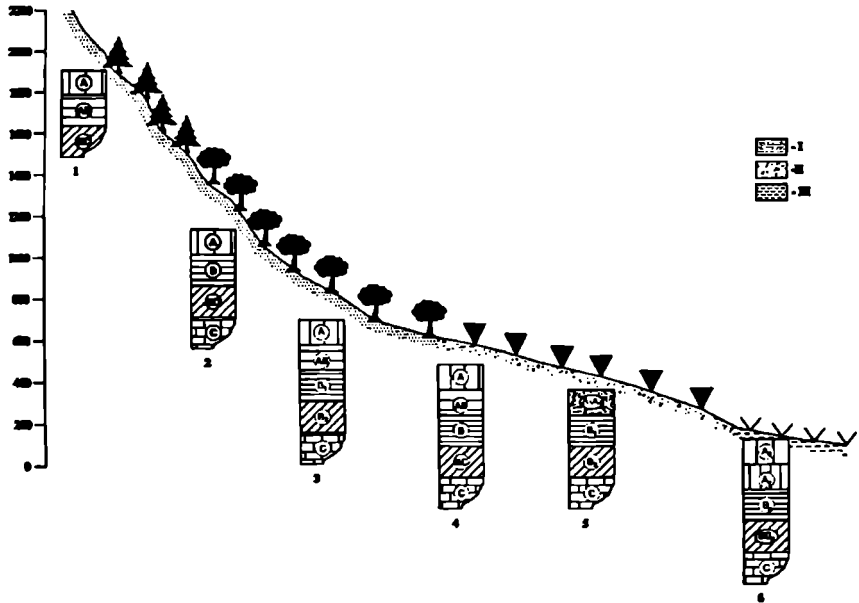
გეოგრაფიული სარტყელი	ნიადაგის ზონები		ზონების ანომალიები		ზონათა უმთავრესი ნიადაგი
	ვერტიკალური	ჰორიზონტალური	ინტრაზონალური	აზონალური	
ბორეალური	ალპური	–	მთა-მდელოს კარბონატული	–	მთა-მდელოს
სუბბორეალური	სუბალპური მთა-ტყის	–	კორდიან-კარბონატული	–	მთა-ტყე-მდელოს
სუბტროპიკული სემიარიდული	–	ტყე-სტეპის	კორდიან-კარბონატული	ალუვიური	ყავისფერი, მდელოს-ყავისფერი
სუბტროპიკული არიდული	–	მშრალი სტეპის	ჰალოგენ-ბიცობიანი	–	შავი, რუხი-ყავისფერი
სუბტროპიკული ექსტრა-ჰუმიდური	–	მარადმწვანე კოლხური ტიპის	ჭაობიანი	ალუვიური	ნითელმინა, ყვითელმინა
სუბტროპიკული ჰუმიდური	–	მარადმწვანე კოლხური ტიპის	კორდიან-კარბონატული	ალუვიური	სუბტროპიკული ენერი

მშრალი სუბტროპიკული პირობების ყველაზე არიდული კატეგორიის თერმულ ზონას წარმოადგენს რუხი-ყავისფერი ნიადაგის ქვეზონა, რომელიც აღმოსავლეთ საქართველოს ნიადაგ-ჰორიზონტალური სარტყლის ყველაზე დაბალ ჰიფსომეტრული ნიშნულის ზოლშია (300-400 მ).

ქვემო ქართლისა და გარე კახეთის ზეგანის რუხი-ყავისფერი ნიადაგის ფაციალურ სხვაობას წარმოადგენს სამხრეთ საქართველოში ზღვის დონიდან 1300 მეტრის სიმაღლემდე განვითარებული ამავე ტიპის ნიადაგი.

ტენიან სუბტროპიკულ ნიადაგს შორის ინტრაზონალურ ნიადაგს წარმოადგენს კორდიან-კარბონატული ნიადაგი, ხოლო შავი და რუხი-ყავისფერი ნიადაგის ქვეზონაში – ჰალოგენურ-ბიცობიანი ტაქსონები.

ნიადაგურ-ჰორიზონტალური ზონის (ქვეზონის) ნიადაგის დიდი ნაწილი გამოყენებულია სახნავ-სათეს სავარგულებად, ხოლო შედარებით მცირე – ზამთრის საძოვრებად.



ნახ. 16. ნიადაგების ვერტიკალური ზონალობა დასავლეთ საქართველოში.
1 – მთა-მდელოს; 2 – ყომრალი; 3 – ყვითელ-ყომრალი; 4 – ნითელმიწა;
5 –ყვითელმიწა-ენერი; 6 – ჭაობიანი.
I – მეტამორფული და მაგმური ქანები; II – დანალექი ქანები;
III – აკუმულაციურ-დენუდაციური ქანები.

აზონალური ალუვიური ნიადაგის გავრცელების უმთავრეს ზონას ტენიანი სუბტროპიკების ბარის რაიონები წარმოადგენს, შემდეგ ადგილზე მოდის სუბტროპიკული ტყე-სტეპის – ყავისფერი ნიადაგის რაიონები.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რაში მდგომარეობს ნიადაგური საფრის ბიოკლიმატური კანონზომიერება?
2. რაში მდგომარეობს ნიადაგური საფრის ლითოლოგიურ-გეომორფოლოგიური კანონზომიერება?
3. რაში მდგომარეობს ნიადაგური საფრის ისტორიულ-გეოლოგიური კანონზომიერება?
4. ნიადაგური დარაიონების რა გამოცდილება არსებობს საქართველოში?
5. რატომ წარმოადგენს საქართველოს ნიადაგების გეოგრაფიული გავრცელების კანონზომიერება მთის რეგიონებისთვის გამორჩეულ მაგალითს?
6. დაახასიათეთ საქართველოს ნიადაგების ზონალობა.

ნაწილი II

ნიადაგის მყარი, თხიერი და გაზისებრი ფაზის შედგენილობა და თვისებები

თავი 9. ნიადაგწარმომქმნელი ქანის და ნიადაგის გრანულომეტრული (მექანიკური) შედგენილობა

ნიადაგის და ნიადაგწარმომქმნელი ქანის მყარი ფაზა შედგება სხვადასხვა ზომის ნაწილაკისგან, ანუ მექანიკური ელემენტისგან. წარმოშობის მიხედვით არჩევენ მინერალურ, ორგანულ და ორგანულ-მინერალურ ნაწილაკს, რომელიც წარმოადგენს ქანის ნატეხს, ცალკეული მინერალის (პირველადი და მეორადი) ჰუმუსოვან ნივთიერებას, ორგანული და მინერალური ნივთიერების ურთიერთქმედების პროდუქტს.

მექანიკური ელემენტი იმყოფება ნიადაგსა და ქანში თავისუფალ მდგომარეობაში (მაგალითად, ქვიშაში) და აგრეგატულში, როდესაც შეკავშირებულია სტრუქტურულ ერთეულში – სხვადასხვა ფორმის, სიდიდის და სიმკვრივის აგრეგატში. აგრეგატი შეიძლება დაიშალოს მექანიკურ ელემენტად მექანიკური დანოლის ან წყალში დალბობის დროს.

მიკროაგრეგატებში (<0,25 მმ) ნაწილაკები უფრო მყარად არიან შებოჭილი და მათი სრული განცალკევებისთვის იყენებენ ქიმიურ დამუშავებას.

მყარი ქანის და მინერალის ნატეხი, რომელიც ქმნის ნიადაგების მყარ ფაზას, განსხვავდება არა მარტო კრისტალური სტრუქტურის ტიპით და ქიმიური შედგენილობით, არამედ ზომითაც. ნიადაგწარმომქმნელ ქანში და ნიადაგში შეიძლება იყოს მყარი ქანის ნატეხი, რომელიც იზომება სანტიმეტრით ან ათეული სანტიმეტრებით (ე.წ. ნიადაგის ხირხატი). პირველადი მინერალების ცალკეული მარცვლების ზომები ჩვეულებრივ 1,00-დან 0,01 მმ-მდეა, თუმცა საკმაოდ ხშირად კვარცის, მინდვრის შპატების და სხვა მინერალის ზოგიერთი მარცვლის დიამეტრიც აღემატება 1 მმ. სხვადასხვაქარსიანი მინერალის (სერიციტი, ჰიდროქარსი და სხვ.) ცალკეული მარცვლის ზომა ჩვეულებრივ მერყეობს 0,01 მმ-დან 0,001 მმ-მდე. ყველაზე გავრცელებული თიხამინერალი კიდევ უფრო დისპერსულია, ნაწილაკის ზომაა – 0,005-0,0001 მმ. ნიადაგში არსებობს კოლოიდურ-დისპერსული მინერალური და ორგანული ნივთიერება, რომლის ნაწილაკის დიამეტრი ჩვეულებრივ 0,0001 მმ-ზე ნაკლებია.

ნიადაგწარმომქმნელ ქანში და ნიადაგში ამა თუ იმ ზომის ნაწილაკის სიჭარბე მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს ნიადაგური მასის მრავალ ფიზიკურ თვისებას.

ნიადაგში სხვადასხვა ზომის ნაწილაკის პროცენტული შემცველობა და შეფარდება წარმოადგენს გრანულომეტრულ (ან მექანიკურ) შედგენილობას. როდესაც ლაპარაკია სხვადასხვა ზომის ნაწილაკის შეფარდებაზე, მხედველობაში აქვთ ნაწილაკის ჯგუფი, რომლის დიამეტრი მდებარეობს გარკვეულ საზღვრებში. ცალ-

კეული ჯგუფი გამოიყოფა გრანულომეტრული (მექანიკური) ფრაქციის სახელწოდებით (ცხრ. 15).

ცხრ. 15 ნიადაგური მასის გრანულომეტრული ელემენტების კლასიფიკაცია (მმ-ში)

გრანულომეტრული ელემენტების ზომა	გრანულომეტრული ელემენტის დასახელება	
>3	ნიადაგის ქვიანი ნაწილი	
3 – 1	ქვიშა მსხვილი	ფიზიკური ქვიშა
1 – 0,25	ქვიშა საშუალო	
0,25 – 0,05	ქვიშა წვრილი	
0,05 – 0,01	მტვერი მსხვილი	
0,01 – 0,005	მტვერი საშუალო	ფიზიკური თიხა
0,005 – 0,001	მტვერი წვრილი	
< 0,001	ლექი	
< 0,0001	კოლოიდები	

ფრაქციებში ზომის მიხედვით ნაწილაკების დაჯგუფება წარმოადგენს გრანულომეტრული (მექანიკური) ელემენტების კლასიფიკაციას. გრანულომეტრული ფრაქციების განცალკევებას საფუძვლად ძირითადში უდევს განსხვავება წყლოვან-ფიზიკურ თვისებაში. ასე, მაგალითად, ნიადაგის ქვიან ნაწილს ან ნიადაგურ ხირხატს თითქმის არ გააჩნია ნიადაგში ჩაჟონილი ტენის შეკავების და აგრეთვე მისი ზემოთ ამოწევის უნარი, მაგალითად, კაპილარებით გრუნტის წყლების დონიდან. ქვიშას (3,0-0,005 მმ) გააჩნია ძალიან სუსტი წყალშეკავებითი და წყალაწევითი უნარი. პირიქით, მტვერი (0,05-0,001 მმ) ძალიან კარგად აკავებს წყალს და გააჩნია კარგი წყალაწევითი უნარი. მტვრიან ნიადაგებში წყალი კაპილარებით შეიძლება ამოდიოდეს გრუნტის წყლების დონიდან 4-5 მეტრით ზემოთ. ლექს (<0,001 მმ) აქვს ცუდი წყალგამტარობა და ნაკლები, ვიდრე მტვრიან ნაწილაკებს, წყალაწევითი უნარი. უკანასკნელ შემთხვევაში ნაწილაკებს შორის კაპილარული შუალედი ძალიან მცირეა, ხოლო დატენიანებისას უფრო მცირდება. ამ შემთხვევაში ყოველი ნაწილაკის ირგვლივ იქმნება წყლის აფსკი, რომელიც კავდება მოლეკულური მიზიდულობის ძალებით. ტენიან მდგომარეობაში ლექის ფრაქცია ძალიან იჯირჯვება, ხოლო გაშრობისას – იკუმშება.

ამგვარად, ოთხი ძირითადი ფრაქცია – ნიადაგების ქვიანი ნაწილი, ქვიშა, მტვერი და ლექი – იმის გარდა, რომ ჩვეულებრივ განსხვავდებიან ერთიმეორისგან მინერალოგიური შედგენილობით, განსხვავდებიან აგრეთვე ფიზიკური თვისებებითაც.

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში გრანულომეტრულ ფრაქციებს გამოჰყოფენ ნაწილაკების ზომის განსხვავებული გრადაციით. საზღვარი მსხვილ- და წვრილმინას შორის გაჰყავთ 2 მმ ნაწილაკების ზომაზე. ქვიშის ფრაქციას, რომელიც იყოფა მსხვილ, საშუალო და წვრილზე, მიეკუთვნება ნაწილაკები ზომით 2-0,074 მმ, ხოლო მტვრის ფრაქციას – ნაწილაკები, ზომა 0,074-0,002 მმ ფარგლებშია.

საერთაშორისო შეთანხმების თანახმად, მსოფლიოს უმრავლეს ქვეყანაში ფრაქციების გამოყოფისას მოქმედებს გრანულომეტრული ელემენტების ზომის შემდეგი სკალა: მსხვილმიწა (ნიადაგური მასის ხრეშიანი და ქვიანი ნაწილი) > 2 მმ, წვრილმიწა <2 მმ. წვრილმიწაში გამოიყოფა ფრაქციები: მსხვილი და საშუალო ქვიშის – 2 – 0,2 მმ, წვრილი ქვიშის – 0,2 – 0,074 მმ, მტვრის – 0,074-0,002 მმ, თიხის (ლექის) – <0,002 მმ.

გრანულომეტრული (მექანიკური) ელემენტების რაოდენობრივი განსაზღვრა წარმოადგენს გრანულომეტრულ (მექანიკურ) ანალიზს.

არსებობს ფხვიერი ნაფენის და ნიადაგის გრანულომეტრული ანალიზის სხვადასხვა მეთოდი. რადგანაც ნიადაგის შემადგენლობაში შეიძლება შედიოდნენ როგორც მსხვილი, ისე წვრილი ნანილაკები, ამიტომ მათი განცალკევების მეთოდებიც განსხვავებულია.

ანალიზის დაწყებამდე აგრეგატების დასაშლელად ნიადაგის ნიმუშები ისრისება სანაყში რეზინის ფილთაქვით. მსხვილი ფრაქცია – ქვიანი ნაწილი და მსხვილი ქვიშა – ჩვეულებრივ იყოფა საცრებით ნახვრეტებით 0,25; 1; 2; 5; 7 და 10 მმ. 1 მმ ნაკლები დიამეტრის ნანილაკების დაყოფა ჩვეულებრივ ხდება ჰიდრავლიკური ანალიზის ან განლექის მეთოდით. ასეთი ანალიზის დროს ნიადაგის ნიმუშები, რომლებიც გატარებული იყო საცერში დიამეტრით 1 მმ, აიქაფება წყალში. წყნარი დინების დროს ნანილაკები იწყებენ დალექვას სხვადასხვა სისწრაფით. სხვადასხვა დიამეტრის ნანილაკების გამოსაყოფად ხდება იმ დროის გათვლა, რომელიც საჭიროა, რათა გარკვეული სისქის სითხის სვეტი განთავისუფლდეს უფრო დიდი დიამეტრის ნაწილაკისგან.

გამოიყენება მექანიკური ფრაქციების გაყოფის ორი მეთოდი:

ა) ფრაქციების ნანედომის მეთოდი, რომელსაც ჩვეულებრივ იყენებენ მსუბუქი ნიადაგის ანალიზის და ცალკეული ფრაქციების გამოყოფის დროს მინერალოგიური და ქიმიური ანალიზისთვის;

ბ) პიპეტის მეთოდი, რომელიც გამოიყენება მტვრიანი და ლექის ნაწილაკებით გამდიდრებული ნიადაგისთვის.

ამჟამად გამოიყენება გრანულომეტრული შედგენილობის განსაზღვრის უფრო სრულყოფილი მეთოდები, მაგალითად, ნაწილაკების ზომების ლაზერული ანალიზატორი.

გრანულომეტრული შემადგენლობის მიხედვით ქანების და ნიადაგების კლასიფიკაციისთვის ხდება ზემოთ დასახელებული ფრაქციების გაერთიანება უფრო მსხვილ ჯგუფებში. ფრაქციების ჯამი, რომელიც 0,01 მმ-ზე ნაკლებია, გამოიყოფა ფიზიკური თიხის სახელწოდებით, ხოლო ფრაქციები, რომელთა ზომებია 0,01 მმ-დან 1 მმ-მდე, მიეკუთვნება ფიზიკურ ქვიშას. შეფარდება ფიზიკურ ქვიშასა და ფიზიკურ თიხას შორის წარმოადგენს მთავარ კრიტერიუმს ნიადაგების და ქანების კლასიფიკაციისთვის გრანულომეტრული შედგენილობის მიხედვით.

ცხრილ 16-ში მოტანილი რაოდენობრივი მაჩვენებლების საფუძველზე ხდება ნიადაგის ან ქანის გრანულომეტრული შედგენილობის დასახელება, ხოლო 17-ში – ქვიანობის ხარისხი.

გრანულომეტრული შედგენილობის სხვადასხვა ქანსა და ნიადაგში ფრაქციების შეფარდების გრაფიკული დადგენისთვის აშშ და დასავლეთ ეროპაში გამოიყენებენ სამკუთხედის ფორმის გრაფიკს, რომლის კედლებზე ნაჩვენებია ლექის, მტვრის და ქვიშის შემცველობა (1-დან 100 %-მდე) (ნახ.17). სამკუთხედის გვერდების პარალე-

ლურად გავლებულ კოორდინატების გადაკვეთისას, მის შიგნით განცალკევდება მინდვრები ამ ფრაქციების ამა თუ იმ შეფარდებით.

ცხრ. 16. ნიადაგის და ქანის კლასიფიკაცია გრანულომეტრული შედგენილობის მიხედვით

ფიზიკური თიხა (<0,001 მმ), %			დასახელება
ტყის ნიადაგი	ველის ნიადაგი	ბიცი ნიადაგი	
0 – 5	0 – 5	0 – 5	ქვიშა ფხვიერი
5 – 10	5 – 10	5 – 10	ქვიშა ბმული
10 – 20	10 – 20	10 – 15	ქვიშნარი
20 – 30	20 – 30	15 – 20	თიხნარი მსუბუქი
30 – 40	30 – 45	20 – 30	თიხნარი საშუალო
40 – 50	45 – 60	30 – 40	თიხნარი მძიმე
50 – 65	60 – 75	40 – 50	თიხა მსუბუქი
65- 80	75 – 85	50 – 65	თიხა საშუალო
>80	>85	>65	თიხა მძიმე

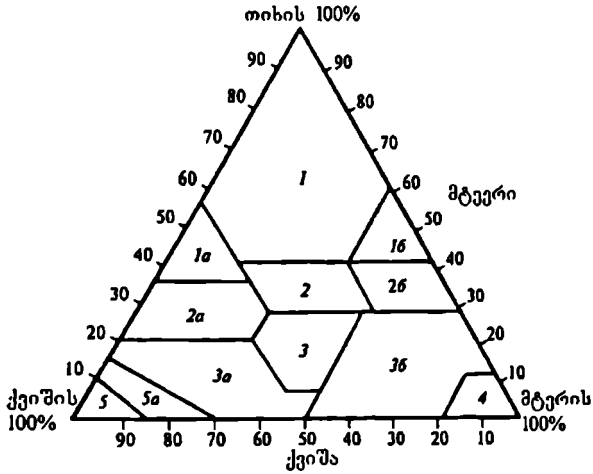
ცხრ. 17. ნიადაგის ქვიანობის ხარისხი

<3 მმ (%) ფრაქციის შემცველობა	ქვიანობის ხარისხი
<0,5	არაქვიანი
0,5 – 5,0	სუსტად ქვიანი
5 – 10	საშუალოდ ქვიანი
>10	ძლიერ ქვიანი

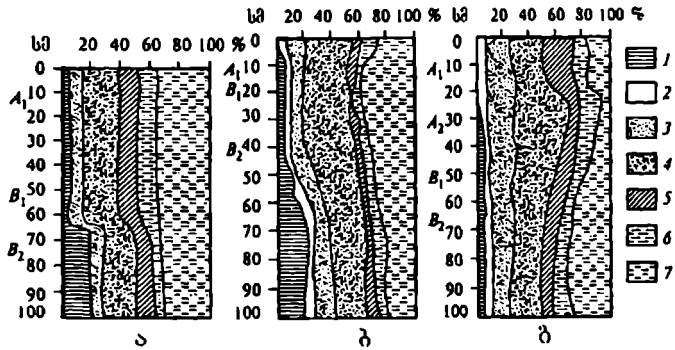
გრანულომეტრული ანალიზების ცხრილებში ჩვეულებრივ მოტანილია ნიადაგის ყველა ჰორიზონტის და ნიადაგწარმომქმნელი ქანის ფრაქციების შემცველობის მონაცემები. მათი განხილვისას, პირველ რიგში საჭიროა განისაზღვროს ყოველი ჰორიზონტის გრანულომეტრული შედგენილობა, ხოლო შემდეგ მოხდეს იმის გაანალიზება, იცვლება თუ არა გრანულომეტრული შედგენილობა გენეზისური ჰორიზონტების მიხედვით და ქანთან შედარებით. თუ ასეთი ცვლილებები შეიმჩნევა, მაშინ დასაზუსტებელია, რომელი გრანულომეტრული ფრაქციის ხარჯზე ხდება ეს მოვლენა. ამისათვის სასურველია გრანულომეტრული ანალიზების მონაცემების გამოსახვა გრაფიკული ფორმით, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ. 18-ზე.

ნიადაგის პროფილის მიხედვით შესაძლებელია გრანულომეტრული შედგენილობის ცვალებადობის შემდეგი ვარიანტები:

1. პროფილის ზედა ნაწილი გამდიდრებულია ლექის და წვრილმტვრიანი ნაწილაკებით და მცირე რაოდენობით შეიცავს მსხვილმიწას. სიღრმით დედაქანისკენ წერილი ფრაქციის შემცველობა მცირდება, ხოლო მსხვილმტვრიანის და ქვიშიანის – თანდათანობით იზრდება, მატულობს აგრეთვე ქვიანობა. მექანიკური ფრაქციის განაწილების ასეთი ხასიათი დამახასიათებელია ნიადაგისთვის, რომელიც ფორმირდება მყარი დანალექი და ამონთხეული ქანის მცირე სიმძლავრის ელუ-



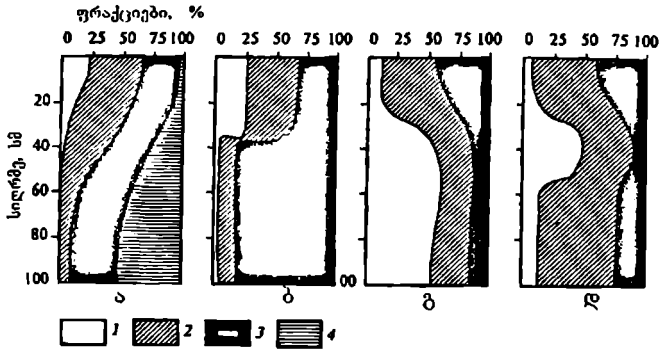
ნახ. 17. ლექის, ქვიშის და მტვერის სქემატური შედარება



ნახ. 18. გრანულომეტრული შედგენილობის პროფილური გამოსახვა:
ა – შავმინა თიხიანი ლექიან-მტვრიანი; ბ – ბიცობი სვეტისებრი თიხნარი, ლექიან-მტვრიანი;
გ – ყვითელმინა-ეწერი მძიმე თიხნარი, ქვიშიან-მტვრიანი;
1 – დანაკარგი 0.05 ნ HCl დამუშავებისას; 2 – ქვიშა საშუალო; 3 – ქვიშა წერილი;
4 – მტვერი მსხვილი; 5 – მტვერი საშუალო; 6 – მტვერი წერილი; 7 – ლექი.

ვიონზე და წარმოადგენს გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის პროცესის შედეგს, რომელიც ყველაზე ინტენსიურად მიმდინარეობს ზედა, ბიოქიმიურად აქტიურ პორიზონტში (ნახ. 19 ა).

2. პროფილის ზედა ნაწილს აქვს უფრო მძიმე გრანულომეტრული შედგენილობა, ვიდრე მის ქვედა ნაწილს ან ქვეფენილ ქანს, მაგრამ, წინამდებარე შემთხვევისგან განსხვავებით, საზღვარი პროფილის ნაწილებს შორის, რომლებსაც აქვთ არსებითად განსხვავებული გრანულომეტრული შედგენილობა, ძალიან მკვეთრია.



ნახ. 19. ნიადაგის პროფილში გრანულომეტრული ფრაქციების განაწილების ვარიანტები:
1 – ლექის; 2 – მტვრიანი; 3 – ქვიშიანი; 4 – მსხვილმიწა

ამ შემთხვევაში შესაძლოა ნიადაგური პროფილის ფორმირება გრანულომეტრული შედგენილობის მიხედვით საწყისად არაერთგვაროვან სისქეში. მაგალითად, შეიძლება მოყვანილ იქნეს შემთხვევა, როდესაც ნიადაგი ფორმირდება ტბურ ან ალუვიურ ქვიშნარზე ან თიხნარზე ან საფარ თიხნარზე, რომელიც ქვეფენილია ქვიშით (ნახ. 19 ბ).

3. პროფილის ზედა ნაწილი მკვეთრად გაღარიბებულია ლექის ფრაქციით, პროფილის შუა ნაწილში აღინიშნება ამ უკანასკნელის შემცველობის ზრდა, ხოლო ნიადაგწარმომქმნელ ქანში მისი შემცველობა ან ცოტა მცირდება ან რჩება მუდმივი (ნახ. 19 გ). განაწილების ასეთი მიზეზი შეიძლება იყოს სხვადასხვა: ა) თავიდან ნაფენის არაერთგვაროვანი გრანულომეტრული შედგენილობა, რომელიც ჩართულია ნიადაგწარმოქმნაში, უფრო მსუბუქი და უფრო მძიმე გრანულომეტრული შედგენილობის შრის მონაცვლეობით; ბ) ზედა ელუვიური ჰორიზონტიდან ლექის ფრაქციის გამოტანა და მისი დაგროვება ილუვიურ ჰორიზონტში (ნახ. 19 დ). ამ შეთხვევაში პროფილის დიფერენციაცია მექანიკური შედგენილობის მიხედვით განპირობებულია თვით ნიადაგწარმოქმნის პროცესით; გ) პირველადი მინერალების უფრო ინტენსიური გამოფიტვა და თიხამინერალების წარმოქმნა ძირითადში ნიადაგური პროფილის შუა ნაწილში ზედა ჰორიზონტთან და ნიადაგწარმომქმნელ ქანთან შედარებით.

ხშირად გრანულომეტრული ანალიზის მონაცემების საფუძველზე არ ხერხდება პროფილის დიფერენციაციის მიზეზის დადგენა. ამისათვის საჭირო ხდება გრანულომეტრული ანალიზის მონაცემების შეჯერება მინერალოგიური და ქიმიური შედგენილობის ანალიზთან და ნიადაგის გენეზისური ჰორიზონტის მიკრომორფოლოგიასთან. თუმცა, ზოგიერთი დასკვნის გაკეთება შესაძლებელია გრანულომეტრული ანალიზის შედეგის შესაბამისი გათვლით.

ნიადაგწარმოქმნით შეცვლილი სისქის საწყისი გრანულომეტრული შედგენილობის ერთგვაროვნების ხარისხის დასადგენათ გამოითვლება შეფარდება ხრეშის, მსხვილ-, საშუალო და წვრილქვიშიანი ფრაქციების და აგრეთვე ჰორიზონტების მიხედვით ქვიშიანი ნაწილაკების ჯამსა და მსხვილმტვრიანი ფრაქციის რაოდენობას შორის. თუ ნიადაგური პროფილის მიხედვით შეფარდება დასახელებულ

(ნიადაგწარმოქმნის პროცესში ყველაზე ნაკლებად შეცვლილი) ფრაქციებს შორის რჩება თითქმის მუდმივი, უნდა ვივარაუდოთ, რომ საწყისი გრანულომეტრული შედგენილობა ერთგაროვანია და პროფილის შუა ნაწილის გათიხება უკავშირდება ნიადაგწარმოქმნის პროცესს. თუ შეფარდება მსხვილ ფრაქციებს შორის ძლიერ მერყეობს, უნდა ვივარაუდოთ, რომ საქმე გვაქვს ნიადაგწარმოქმნის სისქის საწყის არაერთგვაროვნებასთან. მაგალითად, საკმაოდ ხშირია ნიადაგის ფორმირება ორწევრიან ნაფენზე, რომელშიც პროფილის ზედა ნაწილი ფორმირდება საფარ თიხნარში, ხოლო შუა და ქვედა ნაწილები სისქეში, უფრო მძიმეში გრანულომეტრული შედგენილობით. ასეთი შემთხვევა აღინიშნება მდინარე ყვირილას ნაპირზე აჯამეთის ნაკრძალის ტერიტორიაზე.

თუ დადგენილია, რომ პროფილის დიფერენციაცია არის ნიადაგწარმოქმნის შედეგი, მაშინ შესაძლებელია ნიადაგური პროფილის დიფერეციაციის (კონტრასტულობის) ხარისხის გათვლა გრანულომეტრული შედგენილობის მიხედვით. ამისათვის იღებენ ილუვიურ ჰორიზონტში ლექის ფრაქციის შემცველობის შეფარდებას მის შეფარდებასთან ელუვიურ ჰორიზონტში, რომელიც ყველაზე მეტად გაღარიბებულია ლექის ფრაქციით. პროფილის დიფერენციაციის ხარისხის მიხედვით დადგენილია რაოდენობრივი კრიტერიუმი (ცხრ. 18).

ცხრ. 18. ნიადაგის დაყოფა პროფილის დიფერენციაციის ხარისხის მიხედვით

ლექი ჰორიზონტში B, % / ლექი ჰორიზონტში A(A2), %	პროფილის დიფერენციაციის ხარისხი
1,2 – 1,5	სუსტად დიფერენცირებული
1,5 – 2,0	საშუალოდ დიფერენცირებული
2,0 – 3,0	ძლიერ დიფერენცირებული
>3,0	უძლიერესად დიფერენცირებული

დიფერენცირებული პროფილის ბუნების დადგენა ხდება არა მარტო გრანულომეტრიის, არამედ მინერალური შედგენილობის და აგრეთვე სხვა კომპონენტის და თვისების განხილვის საფუძველზე.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რისგან შედგება ნიადაგის და ნიადაგწარმომქმნელი ქანის მყარი ფაზა?
2. რას ნიშნავს ნიადაგების გრანულომეტრული (მექანიკური) შედგენილობა?
3. როგორია ნიადაგური მასის გრანულომეტრული ელემენტების კლასიფიკაცია?
4. რომელია ნიადაგის ოთხი ძირითადი ფრაქცია?
5. მექანიკური ფრაქციების გამოყოფის რა მეთოდები არსებობს?
6. ნიადაგის პროფილის მიხედვით გრანულომეტრული შედგენილობის ცვალებადობის რა ვარიანტებია შესაძლებელი?
7. როგორ ხდება ნიადაგის დაყოფა პროფილის დიფერენციაციის ხარისხის მიხედვით?

თავი 10. ნიადაგის ორგანული ნივთიერება

10.1. ზოგადი ცნება

ნიადაგწარმოქმნის პროცესის ყველაზე დამახასიათებელი და არსებითი ნაწილია ურთიერთქმედება ქანსა და ორგანიზმს შორის. ურთიერთქმედება მდგომარეობს ნივთიერებების უშუალო ცვლაში ქანსა (ძირითადში ფხვიერი) და ცოცხალ და არაცოცხალ ორგანიზმს შორის, რომელთა შორის ყველაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეს. მისი სხეულების შემადგენლობაში შემავალი ორგანული ნივთიერება მდიდარია ქიმიური ენერგიით, რომელიც დაშლის პროცესში თავისუფლდება და, საბოლოო ჯამში, იფანტება თბური ენერგიის ფორმით, რომელიც გამოიყოფა დაჟანგვითი რეაქციის დროს.

ორგანული ნივთიერების მთელი მასა არ განიცდის სრულ მინერალიზაციას ნახშირმჟავასა და წყლამდე. მათი ნაწილი, სხვადასხვა გარემო პირობებში, გადის გარდაქმნის საკმაოდ ხანგრძლივ გზას, რომელთა ცალკეული საფეხურები არის რთული სპეციფიკური ორგანული ნაერთი. ნიადაგში ხდება ნაერთის ამა თუ იმ პერიოდით დაკავება და შედის მინერალურ ნაწილთან სხვადასხვა რეაქციაში. ყოველი ეს წარმოადგენს დამახასიათებელ მოვლენას ნიადაგწარმოქმნის პროცესის დროს. სპეციფიკური ნაერთების ნაწილს გააჩნია პოლიმერიზაციის თავისი მოლეკულების შემკვრივების უნარი. ეს თავისებურება ხდის მათ საკმაოდ მდგრადს მიკროორგანიზმების მიმართ, რის გამოც ასეთი ნაერთები გროვდება ნიადაგში და შეიძლება შენარჩუნებულ იქნეს საკმაოდ დიდი ხნის მანძილზე. ნაერთებს აქვთ განსაკუთრებული შენება და გააჩნიათ ზოგიერთი თავისებური თვისება. ეს არის ჰუმუსოვანი ნივთიერება, რომლისგანაც შედგება ჰუმუსის ყველაზე მნიშვნელოვანი და დამახასიათებელი ნაწილი.

10.2. ორგანული ნარჩენების შედგენილობა

ნიადაგური ჰუმუსის პირველწყაროს წარმოადგენს ორგანული ნარჩენები, რომლებიც ხვდება ნიადაგის ზედაპირზე ან მის ზედა შრეში ცოცხალი ორგანიზმების კვდომისას. ნარჩენები შეიძლება იყოს მცენარეული, ცხოველური ან მიკრობული წარმოშობის, ე.ი. წარმოადგენდნენ ორგანიზმების მკვდარ სხეულებს ან მათ ცალკეულ ნაწილებს (ფოთლები, ტოტები, ქერქი და სხვ.). ორგანულ ნარჩენებს შორის ყველაზე დიდი რაოდენობრივი მნიშვნელობა აქვს მწვანე, განსაკუთრებით, უმაღლესი მცენარეების, ნარჩენებს. ამასთან, უნდა გვახსოვდეს, რომ ცხოველე-

ბის და ჰეტეროტროფული[1] მიკროორგანიზმების სხეულები იქმნება იმავე მწვანე მცენარეების ნარჩენების ხარჯზე.

ყველაზე დიდი ბიოლოგიური პროდუქტიულობით ხასიათდება ტენიანი ტროპიკული და სუბტროპიკული ტყე, ყველაზე ნაკლები – უდაბნო. ფესვის მასის მიხედვით პირველ ადგილზეა ბალახოვანი მცენარეულობა.

ორგანული ნარჩენის ელემენტარულ შემადგენლობაში მნიშვნელოვანი ადგილი ეკუთვნის ოთხ ელემენტს: ნახშირბადს, ჟანგბადს, წყალბადს და აზოტს, რომლებისგან შედგება მრავალი ორგანული ნაერთი. ამ ნაერთებიდან აგებულია მცენარის და ცხოველის ორგანო ან მისი ნაწილი: უჯრედის კედლები, უჯრედის პლაზმა, სხვადასხვა დამცავი წარმონაქმნები (კუტიკულა, ქერქი), მექანიკური ელემენტები და ა.შ.

მცენარის და ცხოველის უმნიშვნელოვანეს ორგანულ ნაერთს წარმოადგენენ ნახშირწყლები, ლიგნინი, აზოტოვანი ნივთიერებები, ცხიმები და ცვილი, ფისები, სათრიმლავი ნივთიერებები და საფარი ქსოვილის ნივთიერებები. ორგანული ნაერთების გარდა, მცენარის და ცხოველის სხეულის შემადგენლობაში შედის ნაცროვანი ნივთიერება.

ნახშირწყლების ჯგუფს მიეკუთვნება მცენარეულ სამყაროში ფართოდ გავრცელებული ნაერთები. ნახშირწყლები იყოფა სამ ჯგუფად: მონოსახარიდები, დისახარიდები და პოლისახარიდები. მათგან მცენარეულ ნარჩენებში ყველაზე დიდი რაოდენობითაა მხოლოდ პოლისახარიდები, რომელთა შორის ყველაზე გავრცელებულია უჯრედისანცელულოზა ($C_6H_{10}O_5$). უჯრედისი ძირითადში შედის უჯრედის კედლების შემადგენლობაში და დიდი რაოდენობითაა მცენარეულ ნარჩენში. ნიწვიანი და ფოთლოვანი სახეობების მერქანში უჯრედისის შემცველობა შეადგენს 50-60%, ფოთლებში, წიწვში და ბალახოვანი მცენარეების ნარჩენებში – 20-40%, ხავსებში – 10-15%. წყალში უჯრედისი არ იხსნება.

პოლისახარიდებს აგრეთვე მიეკუთვნება ჰემიცელულოზები – უჯრედის თანმხლები ნივთიერებები, რომლებიც აგრეთვე არ იხსნება წყალში. ჰემიცელულოზები შეადგენენ მცენარეული ნარჩენების მასის 15%-დან 30%-მდე.

ქიმიური შედგენილობით და შენებით ჰემიცელულოზებს უახლოვდება პექტური ნივთიერებები, რომლებიც აგრეთვე მუდმივად თან ახლავს უჯრედისს. პოლისახარიდების ჯგუფს მიეკუთვნება ქინაქინა, რომელიც წარმოადგენს უჯრედისის ანალოგს, მაგრამ შეიცავს აზოტს.

ლიგნინს მიეკუთვნება ერთმანეთთან მცირედ განსხვავებული თავისებური ქიმიური შედგენილობის მაღალმოლეკულური ნაერთების ჯგუფი. ელემენტარული შედგენილობით ლიგნინი განსხვავდება უჯრედისისგან ნახშირბადის უფრო მაღალი და ჟანგბადის უფრო დაბალი შემცველობით. ლიგნინი შედის უჯრედის კედლების შემადგენლობაში მათი გამყლეთავი ნივთიერების სახით. მცენარეულ ნარჩენებში მისი შემცველობა შეიძლება აღწევდეს 30-40%.

---

[1] ყველა მიკროორგანიზმი თავისი კვების ხასიათის მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: ჰეტეროტროფული, რომლებიც კვებისთვის საჭიროებენ გამზადებულ ორგანულ ნივთიერებას და ავტოტროფული, რომლებიც ახდენენ ორგანული ნივთიერების სინთეზირებას არაორგანული ნივთიერებიდან წყალბადის წყაროდ ჰაერის ნახშირმჟავას გამოყენებით. მიკროორგანიზმების უმეტესი ნაწილი არის ჰეტეროტროფული.

აზოტოვანი ნივთიერებების უმეტესი ნაწილი წარმოდგენილია ცილებით ან პროტეინებით. ცილები შეადგენენ უჯრედის პროტოპლაზმის და მისი ბირთვის უმთავრეს ნაწილს. მისი შემცველობა მცენარის სხვადასხვა ორგანოში მერყეობს დიდ ფარგლებში.

ცხიმების შემცველობა მცენარეულ ნარჩენებში ჩვეულებრივ მცირეა, რადგანაც ისინი უმთავრესად წარმოქმნიან სამარაგო ნივთიერებებს თესლებსა და ნაყოფებში. ცხიმების უფრო მაღალი შემცველობა აღინიშნება უმდაბლეს ორგანიზმებში – წყალმცენარეებში, სოკოებსა და ბაქტერიებში. ცხიმებს უახლოვდება სხვადასხვა *ცვილი,* რომელიც ასრულებს საცავი ნივთიერების ფუნქციას.

ფისებს აქვთ სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობა. წინვიანი ხეებით დაზიანებისას გამოყოფილი ნივთიერება წარმოადგენს ფისების ხსნარს ეთერის ზეთებში – ტერპენებს.

თრიმლავი ნივთიერებები წარმოადგენენ ნაერთების საკმაოდ მრავალრიცხოვან ჯგუფს. ისინი კარგად იხსნება წყალში, ადვილად იჟანგება, ცილებთან იძლევიან უხსნად და ლპობისადმი გამძლე ნაერთებს. სათრიმლავი ნივთიერება თითქმის ყველა მცენარეშია, თუმცა უმდაბლეს და ერთლებნიან ბალახა მცენარეებში აღინიშნება მცირე რაოდენობით.

საფარი ქსოვილის (ქერქი, სპორების და ყვავილის მტვერი და სხვ.) შემადგენლობაში შედის სუბერინი, კუტინი, სპორაპილენინი. მათ საერთო თვისებას წარმოადგენს დიდი მდგრადობა როგორც ქიმიური რეაგენტების, ისე მიკროორგანიზმების ზემოქმედების მიმართ. ამის შედეგად ეს ნაერთები და მათგან შემდგარი მცენარეული ნარჩენები კარგად ინახება. განსაკუთრებით საინტერესო და მნიშვნელოვანია ყვავილის მტვრის შენარჩუნება ტორფნარებში და მეოთხეულ ნაფენებში, რაც საშუალებას იძლევა აღვადგინოთ ძველი ფლორის სურათი.

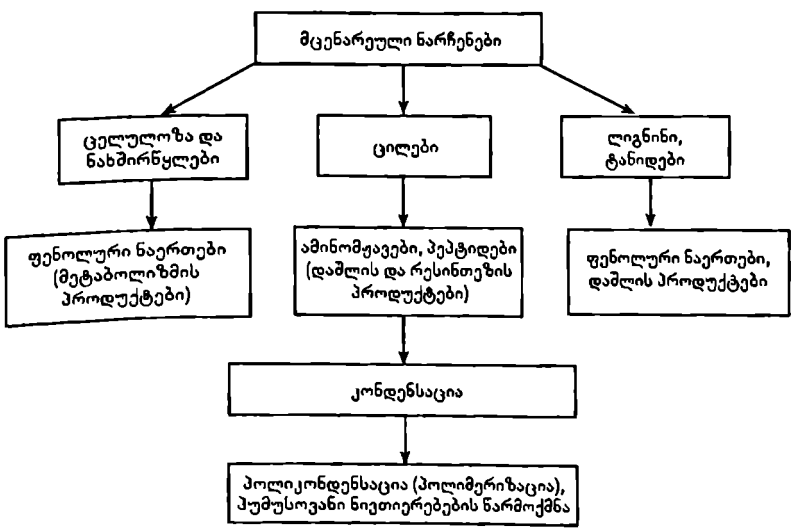
ნაცროვანი ნივთიერება რჩება მცენარეული ნარჩენის დაწვის შემდეგ. ნაცრის შემცველობა მცენარეულ ნარჩენებში იცვლება მცენარის სახეობის, მისი ასაკის, ნიადაგის თვისების და ა.შ. და საშუალოდ შეიძლება მიღებულ იქნეს 5% მცენარეული ნარჩენების მშრალი ნივთიერების წონიდან. ნაცრის ყველაზე დაბალი შემცველობა (1-2%) აღინიშნება ხის მერქანში და ხავსში. ხის ფოთოლსა და ქერქში ნაცრის შემცველობა 4-6%, ხოლო ბალახოვან მცენარეში – 10-12% და ზოგჯერ 15%. ნაცრის რაოდენობა იზრდება ნიადაგში შესათვისებელი ნივთიერების შემცველობის ზრდასთან ერთად. ნაცრის ძირითად მასას შეადგენს: კალციუმი, მაგნიუმი, კალიუმი, ნატრიუმი, კაჟმინა, ფოსფორი, გოგირდი, რკინა, ალუმინი, მანგანუმი, ქლორი. მცირე რაოდენობით გვხვდება: იოდი, თუთია, ბორი, ფთორი და სხვ., რომლებიც გაერთიანებულია მ ი კ რ ო ე ლ ე მ ე ნ ტ ე ბ ი ს ჯგუფში. ზოგიერთ მათგანს დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარისა და ცხოველისთვის, მაგალითად, იოდს. ზემოთ ჩამოთვლილი თერთმეტი ყველაზე გავრცელებული ნაცროვანი ელემენტიდან მცენარის ნაცრის შემადგენლობაში განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით შეიძლება შედიოდეს: კალციუმი, კალიუმი და კაჟმინა. ამასთან, მერქნიანი მცენარეების ნაცარში ჩვეულებრივ პირველ ადგილზეა კალციუმი, ხოლო ბალახოვანი მცენარეების ნაცარში – კალიუმი. მცენარეული ნარჩენების ნაცროვანი ელემენტები შედიან სხვადასხვა ნაერთის შემადგენლობაში. ასე, მაგალითად, კალიუმი შედის პროტოპლაზმის, კალციუმი – ქლოროფილის, ფოსფორი და გოგირდი – ცილების შემადგენლობაში და ა.შ.

10.3. ნიადაგში ორგანული ნარჩენის გარდაქმნის პროცესი

ნიადაგში ორგანული ნარჩენების გარდაქმნა ჰუმუსში ხდება მიკროორგანიზმების, ცხოველების, ჰაერის ჟანგბადის და წყლის მონაწილეობით.

ნიადაგში მოხვედრილი ან მის ზედაპირზე არსებული მწვანე მცენარეების ნარჩენები იხრწნება მიკროორგანიზმებით და გამოიყენება მათ მიერ, როგორც ენერგიის და კვების წყარო. გახრწნის პროცესში ეს ნარჩენები კარგავენ ანატომიურ შენებას, ხოლო მათი შემადგენელი ნივთიერება გადადის უფრო მოძრავ და მარტივ ნაერთებში. ნაერთების ნაწილი მთლიანად მინერალიზდება მიკროორგანიზმებით და დაშლის პროდუქტები აითვისება მწვანე მცენარის ახალი თაობით. გახრწნის პროდუქტის ნაწილი ჰეტეროტროფული მიკროორგანიზმებით გამოიყენება მეორადი ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლების და სხვა ნივთიერების სინთეზისთვის. ისინი წარმოქმნიან მიკროორგანიზმების ახალი თაობის პლაზმას. დაბოლოს, გახრწნის შუალედური პროდუქტის გარკვეული ნაწილი გარდაიქმნება სპეციფიკურ რთულ მაღალმოლეკულურ ნივთიერებაში – ჰუმუსოვან მჟავაში. ეს არის ჰუმიფიკაციის პროცესი, მისი აგენტებია: ჰაერის ჟანგბადი, წყალი, მიკროორგანიზმების ფერმენტები.

ჰუმუსში ორგანული ნარჩენის გარდაქმნაში აქტიურ მონაწილეობას იღებენ მიკროსკოპული და მაკროსკოპული ცხოველები, რომლებიც ნიადაგთან ერთად ახდენენ ორგანული ნარჩენების, მათი გახრწნის პროდუქტების და ჰუმიფიკაციის მთელი მასის არევას, გადაამუშავებენ მათ და აგდებენ გამოუყენებელ ნაწილს ექსკრიმენტების სახით ნიადაგის სისქეში. განსაკუთრებით არსებითია ჭიაყელების მნიშვნელობა.



ნახ. 20. ჰუმუსოვანი ნივთიერებების წარმოქმნის ძირითადი გზები

ამგვარად, ჰუმუსში ორგანული ნარჩენების გარდაქმნა (ჰუმუსწარმოქმნა) წარმოადგენს სანყისი ორგანული ნარჩენების დაშლის, მიკრობული პლაზმის მეორადი ფორმების სინთეზის და მათი ჰუმუფიკაციის ერთობლიობას.

სხვადასხვა ნაერთის გახრწნის და მინერალიზაციის სისწრაფე განსხვავებულია. ყველაზე ინტენსიურად მინერალიზდება ხსნადი შაქრები, სახამებელი; საკმაოდ კარგად იხრწნება: ცილები, ჰემიცელულოზა და ცელულოზა; გახრწნის და დაშლის მიმართ ყველაზე მდგრადია ლიგნინი, ფისები და ცვილი.

ანაერობული პირობები საგრძნობლად ამუხრუჭებენ გახრწნის პროცესს.

ორგანული ნარჩენების გახრწნასა და მინერალიზაციასთან პარალელურად ნიადაგში მიმდინარეობს მათი ჰუმუფიკაციის პროცესები, რის შედეგად წარმოიქმნება გახრწნისადმი შედარებით მდგრადი ჰუმუსოვანი ნივთიერება.

ჰუმიფიკაციის პროცესი არის ორგანულ ნაერთებში განსაკუთრებულ ჯგუფში – ჰუმუსოვან მჟავებში ორგანული ნარჩენების გახრწნის მაღალმოლეკულური შუალედური პროდუქტების რთული ბიო-ფიზიკურ-ქიმიური პროცესი. ჰუმიფიკაციის პროცესში ნამყვანი მნიშვნელობა აქვს ნელი ბიოქიმიური დაჟანგვის რეაქციებს, რის შედეგად წარმოიქმნება მაღალმოლეკულური ორგანული მჟავების სისტემა. ჰუმიფიკაცია ხანგრძლივი პროცესია, რომლის დროს ხდება, არა კონდენსაციის ხარჯზე, არამედ ახალწარმოქმნილი ჰუმინის მჟავების ყველაზე ნაკლებად მდგრადი მაკრომოლეკულების ნანილობრივი გახლეჩის გზით, ჰუმინის მჟავების მოლეკულების თანდათანობითი არომატიზაცია. ახალწარმოქმნილი ჰუმინის მჟავების მოლეკულური მასა უფრო მაღალია, ვიდრე ნიადაგის ჰუმინის მჟავების, ხოლო ელემენტური შედგენილობა მერყეობს იმ მცენარეული ნარჩენების ქიმიური შედგენილობის მიხედვით, რომლებიც განიცდიან ჰუმიფიკაციას. ჰუმუსოვანი მჟავების შექმნილი სისტემა ურთიერთმოქმედებს მინერალიზაციის პროცესში განთავისუფლებულ მცენარეული ნარჩენების ნაცროვან ელემენტებთან და აგრეთვე ნიადაგის მინერალურ ნანილთან რიგი ორგანულ-მინერალური წარმოებულების წარმოქმნით.

10.4. ნიადაგწარმოქმნის პირობების გავლენა ჰუმუსწარმოქმნის ხასიათსა და სისწრაფეზე

სხვადასხვა ბუნებრივ პირობებში ჰუმუსწარმოქმნის (ორგანული ნარჩენების გახრწნა და ჰუმიფიკაცია) ხასიათი და სისწრაფე განსხვავებულია და დამოკიდებულია ნიადაგწარმოქმნის მთელ ურთიერთდაკავშირებულ ფაქტორზე. მათ შორის უმთავრესია ნიადაგების წყლოვან-ჰაეროვანი და თბური რეჟიმი, მცენარეული ნარჩენების შედგენილობა და დაგროვების ხასიათი, მიკროორგანიზმების სახეობრივი შედგენილობა და ცხოველმოქმედების ინტენსიურობა, ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები.

წყლოვან-ჰაეროვანი რეჟიმის მიხედვით ჰუმუსწარმოქმნა მიმდინარეობს აერობულ და ანაერობულ პირობებში. აერობულ პირობებში ტენის საკმარისი რაოდენობის (სრული ტენტევადობის 60-80%) და აგრეთვე ხელსაყრელი ტემპერატურის (25-30 °C) დროს ხდება ორგანული ნარჩენების ინტენსიური გახრწნა. ამავე პირობებში ინტენსიურად მიმდინარეობს როგორც გახრწნის გარდამავალი პროდუქტე-

ბის, ისე ჰუმუსოვანი ნივთიერებების მინერალიზაცია. ნიადაგში ჰუმუსის მცირე, ხოლო მცენარის ნაცროვანი და აზოტოვანი კვების ელემენტები საკმაო რაოდენობით გროვდება (მაგალითად, რუხი-ყავისფერი და მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგები).

ტენის მუდმივი და მკვეთრი უკმარისობის დროს ნიადაგში მცირე რაოდენობით გროვდება მცენარეული ნარჩენები, გახრწნის და ჰუმიფიკაციის პროცესები ნელდება და ჰუმუსი მცირე რაოდენობით გროვდება. ტენის მუდმივი სიჭარბის დროს და აგრეთვე დაბალი ტემპერატურების დროს ჰუმუსწარმოქმნის პროცესები ნელდება. ჭარბი დატენიანებისას ორგანული ნარჩენები იხრწნება ანაერობული ბაქტერიებით. გახრწნის გარდამავალი პროდუქტების შემადგენლობაში წარმოიქმნება დაბალმოლეკულური ორგანული მჟავები და აღდგენილი გაზისებრი პროდუქტები (CH_4, H_2), რომლებიც თრგუნავენ მიკროორგანიზმების ცხოველმოქმედებას. გახრწნის პროცესი თანდათანობით ქრება, ჰუმიფიკაცია სუსტად მიმდინარეობს და ორგანული ნარჩენები გარდაიქმნება ტორფში.

ჰუმუსის დაგროვებისთვის ყველაზე ხელსაყრელია ნიადაგში ოპტიმალური პიდროთერმული და წყლოვან-ჰაეროვანი რეჟიმების შეხამება და ნიადაგის გარკვეული პერიოდული დაშრობა. ამ პირობებში ხდება ორგანული ნარჩენების თანდათანობითი გახრწნა, მათი საკმაოდ ენერგიული ჰუმიფიკაცია და წარმოქმნილი ჰუმუსოვანი ნივთიერებების ნიადაგის მინერალური ნაწილით დამაგრება. ასეთი რეჟიმი დამახასიათებელია შავი ნიადაგისთვის.

ჰუმუსწარმოქმნის მიმართულებასა და სისწრაფეზე დიდ გავლენას ახდენს ხრწნადი ნარჩენების ქიმიური შედგენილობა და მათი ნიადაგში დაგროვების ხასიათი. ბალახოვანი მცენარეულობის ნარჩენები, განსაკუთრებით პარკოსანი მცენარეების, იხრწნება ნიადაგში ფუძეების დიდი რაოდენობის არსებობის პირობებში. ასეთ პირობებში ხდება წარმოქმნილი ჰუმუსით ნიადაგის მინერალური ნაწილის თანაბარი გაუღენთა. მცენარეული ნარჩენები, რომლებიც გაღარიბებულია ცილებით და ნაცროვანი ელემენტებით და გამდიდრებულია ლიგნინით, ცვილით და ფისებით, როგორც წესი, გროვდება ნიადაგის ზედაპირზე ჩამონაცვენის სახით. მკვდარი საფრის გახრწნისას წარმოიქმნება ორგანული მჟავების დიდი რაოდენობა, რომელთა ნეიტრალიზაცია გაძნელებულია ფუძეების ინტენსიური გამოტუტვის შედეგად. მჟავე რეაქცია თრგუნავს ჰუმიფიკაციის განვითარებას და ფორმირდება ჰუმუსი, რომელიც დიდი რაოდენობით შეიცავს ნახევრად გახრწნილ ნარჩენებს.

ჰუმუსწარმოქმნაზე დიდ გავლენას ახდენს აგრეთვე ნიადაგური მიკროორგანიზმების სახეობრივი შემადგენლობა და მათი ცხოველმოქმედების ინტენსიურობა. მაღალმთიანეთის ნიადაგები ხასიათდება მიკროორგანიზმების მცირე შემცველობით და დაბალი ცხოველმოქმედებით. დაბალ სიმაღლეებზე მიკროორგანიზმების რაოდენობა საკმაოდ დიდია, სახეობრივი შემადგენლობა ნაირფეროვანია და ცხოველმოქმედება საკმაოდ მაღალია. სხვადასხვა ნიადაგში ჰუმუსის მარაგის შეჯერება მიკროორგანიზმის რაოდენობასთან მეტყველებს, რომ ჰუმუსის დაგროვებისთვის ნიადაგის როგორც სუსტი, ისე მაღალი ბიოგენობა არ არის ხელსაყრელი.

ჰუმუსწარმოქმნაზე გავლენას ახდენს აგრეთვე ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები.

ნიადაგის ქიმიური და მინერალოგიური შედგენილობა განსაზღვრავს მიკროორგანიზმებისთვის საჭირო საკვები ნივთიერების რაოდენობას, არეს რეაქციას,

რომელშიც მიმდინარეობს ჰუმუსის წარმოქმნის პროცესი, და ნიადაგში ჰუმუსოვანი ნივთიერების დამაგრების პირობებს. მათ შეკავებაში განსაკუთრებით დიდ როლს თამაშობს კალციუმი, რადგანაც ამ ელემენტით მაძღარ ნიადაგს აქვს ნეიტრალური რეაქცია, რომელიც ხელსაყრელია მიკროორგანიზმების განვითარებისთვის.

დედაქანი გარკვეულ გავლენას ახდენს ჰუმუსწარმოქმნაზე. რაც უფრო მდიდარია ის ფუძეებით, მით უფრო ნაკლებად მჟავეა ჰუმუსის რეაქცია და პირიქით.

10.5. ჰუმუსის შედგენილობა

ჰუმუსი არის ორგანული ნაერთების რთული დინამიკური კომპლექსი, რომელიც წარმოიქმნება ორგანული ნარჩენების დაშლის და ჰუმიფიკაციის შედეგად. ნიადაგებში ჰუმუსის შემცველობა განისაზღვრება ნიადაგწარმოქმნის პროცესის პირობებით და ხასიათით; ზედა ჰორიზონტებში მერყეობს 1-2%-დან 12-15%-მდე, სიღრმით მკვეთრად ან თანდათანობით მცირდება. ტორფიან ჰორიზონტებში (კოლხეთის დაბლობი) და ტყის მკვდარ საფარში ორგანული ნივთიერების საერთო რაოდენობა შეიძლება აღწევდეს ათეულ პროცენტს, მაგრამ წარმოქმნიან არა ჰუმუსს, არამედ ტორფის ან მკვდარი საფრის ნახევრად დაშლილი მცენარეული ნარჩენების მასას. სხვადასხვა ნიადაგისთვის ზედა 10 სმ-იან შრეში ჰუმუსის შემცველობა განსხვავებულია: მთა-მდელოს ნიადაგებისთვის 195 ტ/ჰა, ყომრალისთვის – 170, ყავისფერისთვის – 120, რუხი-ყავისფერისთვის – 65, წითელმიწისთვის – 155 ტ/ჰა.

ნიადაგში ჰუმუსის რაოდენობა და შედგენილობა დინამიკურია, რადგანაც მუდმივად ხდება გამდიდრება ორგანული ნარჩენებით და გახრწნის და ჰუმიფიკაციის პროცესით.

ჰუმუსი, ტორფი და მკვდარი საფარი შეიცავს ნაერთებოს ორ ჯგუფს: 1) ორგანული ნარჩენების არაჰუმუსოვანი ნივთიერება და მათი გახრწნის შუალედური პროდუქტები; 2) ჰუმუსოვანი ნივთიერება.

ჰუმუსში არაჰუმუსოვანი ნივთიერება ჩვეულებრივ არ აღემატება 10-15%. ნაერთების ეს ჯგუფი წარმოდგენილია ცილებით, ნახშირწყლებით, ლიგნინით, ლიპიდებით, ფისებით, თრიმლავი ნივთიერებებით და ნაწილობრივი გახრწნის სხვადასხვა პროდუქტით.

ჰუმუსოვანი ნივთიერება წარმოადგენს ციკლური შენების და მჟავური ბუნების მაღალმოლეკულური აზოტშემცველი ორგანული ნაერთების სისტემას, რომელიც განაპირობებს ურთიერთქმედებას ნიადაგის მინერალურ ნაწილთან და მასში მყარი დამაგრების შესაძლებლობას. ჰუმუსოვანი ნივთიერების სისტემის დამახასიათებელი თავისებურება არის მისი ჰეტეროგენურობა ე.ი. ჰუმიფიკაციის სხვადასხვა სტადიაზე მყოფი კომპონენტების არსებობა. ჰეტეროგენურობის შედეგია რიგი თვისების ცვალებადობა და სისტემის განცალკევების შესაძლებლობა ფრაქციათა შენების შედარებით ერთგვაროვანი ტიპით. ეს ფრაქციები გასხვავდებიან ქიმიური შედგენილობით, ნაწილაკების ზომით, ძვრადობის ხარისხით და მნიშვნელობით ნიადაგწარმოქმნაში. არჩევენ ჰუმუსოვანი მჟავების ორ ძირითად ჯგუფს: მუქშეფერილ ჰ უ მ ი ნ ი ს მ ჟ ა ვ ე ბ ი ს ჯგუფს, რომელიც გროვდება თავის წარმოქმნის ადგილზე და ფ უ ლ ვ ო მ ჟ ა ვ ე ბ ი ს ჯგუფს, რომელიც არის ყვითელი ან მურა შეფერილობის, უფრო მოძრავია და შედარებით ადვილად გადა-

ადგილდება ნიადაგის პროფილში. ამის გარდა, გამოიყოფა ჰ უ მ ი ნ ე ბ ი – ჰუმინის მჟავების და ფულვომჟავების კომპლექსი, რომელიც მყარად არის დაკავშირებული ნიადაგის მინერალურ ნაწილთან და არ გამოიყოფა ჰუმუსოვანი მჟავების ექსტრაგირების ჩვეულებრივი ხერხით.

ჰ უ მ ი ნ ი ს მ ჟ ა ვ ე ბ ი – ციკლური შენების მაღალმოლეკულური აზოტშემცველი ორგანული მჟავებია. კარგად იხსნება ტუტეების, ნატრიუმის პიროფოსფატის, ნატრიუმის მჟაუნმჟავას, ფტორისტული ნატრიუმის და ამიაკის სუსტ ხსნარებში ხსნადი მარილების – ჰ უ მ ა ტ ე ბ ი ს წარმოქმნით. ჰუმინის მჟავები ძალიან სუსტად იხსნება წყალში და არ იხსნება მინერალურ მჟავებში. ჰუმინის მჟავები შედგება ნახშირბადის, წყალბადის, ჟანგბადის და აზოტისგან. მათი ელემენტარული შედგენილობა მერყეობს შედარებით ვიწრო საზღვრებში: C 52%-დან 62%-მდე, H 2,8-დან 5,8-მდე, O 31-დან 39-მდე, N 1,7-დან 5%-მდე. ჰუმინის მჟავებში ამ ელემენტების შემცველობა დამოკიდებულია ნიადაგის ტიპზე, ხრწნადი ნარჩენების ქიმიურ შედგენილობაზე, ჰუმიფიკაციის პირობებზე. ყველაზე მეტად ჰუმინის მჟავები აღინიშნება შავ, მთა-მდელოს, მთა-მდელოს შავმინისებრ ნიადაგებში და შავმინებში.

ფ უ ლ ვ ო მ ჟ ა ვ ე ბ ი – მაღალმოლეკულური აზოტშემცველი ორგანული მჟავებია. იხსნება წყალში, მჟავებში, ტუტეების სუსტ ხსნარში, ნატრიუმის პიროფოსფატში და ამიაკის წყლის ხსნარში ხსნადი მარილების – ფულვატების წარმოქმნით. იხსნება აგრეთვე ბევრ ორგანულ გამხსნელში. ნიადაგიდან გამოყოფილ ფულვომჟავების პრეპარატებს აქვთ ღია მურა შეფერილობა, ხოლო მათი სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარები ჩალისფერ-ყვითლიდან ნარინჯისფერისაა. ფულვომჟავების შემადგენლობაშია ნახშირბადი, წყალბადი, ჟანგბადი და აზოტი. ჰუმინის მჟავებთან შედარებით ფულვომჟავები ნაკლები რაოდენობით შეიცავენ ნახშირბადს და უფრო მეტით – ჟანგბადს. ელემენტარული შემადგენლობა მერყეობს შემდეგ საზღვრებში: C 40%-დან 52%-მდე, H 4-დან 6-მდე, O 42-დან 52-მდე, N 2-დან 6%-მდე. ფულვომჟავები, ძლიერი რეაქციის და წყალში კარგი ხსნადობის გამო, ენერგიულად შლიან ნიადაგის მინერალურ ნაწილს. ფულვომჟავების დამშლელი ქმედება მინერალებზე დამოკიდებულია აგრეთვე ჰუმინის მჟავების რაოდენობაზე; რაც უფრო ნაკლებია მასში ჰუმინის მჟავა, მით უფრო ძლიერია ფულვომჟავების ზემოქმედება.

ნიადაგში წარმოქმნილი ჰუმუსოვანი მჟავები ენერგიულად ურთიერთქმედებენ მის მინერალურ ნაწილთან, წარმოქმნიან ორგანულ-მინერალურ ნაერთებს. ამ პროცესებში მონაწილე ნიადაგის ყველაზე არსებითი ოპონენტია ამონიუმის, ტუტე და ტუტემიწა მეტალების კატიონები, რომლებიც იმყოფებიან ნიადაგურ ხსნარში გაცვლით მდგომარეობაში, ნახევარუანგეულების არასილიკატური ფორმებით, რომლებიც ქმნიან აფსკებს მინერალური ნაწილაკების ზედაპირზე და თიხამინერალები. ჰუმატები არის ჰუმინის მჟავების მარილები, ხოლო ფულვატები – ფულვომჟავების მარილები. ჰუმატები და ფულვატები გამოირჩევიან განსხვავებული თვისებებით, რაც განაპირობებს მათ განსხვავებულ როლს ნიადაგწარმოქმნაში.

ნიადაგში ჰუმუსოვანი ნივთიერება წარმოდგენილია ჰუმინის მჟავებით, ფულვომჟავებით და მათი მარილებით (ჰუმატები, ფულვატები, ალუმო- და რკინაჰუმუსოვანი მარილები). ნაერთებს აქვთ სხვადასხვა კავშირი ნიადაგის მინერალურ ნაწილთან. ჯგუფური შემადგენლობის ქვეშ იგულისხმება ჰუმინის მჟავების, ფულვომჟავების და ჰუმუსის არაჰიდროლიზებადი ნარჩენის ჯამური რაოდენობა. ჰუმუ-

სის ჯგუფური შემადგენლობის ყველაზე არსებითი მაჩვენებელია ჰუმინის მჟავების შეფარდება ფულვომჟავებთან, რომელიც მერყეობს 0-3-0,6-დან 1-3-მდე. ჰუმინის მჟავების შეფარდებით ფულვომჟავებთან არჩევენ ჰუმუსოვანი ნივთიერებების ფულვატურ (<0,6), ჰუმატურ-ფულვატურ (0,6-0,8), ფულვატურ-ჰუმატურ (0,8-1,2) და ჰუმატურ (>1,2) ტიპებს. ყველაზე ხელსაყრელია ჰუმუსოვანი ნივთიერების ფულვატურ-ჰუმატური და ჰუმატური ტიპი, რადგანაც ასეთ ნიადაგში ყველაზე მცირე რაოდენობითაა თავისუფალი ფულვომჟავა.

10.6. ჰუმუსის მნიშვნელობა ნიადაგწარმოქმნაში

ჰუმუსი დიდ როლს თამაშობს ნიადაგწარმოქმნაში. ჰუმუსოვანი ნივთიერება და ორგანული ნარჩენების გახრწნის შუალედური პროდუქტები აქტიურად მონაწილეობენ ნიადაგწარმოქმნის პირველივე ეტაპზე – მინერალების ბიოლოგიურ გამოფიტვასა და ზედაპირზე გამოსული ქანების დაშლაში. როგორც უკვე აღინიშნა, ყველაზე ენერგიულად მინერალები იშლება ფულვომჟავების ზემოქმედებით, რადგან მათი წყლის ხსნარებს გააჩნიათ ძლიერ მჟავე რეაქცია. არანაკლებ ინტენსიურად იშლება მინერალები ორგანული ნარჩენების (ორგანული მჟავები, ფენოლები, ამინომჟავები და ა.შ.) გახრწნის რიგი დაბალმოლეკულური პროდუქტის ზეგავლენით. ამასთან, მინერალებიდან გამოიყოფა ორგანიზმისთვის აუცილებელი კვების ელემენტი.

დიდია ჰუმუსის მნიშვნელობა ნიადაგის პროფილის ფორმირებაში. ამასთან, მონაწილეობის ხასიათი მნიშვნელოვნად განპირობებულია ჰუმუსოვანი ნივთიერების შედგენილობით. ნიადაგში, სადაც დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება ჰუმინის მჟავა, ფორმირდება კარგად გამოხატული ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი (50 სმ-მდე) კატიონების შთანთქმის მაღალი ტევადობით. თუ ნიადაგი მდიდარია კალციუმით, ჰუმინის მჟავები წარმოქმნიან კალციუმის ჰუმატებს, რომლებიც მონაწილეობენ წყალგამძლე და ფოროვანი მარცვლოვანი სტრუქტურის შექმნაში. ნიადაგები გამოირჩევა ხელსაყრელი წყლოვან-ჰაეროვანი თვისებებით და კარგი საკვები რეჟიმით. ჰუმინის მჟავების შეფარდება ფულვომჟავებთან ყოველთვის 1-ზე მეტია (შავი ნიადაგები, შავმიწები). იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰუმუსის შემადგენლობაში ბევრია ფულვომჟავა, რაც დამახასიათებელია ნიადაგისთვის მუდმივი ან დროებითი ჭარბი დატენიანებით, ნიადაგი ადვილად ღარიბდება კალციუმით, მაგნიუმით, კალიუმით და სხვა ფუძეებით, რადგანაც ფულვომჟავები მათთან წარმოქმნიან ხსნად მარილებს, გადაადგილდებიან პროფილის გასწვრივ ჩაჟონილ წყალთან ერთად. ნიადაგის რეაქცია ხდება მჟავე, იწყება სილიკატების და ალუმოსილიკატების (როგორც პირველადი, ისე მეორადი – თიხამინერალების) დაშლა. ნიადაგში ჰუმინის მჟავების შეფარდება ფულვომჟავებთან 1-ზე ნაკლებია (მაგალითად, ყვითელმიწა-ეწერი, ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი, წითელმიწა, ყვითელმიწა).

ჰუმუსში გროვდება და დიდი ხნის მანძილზე შეინახება მცენარეების და მიკროორგანიზმების კვების ძირითადი ელემენტი. ჰუმუსის და ორგანული ნარჩენის გახრწნისას დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება ნახშირმჟავა აირი, რომელიც ხვდება ნიადაგის ზედა შრეში და წარმოადგენს მცენარის წყალბადის კვების წყაროს. ნიადაგის გენეზისისა და ნაყოფიერების განვითარებაში დიდი როლი ეკუთვნის არა მარტო ჰუმუსოვან ნივთიერებებს, არამედ აგრეთვე გაუხრწნელ ორგანულ ნარჩე-

ნებს და შუალედურ დაბალმოლეკულურ ორგანულ ნაერთებს. ორგანული ნარჩენები შეიცავენ საკვები ელემენტების (აზოტი, ფოსფორი, გოგირდი, კალიუმი, კალციუმი, მაგნიუმი, მიკროელემენტები) მნიშვნელოვან რაოდენობას, რომლებიც თავისუფლდება მინერალიზაციის დროს და გამოიყენება მცენარეებით და მიკროორგანიზმებით. ორგანული ნარჩენები აგრეთვე მცენარისთვის ნახშირმჟავა აირის წყაროა. მათი გახრწნის და სრული მინერალიზაციის პროცესში წარმოიქმნება CO_2 საკმაოდ დიდი რაოდენობა, რაც აუცილებელია მწვანე მცენარის ფოტოსინთეზისთვის. როგორც აღინიშნა, ორგანული ნარჩენების გახრწნის დაბალმოლეკულური პროდუქტები ინტენსიურად შლიან მინერალებს, ამოიღებენ კვების ელემენტებს, წარმოქმნიან მინერალების დაშლის პროდუქტებთან ერთად დიდი რაოდენობით მოძრავ ორგანულ-მინერალურ ნაერთებს, რომლებიც გადაადგილდება ნიადაგის სისქეში და მონაწილეობს მისი პროფილის ფორმირებაში.

საკმაოდ დიდია დედამიწის ქერქში ნიადაგის ორგანული ნივთიერების ბიოგეოქიმიური მნიშვნელობა. ცნობილია, რომ Fe და Al დიდი ნაწილი, მიკროელემენტები და იშვიათი ელემენტები, კონცენტრირდება და მიგრირებს დედამიწის ქერქში რთული ორგანულ-მინერალური ნაერთების ფორმით. ჰუმუსის, ტორფის, ნახშირების ნამარხი ფორმების აკუმულაცია იწვევს ურანის, გერმანის, ვანადის, მოლიბდენის, სპილენძის, მანგანუმის, კობალტის, ნიკელის და მრავალი სხვა ელემენტის კონცენტრაციას.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რომელია ნიადაგწარმოქმნის პროცესის ყველაზე დამახასიათებელი და არსებითი ნაწილი?
2. რა წარმოადგენს ნიადაგის ჰუმუსის პირველწყაროს?
3. როგორ იყოფა მიკროორგანიზმები კვების ხასიათის მიხედვით?
4. რომელია მცენარის და ცხოველის უმნიშვნელოვანესი ორგანული ნარჩენები?
5. როგორია ნიადაგში ორგანული ნარჩენის გარდაქმნის პროცესი?
6. როგორია ნიადაგწარმოქმნის პირობების გავლენა ჰუმუსწარმოქმნის ხასიათსა და სისწრაფეზე?
7. როგორია ჰუმუსის შედგენილობა?
8. როგორია ჰუმუსის მნიშვნელობა ნიადაგწარმოქმნაში?

თავი 11. ნიადაგების ფერმენტაციული აქტიურობა

ფერმენტები წარმოადგენენ ცილოვანი ბუნების ქიმიური რეაქციების კატალიზატორებს, რომლებიც განსხვავდებიან ქმედების სპეციფიკურობით გარკვეული ქიმიური რეაქციების კატალიზის მიმართ. ისინი წარმოადგენენ ყველა ცოცხალი ნიადაგური ორგანიზმის ბიოსინთეზის პროდუქტს: მერქნიანი და ბალახოვანი მცენარის, ხავსის, ლიქენის, წყალმცენარის, მიკროორგანიზმის, უმარტივესის, მწერის, უხერხემლოიანის და ხერხემლიანი ცხოველის, რომლებიც ბუნებრივ გარემოში წარმოდგენილია გარკვეული ერთობლიობით, ბიოცენოზით.

ცოცხალ ორგანიზმში ფერმენტების ბიოსინთეზი ხორციელდება გენეზისური ფაქტორების წყალობით, რომლებიც პასუხისმგებელია ნივთიერების ცვლის ტიპის მემკვიდრეობით გადაცემაზე და მისადაგებულ ცვლილებაზე. ფერმენტები წარმოადგენენ სამუშაო აპარატს, რომლის მეშვეობით ხდება გენების ქმედების აღდგენა. ისინი ორგანიზმებში კატალიზებენ ათასობით ქიმიურ რეაქციას, რომლისგან, საბოლოო ჯამში, წამოიქმნება უჯრედოვანი ცვლა. მათი წყალობით ორგანიზმებში ქიმიური რეაქციები ხორციელდება დიდი სისწრაფით.

ამჟამად ცნობილია 900-ზე მეტი ფერმენტი. ისინი იყოფა ექვს მთავარ კლასად:

1. *ოქსირედუქტაზები,* რომლებიც კატალიზებენ ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებს;
2. *ტრანსფერაზები,* რომლებიც კატალიზებენ სხვადასხვა ქიმიური ჯგუფის და ნარჩენების მოლეკულათშორის რეაქციებს;
3. *ჰიდრალაზები,* რომლებიც კატალიზებენ შიდანიადაგური კავშირების ჰიდროლიზური გახლეჩის რეაქციებს;
4. *ლიაზები,* რომლებიც კატალიზებენ ჯგუფების მიერთების რეაქციებს ორმაგი კავშირებით და ასეთი ჯგუფების მოწყვეტის უკურეაქციებს;
5. *იზომერიზაციები,* რომლებიც კატალიზებენ იზომერიზაციის რეაქციებს;
6. *ლიგაზები,* რომლებიც კატალიზებენ ქიმიურ რეაქციებს კავშირების წარმოქმნით ატფ (ადენოზინტრიფოსფორული მჟავა) წყალობით.

ცოცხალი ორგანიზმების კვდომის და ლპობის დროს ფერმენტების ნაწილი იშლება, ხოლო მეორე ნაწილი ხვდება რა ნიადაგში, ინარჩუნებს თავის აქტიურობას და კატალიზებს მრავალ ნიადაგურ ქიმიურ რეაქციას, მონაწილეობს ნიადაგწარმოქმნის პროცესში და ნიადაგის ხარისხობრივი ნიშნის – ნაყოფიერების ფორმირებაში. სხვადასხვა ტიპის ნიადაგში გარკვეული ბიოგეოცენოზების ქვეშ ფორმირდება თავისი ფერმენტული კომპლექსი, რომელიც განსხვავდება ბიოკატალიზური რეაქციების აქტიურობით.

ნიადაგის ნაყოფიერების არსებითი მაჩვენებელია ორი კლასის აქტიურობა. ჰიდროლაზის კლასის – ინვერტაზის, ურეაზის, ფოსფატაზის, პროტეაზის და ოქ-

სირედუქტაზების კლასიდან – კატალაზის, პეროქსიდაზის და პოლიფენოლოქსიდაზის აქტიურობა.

ინვერტაზა – კატალიზებას ახდენს საქაროზის ჰიდროლიზური გახლეჩის რეაქციებით გლუკოზის და ფრუქტოზის ეკვიმოლეკულურ რაოდენობაზე, გავლენას ახდენს აგრეთვე სხვა ნახშირწყლებზე მოლეკულური ფრუქტოზის, მიკროორგანიზმების ცხოველმოქმედების ენერგეტიკული პროდუქტის, წარმოქმნაზე. ინვერტაზის აქტიურობა, სხვა ფერმენტებთან შედარებით, უკეთესად ასახავს ნიადაგების ნაყოფიერების და ბიოლოგიური აქტიურობის დონეს.

ურეაზა – აკატალიზებს ამიაკსა და ნახშირწყალბადის დიოქსიდზე შარდოვანას გახლეჩის რეაქციებს. ურეაზის აქტიურობა ცალკეულ ნიადაგში იზრდება გადიდებული ბიოლოგიური აქტიურობის პერიოდში – ივლისსა და აგვისტოში.

ფოსფატაზა – კატალიზებას ახდენს რიგი ფოსფორორგანული ნაერთების ჰიდროლიზის ორთოფოსფატის წარმოქმნით. ფოსფატაზის აქტიურობა უკუდამოკიდებულებაშია მცენარის მოძრაივი ფოსფორით უზუნველყოფასთან. ამიტომ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც ნიადაგში ფოსფორული სასუქების შეტანის მოთხოვნილების დადგენის დამატებითი მაჩვენებელი. ფოსფატაზას ყველაზე მაღალი აქტიურობა აღინიშნება მცენარის რიზოსფეროში.

პროტეაზები წარმოადგენენ ფერმენტების ჯგუფს, რომელთა მონაწილეობით ცილები იხლიჩება პოლიპეპტიდებსა და ამინომჟავებამდე, შემდეგ ისინი განიცდიან ჰიდროლიზს ამიაკამდე, ნახშირბადამდე და წყლამდე. ამასთან დაკავშირებით, ნიადაგის ცხოვრებაში პროტეაზებს აქვთ დიდი მნიშვნელობა, რადგანაც მათთან დაკავშირებულია ორგანული კომპონენტის შედგენილობის შეცვლა და მცენარის მიერ აზოტის შესათვისებელი ფორმების დინამიკა.

კატალაზის მოქმედების შედეგად ხდება ცოცხალი ორგანიზმებისთვის ტოქსიკური წყალბადის ზეჟანგის გახლეჩა წყალსა და თავისუფალ ჟანგბადზე. მინერალური ნიადაგის კატალიზურ აქტიურობაზე დიდ გავლენას ახდენს მცენარეულობა. ნიადაგი, რომელიც ფორმირდება მცენარეულობის ქვეშ მძლავრი ფესვთა სისტემით, ხასიათდება მაღალი კატალიზური აქტიურობით. ნიადაგის პროფილის მიხედვით კატალიზის აქტიურობა უმნიშვნელოდ იცვლება და აქვს უკუკავშირი ნიადაგის ტენიანობასთან და პირდაპირი – ტემპერატურასთან.

პოლიფენოლოქსიდაზა და პეროქსიდაზა – მათ ეკუთვნის მნიშვნელოვანი როლი ჰუმუსწარმოქმნის პროცესში. პოლიფენოლოქსიდაზა კატალიზებს ჰაერის თავისუფალი ჟანგბადის არეში პოლიფენოლების დაჟანგვას ქინონებში. პეროქსიდაზა კი კატალიზებს პოლიფენოლების დაჟანგვას წყალბადის ზეჟანგის ან ორგანული ზეჟანგების მონაწილეობით.

ნიადაგის ბიოკატალიზური აქტიურობა დაკავშირებულია მიკროორგანიზმებით გამდიდრებასთან; დამოკიდებულია ნიადაგის ტიპზე და იცვლება გენეზისური პორიზონტის მიხედვით, რაც დაკავშირებულია ჰუმუსის შემცველობის, რეაქციის და სხვა მაჩვენებელთან.

ტყის ნიადაგში ფერმენტაციული რეაქციების ინტენსიურობას ძირითადში განსაზღვრავს მკვდარი საფარი, ხოლო სახნავ ნიადაგში – სახნავი შრე. ჰუმუსოვან პორიზონტებს ქვემოთ განლაგებული პორიზონტები ხასიათდება ფერმენტების

დაბალი აქტიურობით. ნიადაგის ბიოკატალიზური რეაქციების აქტიურობა იცვლება წლის სხვადასხვა პერიოდში. ყველაზე დაბალია გაზაფხულზე და შემოდგომაზე, ხოლო ყველაზე მაღალი – ზაფხულში, რაც შეესაბამება ნიადაგში ბიოლოგიური პროცესების ზოგადი მსვლელობის დინამიკას. ამასთან, ნიადაგის ტიპის და მისი გეოგრაფიული მდგომარეობის მიხედვით ფერმენტაციული პროცესების დინამიკა განსხვავებულია.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რას წარმოადგენენ ნიადაგური ფერმენტები?
2. რამდენ მთავარ კლასად იყოფა ფერმენტები?
3. რა არის ნიადაგის ნაყოფიერების არსებითი მაჩვენებელი?

თავი 12. ნიადაგის ალელოპათიური თვისებები

ალელოპათია წარმოადგენს ფიზიოლოგიურად აქტიური ორგანული ნაერთების გამოყოფის ან მათი ნარჩენების ლპობის დროს წარმოქმნილი მცენარეების და ნიადაგური მიკროორგანიზმების ინგიბიტურ ურთიერთგავლენას. ტერმინი „ალელოპათია" შედგება ორი ბერძნული სიტყვისგან და „ურთიერთგანცდას" ნიშნავს. ალელოპათია წარმოადგენს ნიადაგის ცოცხალი ფაზის უმნიშვნელოვანეს თვისებას, რომელიც დიდ გავლენას ახდენს მისი ნაყოფიერების დონეზე.

ალელოპათია დიდი ხნის წინათ იყო შემჩნეული როგორც ბუნებრივ გარემოში ტყის, მდელოს, სტეპის და სხვა ბიოგეოცენოზებში, ისე სამინათმოქმედო პრაქტიკაში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანის დროს. მცენარეების, ნიადაგური მიკროორგანიზმების და სხვა ცოცხალი ორგანიზმების ურთიერთგავლენას ნაკლებ ყურადღებას აქცევენ პრაქტიკულ საქმიანობაში. უმეტესწილად, ერთი მცენარის მიერ სხვა მცენარის დათრგუნვას ხსნიან მხოლოდ კონკურენციით სინათლისთვის, წყლისთვის, საკვები ნივთიერებისთვის, მავნებლების და დაავადებების განვითარებით, ნიადაგების ფიზიკური თვისებების გაუარესებით და ა.შ. ნიადაგის ცოცხალი ფაზის ორგანიზმების ალელოპათიური ურთიერთგავლენის შეუფასებლობა ზღუდავს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გადიდების შესაძლებლობას.

ყველაზე კარგად შესწავლილია მცენარეების და მიკროორგანიზმების ურთიერთგავლენა. არჩევენ ალელოპათიური ბუნების სხვადასხვა ინჰიბიტორს (დამამუხრუჭებელს). ანტიბიოტიკები წარმოადგენენ ბიოქიმიური პროცესების ინჰიბიტორებს. მათ გამოყოფენ მიკროორგანიზმები და, თავის მხრივ, ისინი მოქმედებენ მიკროორგანიზმებზე. ფიტონციდები წარმოადგენენ მიკროორგანიზმებზე მოქმედ ინჰიბიტორებს, რომლებსაც გამოყოფენ უმაღლესი მცენარეები. მარაზმინები წარმოადგენენ მიკროორგანიზმების მიერ გამოყოფილ ნაერთებს, რომლებიც ინჰიბიტურ გავლენას ახდენენ მცენარეების ბიოქიმიურ პროცესებზე. კოლინები წარმოადგენენ უმაღლესი მცენარის მიერ გამოყოფილ და უმაღლეს მცენარეებზე მოქმედ ქიმიურ ინჰიბიტორებს. ამასთან, არსებობს ინჰიბიტორების ქმედების სხვა მიმართულებაც. ზოგიერთი ანტიბიოტიკი ტოქსიკურია უმაღლესი მცენარის მიმართ. ცნობილია მრავალი ფიტონციდი, რომელიც ინჰიბიტორულ გავლენას ახდენს უმაღლესი მცენარის მიმართ და მრავალი კოლინი, რომელიც თრგუნავს მიკროორგანიზმების ზრდას, ხოლო ზოგიერთი მარაზმინი მოქმედებს აგრეთვე მიკროორგანიზმზე.

ალელოპათიური ბუნების ნივთიერების ბიოსინთეზის უმთავრესი გზები და მათი ქიმიური შედგენილობა ნაწილობრივ დადგენილია. მიღებულია, რომ ალელოპათიური ბუნების ყველა ცნობილი ინჰიბიტორი შეიძლება დაიყოს 15 ჯგუფად. ისინი წარმოდგენილია სხვადასხვა მარტივი და რთული ორგანული ნაერთებით.

ანტიბიოტიკების, მარაზმინების, ფიტონციდების და კოლინების უმეტესი ნაწილი მიეკუთვნება ქვემოთ ჩამოთვლილ ერთ-ერთს 14 ჯგუფიდან.

1. მარტივი წყალხსნადი ორგანული მჟავები, სპირტები დაუტოტველი ჯაჭვით, ალიფატური ალდეჰიდები და კეტონები;
2. მარტივი არამაძღარი ლაქტონები;
3. ცხიმიანი მჟავები გრძელი ჯაჭვით;
4. ნაფტოქინონები, ანტრაქინონები და რთული ქინონები;
5. ტერპენოიდები და სტეროიდები;
6. მარტივი ფენოლები, ბენზოინის მჟავა და მისი წარმოებულები, ჰალოს მჟავა და პროტოკატექის მჟავა;
7. ყავისფერი მჟავა და მისი წარმოებულები;
8. კუმარინები;
9. ფლავონოიდები;
10. კონდენსირებული ტანინები, ჰიდროლიზებადი ტანინები;
11. ამინომჟავები და პოლიპეპტიდები;
12. ალკალოიდები და ციანჰიდრინები;
13. მდოგვის ზეთის სულფიდები და გლიკოზიდები;
14. პურინები და ნუკლეოზიდები.

ზოგიერთი ნივთიერება არ მიეკუთვნება ამ ჯგუფებს და მიზანშეწონილია მათი გამოყოფა მე-15 ჯგუფში. ეს არის ფენილძმარ და 4-ფენილზეთის მჟავები, რომლებიც აღმოჩენილ იქნა ჭვავის გახრწნილი ნარჩენების ტოქსინებს შორის; ამ ჯგუფს აგრეთვე მიეკუთვნება ფენილეთილის სპირტი, ტრიფტოფოლი, მთრიმლავი ინჰიბიტორი ეთილენი, აფციზური მჟავა, აგროპირენი და სხვა.

ალელოპათიური ბუნების ინჰიბიტორები არა მარტო გამოიყოფა მცენარის მიერ, არამედ აღინიშნება ღეროში, ფოთოლში, ფესვში, ყვავილსა და ყვავილედში, ნაყოფსა და თესლში. ნიადაგში მოხვედრისას ისინი შედიან მისი ორგანული ნივთიერების შემადგენლობაში და აგრეთვე იმყოფებიან ადსორბირებულ მდგომარეობაში ნიადაგის მყარ ფაზასთან, ნიადაგურ ხსნარებში და ნიადაგურ ჰაერში (აქროლადი ტოქსინები). ალკალოიდები და კუმარინები ძლიერ თრგუნავენ თესლების გაღივებას, ფენოლური ტოქსინები – აღმონაცენების ზრდას, ჯვაროსანი მცენარეების მდოგვის ზეთები – თესლების გაღივებას და მიკროორგანიზმების ცხოველმოქმედებას, ტანინები – ნიადაგში ნიტრიფიკაციის მძლავრი ინჰიბიტორებია. ინჰიბიტორები შეიძლება გროვდებოდნენ და იშლებოდნენ ნიადაგში.

ინჰიბიტორების მოქმედების მექანიზმები მიმართულია უჯრედების დაყოფის დართგუნვაზე, ზრდის შეჩერებაზე, ორგანიზმების მიერ მაკრო- და მიკროელემენტების შთანთქმის შენელებაზე, ფოტოსინთეზის შენელებაზე, სუნთქვის დახშობაზე, ბაგეების ხვრელების გახსნის ხარისხის დაქვეითებაზე, ცილის სინთეზის დათრგუნვაზე, მემბრანების გამტარობის შეცვლაზე, სპეციფიკური ფერმენტების (ცელულაზის, კატალაზის, პროტეაზის, ინვერტაზის, პეროქსიდაზის, პოლიფენოლოქსიდაზის, ფოსფატაზის, ურეაზის და სხვ.) ინჰიბირებაზე, მცენარეების მგრძნობიარობის გადიდებაზე ზოგიერთი დაავადების მიმართ.

ალელოპატია დიდ გავლენას ახდენს ბიოცენოზების ცვლაში ხმელეთის გარკვეულ ტერიტორიაზე ცოცხალი ორგანიზმების მიერ გამომუშავებული ტოქსინების ზემოქმედების შედეგად. ბიოცენოზების ასეთი ცვლა წარმოადგენს

სუქცესიას. სუქცესიები ხორციელდება როგორც ბიოცენოზებში შემავალი მცენარის ზრდის პირობების შეცვლით ორგანიზმების ცხოველქმედების შედეგად, ისე გარეშე მიზეზის ზემოქმედებით, მათ შორის ადამიანის სამიწათმოქმედო საქმიანობით. ამგვარად, ალელოპატია, როგორც მცენარის სხვა ურთიერთობები, საფუძვლად უდევს მცენარეული ასოციაციების წარმოშობას, განვითარებასა და ცვლას. დიდ როლს თამაშობს ნიადაგწარმოქმნის პროცესში.

ადამიანის სამიწათმოქმედო საქმიანობა იწვევს ბუნებრივი ბიოცენოზის ცვლას აგრობიოცენოზით და ნიადაგწარმოქმნის მიმართულების შეცვლას აგროტექნიკური ხერხების კომპლექსის გამოყენების შედეგად. აგრობიოცენოზის ქვეშ ნიადაგის ცოცხალი ფაზის ორგანიზმს შორის ყალიბდება ახალი ალელოპატიური ურთიერთობები, ფორმირდება ალელოპატიური ნაერთების ახალი კომპლექსი. ალელოპატიური გავლენა მჟღავნდება როგორც კულტურულ სასოფლო-სამეურნეო მცენარეში სარეველებზე (ჭვავი, სელი, მუხუდო, წინიბურა და სხვ.), ისე სარეველებში კულტურულ მცენარეებზე. მაგალითად, ჩვეულებრივი აბზინდის ალელოპატიური გავლენა მჟღავნდება დათესილი ლობიოს თესლების აღმოცენების დაქვეითებაში და ბარდას თესლების ზრდაში; ნარი მინდორში თრგუნავს შვრიას, რძიანა და ოქროსფერი სელი – სელს, ძიძო – სიმინდს და ა.შ.

აგრონომიაში ცნობილი ნიადაგდაღლის მოვლენა წარმოადგენს მონოკულტირების ქვეშ ალელოპატიის გამომჟღავნების ნათელ მაგალითს. სასოფლო-სამეურნეო მცენარეები, რომლებიც ხანგრძლივი დროის მანძილზე იზრდება ერთსა და იმავე მინდორზე ტოქსინების გამოყოფით, თვითონ ანადგურებენ თავის თავს, მიუხედავად იმისა, რომ ნიადაგში შეიძლება იყოს კვების ელემენტების საკმარისი მარაგი და ის არ იყოს დასენიანებული პათოგენური მიკროორგანიზმებით და სხვა მავნებლებით. ხორბლის ფესვური გამონაყოფები უარყოფით გავლენას ახდენენ ხორბლის ფესვებზე; შვრიის გამონაყოფები მოქმედებენ შვრიაზე, სელის – სელზე, სამყურასი – სამყურაზე. ნიადაგის დაღლა აღინიშნება აგრეთვე ბარდას, კიტრის, იონჯას, ჭარხლის და სხვა კულტურული მცენარეების მოყვანის დროს. ეს მოვლენა აგრეთვე აღინიშნება ხეხილის ხეებსა და ბუჩქებში.

ალელოპატია მნიშვნელოვან როლს თამაშობს აგრეთვე სატყეო მეურნეობაში. მრავალი მერქნიანი სახეობა ახდენს ალელოპატიურ ზემოქმედებას მერქნიანი მცენარეების სხვა სახეობაზე ან იგივე სახეობის მცენარეზე.

ალელოპატია მჟღავნდება არა მარტო მცენარეებსა და მიკროორგანიზმებს შორის. ადამიანისთვის ზოგიერთი სოკო მიუღებელია, მასში ტოქსიკური ნაერთების შემცველობის გამო. ცნობილია შხამიანი ბალახები, რომლებსაც ზოგიერთი ბალახის მჭამელი გაურბის. ყოველივე ეს წარმოადგენს ალელოპატიის გამომჟღავნებას.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რას წარმოადგენს ალელოპატია?
2. ალელოპატიური ბუნების რა ინჰიბიტორებს არჩევენ?
3. ინჰიბიტორების რამდენი ჯგუფი არსებობს?
4. რა მნიშვნელობა აქვს ალელოპატიას?

თავი 13. ნიადაგის და ნიადაგწარმომქმნელი ქანის ქიმიური შედგენილობა

მცენარის ნორმალური ზრდისა და განვითარებისთვის აუცილებელია: სინათლე, სითბო, წყალი, ჰაერი და საკვები ნივთიერება. მცენარის სიცოცხლის ყველა ეს პირობა თანაბარმნიშვნელოვანია და შეუცვლელია. ნიადაგში მცენარის კვების ელემენტი იმყოფება მინერალებში, ნიადაგის მყარი ფაზის ორგანულ და ორგანულ-მინერალურ ნაერთებში, ნიადაგურ ხსნარში (ძირითადში იონური ფორმით) და ნიადაგის გაზისებრ ფაზაში. საკვები ელემენტების შთანთქმის შედეგად, მცენარე ფორმირებს ფესვთა და მიწისზედა მასას, რომელიც ადამიანის მიერ გამოიყენება, როგორც კვების პროდუქტი, ცხოველისთვის – საკვები ან ნედლეული მრეწველობისთვის (კარტოფილის ტუბერი, მარცვალი, სელი და ა.შ.).

ნიადაგში დ. მენდელეევის პერიოდული სისტემის პრაქტიკულად ყველა ელემენტია, მაგრამ მცენარის კვებისთვის ყველაზე მეტად საჭიროა 19 ელემენტი: C, H, O, N. P, S, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B, Cl, Na, Si, Co. აქედან 16 ელემენტი, გარდა C, H, O, მიეკუთვნება მინერალურს. ნახშირბადი, წყალბადი და ჟანგბადი ხვდება მცენარეში ძირითადად CO_2, 0_2 და H_20 სახით და ცნობილია ორგანოგენური ელემენტის სახელწოდებით, რადგანაც ძირითადად მათგან შედგება მცენარე. ნახშირბადის შემცველობა საშუალოდ შეადგენს მცენარის ქსოვილის მშრალი მასის 45%, ჟანგბადი – 42, წყალბადი – 6,5, აზოტი-1,5%. მათი ჯამი შეადგენს 95%. დანარჩენი 5% მოდის ნაცროვან ელემენტზე (ნაცარში სიჭარბის გამო): P, S, K, Ca, Mg, Fe, Si, Na და სხვა.

ლითოსფეროში და ნიადაგში ცალკეული ქიმიური ელემენტების შემცველობა მერყეობს დიდ ფარგლებში (ცხრ. 19).

ცხრ. 19. ქიმიური ელემენტების შემცველობა ლითოსფეროსა და ნიადაგში

ელემენტი	ქანი	ნიადაგი	ელემენტი	ქანი	ნიადაგი
0	47,2	49,0	Mg	2,10	0,63
Si	27,6	33,0	C	0,10	2,00
Al	8,8	7,13	S	0,09	0,085
Fe	5,1	3,80	P	0,08	0,08
Ca	3,6	1,37	Cl	0,045	0,01
Na	2,64	0,63	Mn	0,09	0,085
K	2,60	1,36	N	0,01	0,10

ლითოსფეროს თითქმის ნახევარი შედგება ჟანგბადისგან (47,2%), მეოთხეთზე მეტი კაუმინისგან (27,6%), შემდეგაა ალუმინი (8,8%), რკინა (5,1%), კალციუმი, ნატრიუმი, კალიუმი, მაგნიუმი (2-3% თითოეული). დასახელებული რვა ელემენტი

შეადგენს ლითოსფეროს საერთო მასის 99% მეტს. მცენარის კვებისთვის ისეთი მნიშვნელოვანი ელემენტები, როგორიცაა: ნახშირბადი, აზოტი, გოგირდი, ფოსფორი წარმოდგენილია ათეული და ასეული პროცენტით. დედამინის ქერქში უფრო მცირე რაოდენობითაა მიკროელემენტები.

იმის გათვალისწინებით, რომ ნიადაგის მინერალური ნაწილი მნიშვნელოვნად განპირობებულია ლითოსფეროს ქანების ქიმიური შედგენილობით, აღინიშნება მსგავსება ნიადაგსა და ლითოსფეროს შორის ცალკეული ქიმიური ელემენტის ფარდობითი შემცველობის მხრივ. როგორც ლითოსფეროში, ისე ნიადაგში პირველ ადგილზეა ჟანგბადი, მეორეზე – კაჟმიწა, შემდეგ ალუმინი, რკინა და ა.შ. მაგრამ ნიადაგში ლითოსფეროსთან შედარებით 20-ჯერ მეტია ნახშირბადი და 10-ჯერ მეტი – აზოტი. ნიადაგში ამ ელემენტების დაგროვება დაკავშირებულია ორგანიზმების ცხოველმოქმედებასთან. ცოცხალ ნივთიერებაზე მოდის ნახშირბადის 18%, აზოტის 0,3%. ნიადაგში, ლითოსფეროსთან შედარებით, მეტია ჟანგბადი, წყალბადი (როგორც წყლის ელემენტი), კაჟმიწა და ნაკლებია ალუმინი, რკინა, კალციუმი, მაგნიუმი, ნატრიუმი, კალიუმი და სხვა ელემენტები, რაც წარმოადგენს გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის პროცესის შედეგს. ქანების გამოფიტვის, მათი პროდუქტის გადალექვის პროცესი იწვევს სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობის ფხვიერი ქანის წარმოქმნას, რაც ფარავს ხმელეთის უდიდეს ნაწილს და წარმოადგენს უმთავრეს ნიადაგწარმომქმნელ ქანს. ქანების ზედა ჰორიზონტებში ფორმირდება ნიადაგი.

ფხვიერი ქანის ქიმიური შედგენილობა განპირობებულია როგორც პირველადი ქანის გამოფიტვის პროდუქტების ქიმიური შედგენილობით, ასევე იმ ცვლილებებით, რომლებიც დაკავშირებულია დალექვისას გამოფიტვის პროდუქტების ცვალებადობასთან. ამასთან, ცალკეული ქიმიური ელემენტის ან ჟანგეულის პროცენტული შემცველობა შეიძლება გამონვეული იყოს თითოეული მათგანის აბსოლუტური რაოდენობის შეცვლით სხვა ელემენტის შემცირების ან გადიდების ხარჯზე.

ქვიშიან ქანში კაჟმინის შემცველობა 90% მეტია, ხოლო თიხნარ და თიხაში – 50-70%-მდე. Al_2O_3, Fe_2O_3 და სხვა ჟანგეულების შემცველობა კი იზრდება. კაჟმინის შემცირება და ნახევარჟანგეულების დაგროვება კარგად ილუსტრირდება ნიადაგის და ქანის ლექის ფრაქციის მოლეკულური შეფარდებით: $SiO_2 : Al_2O_3$ ან $SiO_2 : R_2O_3$.

გამოფიტვის პროდუქტში ყველაზე მოძრავია მარტივი მარილები; მათი ხსნადობა მით მეტია, რაც უფრო დაბალია მათი იონების ვალენტობა. ამიტომაც, ფხვიერ ქანში და ნიადაგში, საშუალოდ, ფუძეები ნაკლები რაოდენობითაა, ვიდრე ლითოსფეროში. ტენიანი კლიმატის პირობებში ფხვიერი ქანები გაღარიბებულია ფუძეებით, ხოლო მშრალში ხდება მათი დაგროვება.

ტუტემიწა და ტუტე ფუძეების შემცველობის მიხედვით ნიადაგწარმომქმნელი ქანები იყოფა დამლაშებულ, კარბონატულ და გამოტუტულ ქანებათ. გამოტუტულ ქანში კალციუმის, მაგნიუმის, ნატრიუმის, კალიუმის ჟანგეულის შემცველობა არ აღემატება 1-3%. კარბონატული ქანები შეიცავენ კალციუმის კარბონატების ($CaCO_3$) მნიშვნელოვან რაოდენობას. დამლაშებულ ქანებში კალციუმის კარბონატებთან ერთად ბევრია კალციუმის, მაგნიუმის და ნატრიუმის სულფატები და ქლორიდები.

ნიადაგწარმომქმნელი ქანის ქიმიური შედგენილობა გარკვეულად ასახავს მის მექანიკურ და მინერალოგიურ შედგენილობას. კვარცით მდიდარი ქვიშა-ქანები ძირითადში შედგება კაჟმინისგან. რაც უფრო მძიმეა ქანის მექანიკური შედგენილობა, მით უფრო მეტია მასში მაღალდისპერსიული მეორადი მინერალი, მაშასა-

დამე, ნაკლებია კაჟმინა, მეტია ალუმინის, რკონოს ჟანგეულები, ქიმიურად ბმული წყალი. სიალიტური ტიპის ქანში აგრეთვე მეტია კალიუმის და მაგნიუმის ჟანგეულები. ნიადაგში მემკვიდრეობით გადადის ნიადაგწარმოქმნის ქანის სანყისი მასალის გეოქიმიური ნიშნები: ქანის სიმდიდრე აისახება მისი შემცველობით ნიადაგში; ნიადაგები, განვითარებული კარბონატულ ქანზე, დიდი რაოდენობით შეიცავენ კარბონატებს; ნიადაგწარმომქმნელი ქანის დამლაშება ნიადაგის დამლაშების ნყაროა და ა.შ. ამასთან, ნიადაგწარმოქმნის პროცესში დედაქანები იცვლება. ნიადაგწარმოქმნის ტიპის მიხედვით ნიადაგის პროფილში იცვლება სხვადასხვა ქიმიური ელემენტის შემცველობა. ნიადაგის ყოველი ტიპი იძენს დამახასიათებელ დიფერენციაციას ჰორიზონტების მიხედვით.

ნიადაგწარმოქმნის ქანთან შედარებით, ყვითელმინა-ეწერი ნიადაგების ზედა ჰორიზონტები გამდიდრებულია კაჟმინით და ნაკლები რაოდენობით შეიცავენ ალუმინის და რკინის ჟანგეულებს. შავი, ყომრალი და ყავისფერი ნიადაგებისთვის უმეტესი ჟანგეულების შემცველობა რჩება თითქმის შეუცვლელი. ყველა ნიადაგისთვის, ქანისგან განსხვავებით, დამახასიათებელია ზედა ჰორიზონტში ორგანული ნივთიერების დაგროვება. ამასთან დაკავშირებულია ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი ელემენტების – ნახშირბადის, აზოტის, აგრეთვე, ფოსფორის, გოგირდის, კალციუმის აკუმულაცია. ქანის ცვლილებების ხასიათი და მასშტაბი განპირობებულია ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორებით. ნიადაგების ქიმიური შედგენილობა მუდმივად იცვლება გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის პროცესების შესაბამისად.

ნიადაგში ქიმიური ელემენტი იმყოფება სხვადასხვა ნაერთში.

ჟანგბადი შედის ნიადაგის უმრავლეს პირველად და მეორად მინერალში, წარმოადგენს ორგანული ნივთიერების ერთ-ერთ ძირითად ელემენტს.

კაჟბადი. ნიადაგში კაჟბადის ყველაზე გავრცელებული ნაერთია კვარცი – SiO_2. ჭეშმარიტად ხსნად და კოლოიდურ კაჟმინა ფუძეებთან და ჟანგეულებთან ურთიერთმოქმედებისას წარმოქმნის მეორად სილიკატებს.

ალუმინი იმყოფება ნიადაგში პირველადი და მეორადი მინერალების შემადგენლობაში ორგანულ-მინერალური კომპლექსების ფორმით და შთანთქმულ მდგომარეობაში (მუავე ნიადაგებში). ალუმინის შემცველი პირველადი და მეორადი მინერალების დაშლისას თავისუფლდება მისი ჰიდროჟანგი, რომლის უმეტესი ნაწილი გამოფიტვისას რჩება ადგილზე (როგორც სუსტად მოძრავი) და მხოლოდ ნაწილობრივ გადადის ხსნარში ზოლის სახით. მუავე არეში (pH<5) ალუმინის ჰიდროჟანგი ხდება უფრო მოძრავი და ალუმინი ჩნდება ნიადაგურ ხსნარში $AL(0H)_2^+$, $AL(0H)^{2+}$ იონების სახით, რაც უარყოფითად მოქმედებს მცენარის ზრდაზე. ალუმინის წყალხსნადი და კოლოიდური ჰიდროჟანგი ორგანულ მუავებთან ურთიერთმოქმედებისას წარმოქმნის მოძრავ კომპლექსურ ნაერთებს, რომლებიც გადაადგილდება ნიადაგის პროფილში.

რკინა მცენარისთვის საჭირო ელემენტია. რკინის გარეშე ქლოროფილი არ წარმოიქმნება. ნიადაგში რკინა გვხვდება პირველადი და მეორადი მინერალების – სილიკატების შემადგენლობაში, ჰიდროჟანგების და ჟანგების, მარტივი მარილების სახით, შთანთქმულ მდგომარეობაში და აგრეთვე ორგანულ-მინერალური კოლოიდების შემადგენლობაში. რკინის მარილების გადიდებული ხსნადობა თრგუნავს მცენარეს. ნეიტრალურ და ტუტე ნიადაგებში მკაფიოდ გამოხატული დაჟანგვითი პროცესების შედეგად მცენარეს შეიძლება გაუჩნდეს რკინის უკმარისობა, რაც გარეგნულად მჟღავნდება ქლოროზის სახით. რკინის ჰიდროჟანგს, ისევე როგორც ალუმინის ჰიდროჟანგს, შეუძლია წარმოქმნას ორგანულ მუავებთან კომპლექსური

ნაერთების მოძრაობა ფორმები, რომლებსაც გააჩნიათ პროფილის მიხედვით გადაადგილების უნარი.

აზოტი შედის ყველა ცილოვანი ნაერთის შემადგენლობაში, ცოცხალი უჯრედის ქლოროფილის, ნუკლეინის მჟავას, ფოსფატიდების და მრავალ სხვა ორგანულ ნივთიერებაში. ნიადაგური აზოტის ძირითადი მასა ორგანულ ნივთიერებაშია. აზოტის რაოდენობა პირდაპირ კავშირშია ნიადაგში ორგანული ნივთიერების შემცველობასთან და, პირველ რიგში, ჰუმუსთან. უმეტეს ნიადაგში შეადგენს ჰუმუსის 1/12-1/20. ნიადაგში აზოტის დაგროვება განპირობებულია ატმოსფეროდან ბიოლოგიური აკუმულაციით. ნიადაგწარმომქმნელ ქანში აზოტის შემცველობა ძალიან დაბალია. მცენარე დიდი რაოდენობით მოიხმარს აზოტს. ნიადაგიდან მიღებული კვების ელემენტებიდან მცენარეში შემცველობით აზოტი იკავებს პირველ ადგილს. ამიტომ მცენარის მაღალი მოთხოვნილება აზოტზე საჭიროებს ნიადაგში მისი მარაგის შევსებას.

ფოსფორი შედის მრავალი ორგანული ნაერთის შემადგენლობაში, რომლის გარეშე შეუძლებელია ორგანიზმების ცხოველმოქმედება. ნიადაგში ფოსფორი ნარმოდგენილია ორგანულ და მინერალურ ნაერთებში.

გოგირდი შედის ცილოვანი ნივთიერების, ეთერის ზეთის შემადგენლობაში. მასზე მცენარის მოთხოვნილება მცირეა, ჩვეულებრივ ნაკლები, ვიდრე ფოსფორის. გოგირდის ბიოლოგიური აკუმულაცია ზედა ჰორიზონტში დამოკიდებულია ნიადაგწარმოქმნის პირობებზე.

კალიუმი ორგანიზმში ასრულებს მნიშვნელოვან ფიზიოლოგიურ ფუნქციას. მცენარის მიერ მოიხმარება დიდი რაოდენობით. ნიადაგში კალიუმის ძირითადი ნანილი შედის პირველადი და მეორადი მინერალების კრისტალური მესრის შემადგენლობაში და მცენარისთვის ძნელად მისაწვდომია. ნიადაგში კალიუმი შეიძლება იყოს შთანთქმულ მდგომარეობაში და მარტივი მარილების სახით.

კალციუმი და მაგნიუმი მცენარის კვების აუცილებელი ელემენტია. ისეე როგორც კალიუმს, ეკუთვნის მნიშვნელოვანი ფიზიოლოგიური როლი. მაგნიუმი შედის ქლოროფილის შემადგენლობაში. კალციუმს დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგში ხელსაყრელი ფიზიკური, ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებების შესაქმნელად.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რა არის აუცილებელი მცენარის ნორმალური ზრდისა და განვითარებისთვის?
2. ძირითადად რა ელემენტებისგან შედგება ლითოსფერო?
3. რა სახითაა წარმოდგენილი ნიადაგში ქიმიური ელემენტები?

თავი 14. ნიადაგის მიკროელემენტი

მიკროელემენტი ქიმიური ელემენტია, რომელიც ნიადაგსა და ბიოლოგიურ ობიექტში უმნიშვნელო რაოდენობითია: ბორი (B), მანგანუმი (Mn), მოლიბდენი (Mo), სპილენძი (Cu), თუთია (Zn), იოდი (J), ფთორი (S) და სხვა.

მიკროელემენტი მნიშვნელოვან ფიზიოლოგიურ და ბიოქიმიურ როლს თამაშობს მცენარის, ცხოველის და ადამიანის ცხოვრებაში; შედის ვიტამინის, ფერმენტის, ჰორმონის შემადგენლობაში. საკვებსა და კვების პროდუქტებში მიკროელემენტის არანორმალური (ჭარბი ან არასაკმარისი) შემცველობა იწვევს ცხოველსა და ადამიანში ნივთიერებათა ცვლის დარღვევას და მძიმე დაავადებების განვითარებას. იოდის უკმარისობისას ცხოველებსა და ადამიანში ვითარდება ჩიყვის ენდემია; ფთორის უკმარისობისას ვითარდება კარიესი (კბილის ემალის დაზიანება), ხოლო სიჭარბისას – ენდემური ფლუოროზი (ემალის ლაქიანობა); მოლიბდენის სიჭარბე ხელს უწყობს ნიკრისის ქარის განვითარებას და სხვა.

ნიადაგწარმომქმნელი ქანის შედგენილობის, სხვადასხვა მადნის საბადოს არსებობით, ელუვიურ და ილუვიურ პროცესებთან დაკავშირებით გამოიყოფა ე.წ. *ბიოგეოქიმიური პროვინციები* – ტერიტორიები, ზოგჯერ მნიშვნელოვანი ზომის, რომლებიც განსხვავდება მეზობელი ტერიტორიებისგან გარემოში (ნიადაგი, წყალი, ჰაერი) ერთი ან რამდენიმე მიკროელემენტის კონცენტრაციით. ბიოგეოქიმიური პროვინციების ტერიტორიაზე მიკროელემენტების უკმარისობის ან სიჭარბის შედეგად მცენარეში, ცხოველებსა და ადამიანში შეიძლება აღინიშნებოდეს ნივთიერებათა ნორმალური ცვლის დარღვევები, რაც იწვევს სპეციფიკური დაავადებების – ბიოგეოქიმიური ენდემიების, განვითარებას. ჩვეულებრივ, ბიოგეოქიმიური პროვინციები ფორმირდება ბუნებრივი ფაქტორების გავლენით. ამის გარდა, მათი წარმოქმნა შეიძლება იყოს დაკავშირებული რეგიონალურ და ლოკალურ ტექნოგენურ დაბინძურებასთან, სამრეწველო საწარმოების გამონატყორცნებთან, სასუქების სხვადასხვა კომპონენტის ნარჩენი რაოდენობის დაგროვებასთან და სხვა.

ნიადაგში მიკროელემენტის რაოდენობა პირველ რიგში განისაზღვრება შემცველობით საწყის ნიადაგწარმომქმნელ ქანში და ნიადაგწარმოქმნის პროცესის გავლენით შემდგომ გადანაწილებაზე. აქტიური ჰუმუსწარმოქმნის პროცესის დროს გროვდება პროფილის ზედა ნაწილში. ელუვიური პროცესების ინტენსიური განვითარების დროს ნიადაგის ზედა ჰორიზონტები შეიძლება გაღარიბდნენ მიკროელემენტით. ნიადაგის შესამჩნევი გამდიდრება შეიძლება აღინიშნოს მადნეული საბადოების მახლობლად, ვულკანების მოქმედების ზონაში. ცალკეული მიკროელემენტი ხვდება ნიადაგში ტერიტორიის ტექნოგენური დაბინძურების შედეგად. ამ უკანასკნელის დროს ნიადაგის მიერ მიკროელემენტის შთანთქმაზე გავლენას ახდენს: მექანიკური შედგენილობა, რეაქცია, ჰუმუსის და კარბონატების შემცველობა, შთანთქმის ტევადობა და წყლის რეჟიმის პირობები.

მიკროელემენტების შემცველობა ნიადაგში აღინიშნება სხვადასხვა ფორმით: მინერალების კრისტალურ მესერში, მარილების და ჟანგეულების სახით, ორგანული ნივთიერების შემადგენლობაში, იონგაცვლით მდგომარეობაში და გახსნილი ფორმით ნიადაგურ ხსნარში.

ნიადაგებში მიკროელემენტის ქცევაზე და ნაერთების ფორმაზე დიდ გავლენას ახდენს ჟანგვა-აღდგენითი პირობები, არეს რეაქცია, CO_2 კონცენტრაცია და ორგანული ნივთიერების შემცველობა. ნიადაგის ჟანგვა-აღდგენითი მდგომარეობის შეცვლა გავლენას ახდენს ცვლადი ვალენტობის მქონე მიკროელემენტის ქცევაზე. ასე, მაგალითად, მანგანუმი დაჟანგვისას ($Mn^{2+} \rightarrow Mn^{4+}$) გადადის უხსნად ფორმებში, ხოლო ქრომი ($Cr^{3+} \rightarrow Cr^{6+}$) და ვანადიუმი ($V^{3+} \rightarrow V^{5+}$), პირიქით, იძენენ ძვრადობას და მიგრირებენ. მჟავე რეაქციის დროს იზრდება Cu, Zn, Mn, Co ძვრადობა და მცირდება Mo ძვრადობა. ბორი, ფთორი და იოდი მოძრავია მჟავე და ტუტე არეში. ნიადაგურ ხსნარში CO_2 კონცენტრაციის ზრდა იწვევს Mn, Ni, Ba ძვრადობის ზრდას ამ ელემენტების კარბონატების ბიკარბონატებში გადასვლის შედეგად. ჰუმუსოვან ნივთიერებებს და არასპეციფიკური ბუნების ორგანულ ნივთიერებებს (ჭიანჭველმჟავა, ლიმონმჟავა, მჟაუნმჟავა და სხვა მჟავები) შეუძლიათ წარმოქმნან მიკროელემენტებთან როგორც ხსნადი, ისე მცენარეების მიერ ძნელად მისაწვდომი ნაერთები.

სხვადასხვა ნიადაგში შედგენილობის და თვისებების თავისებურებების გათვალისწინებით აღინიშნება მიკროელემენტის როგორც საერთო, ისე მოძრავი ფორმების განსხვავებული განაწილება. ყვითელმიწა-ეწერ ნიადაგში ელუვიური პროცესების განვითარების შედეგად ადგილი აქვს ზედა ჰორიზონტების გაღარიბებას Zn, Co, Mo, Cu და მათ მაქსიმალურ შემცველობას ქვედა პორიზონტებსა და ქანებში. შავმიწებში, როგორც ჰუმუს-აკუმულაციური პროცესის ხანგრძლივი განვითარების შედეგი, მიკროელემენტის მაქსიმალური შემცველობა აღინიშნება ჰუმუსოვან შრეში და სიღრმით ჰუმუსის შემცველობის შემცირებასთან ერთად თანდათანობით კლებულობს მიკროელემენტის რაოდენობაც. კანონზომიერებები შეიძლება ირღვეოდეს მიკროსასუქის გამოყენების, ორგანული სასუქის სისტემატური შეტანის, თანმხლები პროცესების განვითარებისა (გაბიცობება, გასოლოდება და სხვ.) და აგრეთვე ეროზიის გამოვლენასთან დაკავშირებით. მიკროელემენტში მცენარის მოთხოვნილების უზრუნველყოფის შეფასებისთვის მნიშვნელოვანია მოძრავი ფორმების განსაზღვრა. ამ უკანასკნელების რაოდენობა ნიადაგში ძლიერ იცვლება, რაც აიხსნება როგორც ნიადაგის გენეტიკური თავისებურებებით, ისე გაკულტურების ინტესიურობით.

მიღებულია მიკროელემენტის მოძრავი ფორმის შემცველობის (მგ/კგ) მიხედვით ნიადაგის შეფასების შემდეგი გრადაცია: ძალიან ღარიბი – Cu<0,3; Zn<0,2; Mn<0,1; Co<0,2; Mo<0,05; B<0,1; ღარიბი – შესაბამისად, 1,5; 1; 10; 1; 0,15; 0,2. ნიადაგებში მიკროელემენტის ასეთი შემცველობის დროს მცენარე კარგად რეაგირებს მიკროელემენტის გამოყენებაზე.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რა წარმოადგენს მიკროელემენტები?
2. რას ნიშნავს ბიოგეოქიმიური პროვინცია?
3. რითი განისაზღვრება ნიადაგში მიკროელემენტის რაოდენობა?
4. ნიადაგებში მიკროელემენტების შემცველობის რა გრადაციაა მიღებული?

თავი 15. ნიადაგის რადიოაქტიუროგა

ნიადაგის რადიოაქტიურობა განპირობებულია რადიოაქტიური ელემენტების შემცველობით. არჩევენ ბუნებრივ და ხელოვნურ რადიოაქტიურობას.

ბუნებრივი რადიოაქტიურობა გამონვეულია ბუნებრივი რადიოაქტიური ელემენტებით, რომლებიც ამა თუ იმ რაოდენობით არსებობენ ნიადაგსა და ნიადაგწარმომქმნელ ქანში. ბუნებრივი რადიოაქტიური ელემენტები იყოფა 3 ჯგუფად.

პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება რადიოაქტიური ელემენტები, რომელთა ყველა იზოტოპი რადიოაქტიურია. მათ შორის არის ცვლადი იზოტოპების ჯგუფი: ურანის – რადიუმის – თორის და აქტინოიდების. მათი დაშლის შუალედური პროდუქტებია როგორც მყარი, ისე გაზისებრი იზოტოპები. ამ ჯგუფიდან ყველაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს: ურანს (^{238}U, ^{235}U), თორს (^{232}Th), რადიუმს (^{226}Ra) და რადონს (^{222}Rn, ^{220}Rn).

მეორე ჯგუფში შედიან „ჩვეულებრივი" რადიოაქტიური თვისებების მქონე იზოტოპები: კალიუმი (^{40}K), რუბიდიუმი (^{87}Rb), სამარიუმი (^{147}Sm), კალციუმი (^{48}Ca), ცირკონი (^{96}Zr) და სხვ. მათ შორის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს კალიუმს, რომელიც განაპირობებს ყველაზე დიდ ბუნებრივ რადიოაქტიურობას.

მესამე ჯგუფი მოიცავს რადიოაქტიურ იზოტოპებს, რომლებიც წარმოიქმნება ატმოსფეროში კოსმოსური სხივების ზემოქმედებით. ასეთებია: ტრიტი (^{3}H), ბერილი (^{7}Be, ^{10}Be) და ნახშირბადი (^{14}C).

ბუნებრივი რადიოაქტიური ელემენტი ძირითადად ხანგრძლივი სიცოცხლის მქონეა – 10^{9}-10^{10} წლის ნახევარდაშლის პერიოდი. ისინი გამოასხივებენ α-, β-ნაწილაკებს და γ-სხივებს.

ბუნებრივი რადიოაქტიურობა ძირითადად განისაზღვრება ურანის, თორის, რადიუმის და კალიუმის იზოტოპებით. ჩვეულებრივ, ნიადაგებსა და ქანებში ისინი ძლიერ გაფანტულ მდგომარეობაშია. ბუნებრივი რადიოაქტიური იზოტოპების შემცველობა ძირითადად დამოკიდებულია დედაქანზე. მჟავე ქანების გამოფიტვის პროდუქტებზე ფორმირებული ნიადაგი მეტი რაოდენობით შეიცავს რადიოაქტიურ იზოტოპებს, ვიდრე ფუძე და ულტრაფუძე ქანებზე განვითარებული ნიადაგი. მძიმე ნიადაგი მეტი რაოდენობით შეიცავს მათ, ვიდრე მსუბუქი ნიადაგი. ჩვეულებრივ, ბუნებრივი რადიოაქტიური ელემენტები ნიადაგში პროფილის მიხედვით მეტ-ნაკლებად თანაბრად ნაწილდება, მაგრამ, ზოგიერთ შემთხვევაში, ხდება მათი აკუმულირება ილუვიურ და ლებიან პორიზონტებში. ჰაერში ჩვეულებრივ გვხვდება რადონის (^{222}Rn), ტორონის (^{220}Rn) და აქტინონის (^{219}Rn) იზოტოპები.

ხელოვნური რადიოაქტიურობა განპირობებულია ნიადაგში იმ რადიოაქტიური იზოტოპების მოხვედრით, რომლებიც წარმოიქმნა ატომური, თერმობირთული აფეთქებების, ატომური მრეწველობის ნარჩენების სახით ან ატომურ საწარმოებში ავარიის შედეგად. ატომური აფეთქებების დროს წარმოქმნილი რადიოაქტიური ნივთიერებები ჰაერის ნაკადებით შეიძლება გადატანილ იქნეს დიდ მანძილზე და

თანდათანობითი დალექვით გამოინვიოს ნიადაგის და ბუნებრივი წყლის რადიოაქტიური დაბინძურება ხელოვნური რადიოიზოტოპებით. ბიოლოგიურ ნრებრუნვაში ჩართვით, ისინი მცენარეული და ცხოველური საკვებით ხვდება ადამიანის საკვებში, გროვდება და იწვევს რადიოაქტიურ დასხივებას. ამ მხრივ ყველაზე დიდ საშიშროებას წარმოადგენს სტრონციუმის (^{90}Sr) და ცეზიუმის (^{137}Cs) იზოტოპები, რადგანაც ისინი ხასიათდება ნახევრად დაშლის ხანგრძლივი პერიოდით (28 წელი ^{90}Sr და 33 წელი ^{137}Cs). ისინი გამოირჩევიან აგრეთვე გამოსხივების მაღალი ენერგიით და ბიოლოგიურ წრებრუნვაში აქტიური ჩართვის უნარით. ამიტომ, უაღრესად მნიშვნელოვანია იმ კანონზომიერებების ცოდნა, რომლებიც დაკავშირებულია ნიადაგის მიერ ამ იზოტოპების შთანთქმასთან, მათ მიგრაციასა და მცენარეში მოხვედრასთან. ^{90}Sr და ^{137}Cs ნიადაგის მყარი ფაზის მიერ საკმაოდ სრულად შთაინთქმება, ამიტომ ძირითადი რაოდენობა (80-90%) აღინიშნება ნიადაგის ზედა ნაწილში (5-10 სმ-მდე). ამასთან, ყველაზე დიდი სორბციით გამოირჩევა ნიადაგები ჰუმუსის მაღალი შემცველობით, მდიდარი ღექის ფრაქციით და თიხამინერალების მონტმორილონიტური და ჰიდროქარსიანი შედგენილობით. ძირითადი თვისებებით ^{90}Sr ახლოს არის კალციუმთან, ხოლო ^{137}Cs – კალიუმთან, ამიტომ ამ რადიოიზოტოპების ქცევა ახლოს არის აღნიშნული ქიმიური ელემენტების ქცევასთან. ^{90}Sr და ^{137}Cs მნიშვნელოვანი ნაწილი ნიადაგში მაგრდება გაცვლითი შთანთქმის ტიპით, თუმცა ^{137}Cs შეუძლია არაგაცვლითი შთანთქმაც. განხილული რადიოაქტიური პროდუქტების მიგრაცია დამოკიდებულია აგრეთვე ნიადაგთან მათი კავშირების სიმტკიცეზე. მსუბუქ ნიადაგში უფრო მეტად გამოიხატება, ვიდრე მძიმეში.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რითაა განპირობებული ნიადაგის რადიოაქტიურობა?
2. რა სახის რადიოაქტიურობას არჩევენ?
3. რით განისაზღვრება ბუნებრივი რადიოაქტიურობა?
4. რითაა განპირობებული ხელოვნური რადიოაქტიურობა?

თავი 16. ნიადაგის მაგნიტური თვისებები

ნიადაგის მაგნიტური თვისებები, როგორც ნებისმიერი სხეულის, მჟღავნდება დამაგნიტების უნარში მაგნიტურ ველში. ნიადაგის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი მაგნიტური მაჩვენებელია მაგნიტური ამთვისებლობა (αe)

$$\alpha e = \frac{I}{H},$$

სადაც I – ნიადაგური ნიმუშის დამაგნიტებაა, H – მაგნიტური ველის დაძაბულობაა, რომელმაც გამოიწვია ეს დამაგნიტება.

მაგნიტური ამთვისებლობა არის ნიმუშის დამაგნიტების ზომა გარეშე მაგნიტური ველის ზემოქმედებით.

ნიადაგის მაგნიტური თვისებები ძირითადად დაკავშირებულია მის მყარ ფაზასთან, რომლის შემადგენლობაში შედიან პირველადი და მეორადი მინერალები და აგრეთვე ორგანული ნივთიერებები, რომლებსაც გააჩნიათ თავისი ბუნებით განსხვავებული მაგნიტური თვისებები. ისინი შეიძლება იყვნენ დიამაგნიტური, პარამაგნიტური და ფერომაგნიტური. დიამაგნეტიკებს აქვთ ძალიან დაბალი, პარამაგნეტიკებს – უფრო მაღალი, ხოლო ფერრიმაგნიტიკებს ყველაზე მაღალი მაგნიტური ამთვისებლობა.

ნიადაგებში დიამაგნეტიკების ტიპური წარმომადგენლებია: კვარცი, კაოლინიტი, თაბაშირი, ორთოკლასი, კალციტი, ორგანული ნივთიერება. პარამაგნიტური კომპონენტები არიან: ავგიტი, დოლომიტი, მუსკოვიტი, მონტმორილონიტი, ვერმიკულიტი. ნიადაგების ფერომაგნიტურ კომპონენტებს მიეკუთვნება მინერალები, რომლებიც შეიცავენ: რკინას, ნიკელს, კობალტს, ტიტანს, რკინაორგანულ და სხვა ნაერთებს (მაგნეტიტი – $FeO{\cdot}Fe_2O_3$, ჰემატიტი – αFe_2O_3, მაგგემიტი – γFe_2O_3,ილმენიტი – $FeO{\cdot}TiO_2$, ლიმონიტი – $Fe_2O_3{\cdot}3H_2O$, ლეპიდოკრიტი – γFeO•OH, ჰიდროლეპიდოკროკიტი – $\gamma FeO{\cdot}OH{\cdot}nH_2O$, ჰეტიტი – αFeO•OH, ჰიდროჰეტიტი – $\alpha FeO{\cdot}OH{\cdot}nH_2O$).

ნიადაგის მყარი ფაზის დია-, პარა- და ფერრიმაგნიტური კომპონენტების დამაგნიტების ხასიათი გამოიხატება დამაგნიტების I დამოკიდებულებით მაგნიტური ველის დაძაბულობასთან H.

დამაგნიტების ხასიათი გამოიხატება სხვადასხვა მრუდით. დამაგნიტების სრული ციკლის დროს წარმოიქმნება შეკრული მრუდი, რომელიც ცნობილია მაგნიტური ჰისტერეზისის მარყუჟის სახელწოდებით.

ნიადაგის მყარი ფაზის დია-, პარა- და ფერრიმაგნიტური თავისებურებანი იხილება ცალ-ცალკე. მაგრამ ნიადაგის მყარი ფაზა წარმოადგენს მათ ნარევს. მაშ, როგორია ამ დროს ნიადაგების დამაგნიტების ხასიათი? დადგინდა, რომ ნიადაგში ფერრიმაგნიტური კომპონენტის უმნიშვნელო არსებობა უზრუნველყოფს მისი დამაგნიტების ჰისტერეზისურ ხასიათს.

ნიადაგში ფერრიმაგნიტური კომპონენტების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი შედგენილობა იცვლება და, პირველ რიგში, დამოკიდებულია ნიადაგწარმოქმნის პროცესზე. ამიტომ მაგნიტური ჰისტერეზის ფართობის სიდიდე და მარყუჟების

ფორმა ნიადაგის ზედა ჰორიზონტებისთვის და აგრეთვე ამ მარყუჟების გენეზისური ჰორიზონტის მიხედვით ცვლა დამახასიათებელია ყოველი ნიადაგური ტიპისთვის. მთა-მდელოს ნიადაგში და, საერთოდ, სხვადასხვა ნიადაგში კორდიანი პროცესით (მდელოს-ყავისფერი, მდელოს-რუხი-ყავისფერი, მდელოს-შავმინა და სხვ.) ნიადაგწარმოქმნა ხელს უწყობს ჰისტერეზისური მარყუჟის გაფართოებას, რაც დაკავშირებულია ნიადაგში მაღალი მაგნიტური ამთვისებლობის მქონე ფერომაგნიტური მინერალების წარმოქმნასთან. ეწერი ან ლებიანი პროცესების განვითარების დროს ჰისტერეზისური მარყუჟი ვიწროვდება და პრაქტიკულად იღებს სწორი ხაზის ფორმას. მაგნიტური ამთვისებლობა მარტივად ისაზღვრება სპეციალური ხელსაწყოებით როგორც საველე, ისე ლაბორატორიულ პირობებში, რაიმე ქიმიური ანალიზების გარეშე. ამისათვის საკმარისია კონტაქტურ შეხებაში მოვიყვანოთ ხელსაწყოს მუშა ზედაპირი ნიადაგური ნიმუშის ზედაპირთან.

სხვადასხვა ქანზე ფორმირებული ნიადაგის ტიპებს და ქვეტიპებს გააჩნიათ მათთვის დამახასიათებელი ზედა ჰორიზონტების მაგნიტური ამთვისებლობა, რაც განპირობებულია ნიადაგწარმოქმნის პროცესებით. ავტომორფული ნიადაგის ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის მაგნიტური ამთვისებლობა ასახავს ნიადაგწარმოქმნის ზონალურ და რეგიონალურ თავისებურებებს, რომლებიც უმეტეს შემთხვევაში დამოკიდებულია ჰუმუს-აკუმულაციური პროცესის ინტენსიურობასა და ხარისხობრივ ცვლილებებზე, რომლის შედეგად ხდება ფერომაგნიტური მინერალების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ცვლა. მაგნიტური ამთვისებლობის მნიშვნელობები იზრდება ყვითელმინა-ეწერი ნიადაგებიდან ყომრალებისკენ. შავმინებს აქვთ ყველაზე დიდი მაჩვენებლები, რომლებიც ყველაზე დაბალია რუხ-ყავისფერ ნიადაგში.

მაგნიტური ამთვისებლობის შემცირებაზე გავლენას ახდენს გალეების პროცესი და აგრეთვე გრანულომეტრული შედგენილობა, სიბრტყითი წყლისმიერი ეროზიის განვითარება და თავისუფალი კარბონატების არსებობა.

ყოველი ნიადაგის ტიპი და ქვეტიპი ხასიათდება თავისი მაგნიტური პროფილით, ე.ი. მაგნიტური ამთვისებლობის შეცვლის კანონზომიერებით გენეზისური ჰორიზონტების მიხედვით. მაგნიტური ამთვისებლობის საფუძველზე დამუშავებულია ნიადაგების დიაგნოსტიკის მაგნიტომეტრული ხერხები, ხარისხობრივი მაჩვენებლები.

იმის გათვალისწინებით, რომ ცალკეულ ნიადაგს გააჩნია დამახასიათებელი მაგნიტური ამთვისებლობის მაჩვენებლები, მაგნიტური ხერხები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნიადაგის დიაგნოსტიკისთვის და ნიადაგური საზღვრების დასადგენად მსხვილმასშტაბიანი ნიადაგური კარტირების დროს. მაგნიტური ამთვისებლობის მაჩვენებლებს აქვთ დადებითი კორელაცია ჰუმუსის შემცველობასთან, გაცვლითი კატიონების ჯამთან, ნიადაგის მაძღრობის ხარისხთან, ფიზიკური თიხის შემცველობასთან, ე.ი. თვისებებთან, რომლის დროსაც მოხდა ნიადაგის ფერრომაგნიტური კომპონენტების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ცვლა.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რაში მჟღავნდება ნიადაგის მაგნიტური თვისებები?
2. რომელია ნიადაგის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი მაგნიტური მაჩვენებელი?
3. რა ახდენს გავლენას მაგნიტური ამთვისებლობის შემცირებაზე?

თავი 17. ნიადაგური კოლოიდები და ნიადაგის შთანთქმისუნარიანობა

ნიადაგური მასა შედგება სხვადასხვა ზომის მყარი ნაწილაკებისგან. ყველაზე მცირე დიამეტრი აქვს ლექის ფრაქციას (<0,001 მმ), ხოლო მის ფარგლებში – კოლოიდურ ფრაქციას (<0,0001 მმ). ასეთი ძლიერი დისპერსიის მყარ ნივთიერებებს გააჩნიათ დიდი ხვედრითი ზედაპირი. ხვედრითი ზედაპირი – ნიადაგური ნაწილაკების ზედაპირის ჯამური ფართობი შეფარდებული ნიადაგური მასის ერთეულთან (სმ^2/გ) ან მოცულობით ერთეულთან (სმ^3/სმ^3). გრანულომეტრული ფრაქციის ცალკეული ნაწილაკის შემცირებისას ხვედრითი ზედაპირი იზრდება რამდენიმე რიგით: ათეული და პირველი ასეული კვადრატული სანტიმეტრიდან გრამებზე ქვიშიან და მსხვილმტვრიან ფრაქციებში, ათეულ კვადრატულ მეტრამდე გრამებზე ლექის ფრაქციაში და კვადრატულ კილომეტრამდე გრამზე კოლოიდურ ფრაქციაში (ცხრ. 20). თუ არსებობს ნიადაგის გრანულომეტრული ანალიზის მონაცემები და ცნობილია ყოველი ფრაქციის წილი ნიადაგური მასის აგებულებაში, შესაძლებელია გათვლილ იქნეს ცალკეული ფრაქციის მონაწილეობის წილი და ნიადაგური მყარი ფაზის ხვედრითი ზედაპირი მთლიანად. კოლოიდური ფრაქციის <0,0001 მმ შემცველობა განსაზღვრავს მოცემული ნიადაგის ხვედრითი ზედაპირის 94,5%. ლექის ფრაქციის (0,001-0,0001 მმ) წილზე, რომელიც შეადგენს ნიადაგური მასის 25%, მოდის ხვედრითი ზედაპირის მხოლოდ 4,7%. მტვრიანი და ქვიშიანი ფრაქციების წილი ჯამურ ხვედრით ზედაპირში არ აღემატება 1 %, თუმცა მისი შემცველობა შეადგენს ნიადაგის მასის 65 %. ამგვარად, ნიადაგის ხვედრითი ზედაპირი ლექის და კოლოიდური ფრაქციების არსებობით საკმაოდ დიდია.

ცხრ. 20. მსუბუქთიხიანი ნიადაგის ხვედრითი ზედაპირი

ნაწილაკების დიამეტრი, მმ	ხვედრითი ზედაპირი, სმ^2/გ	ფრაქციის შემცველობა ნიადაგში, %	ფრაქციის ხვედრითი ზედაპირი ნიადაგში, მ^2/გ	ფრაქციის მონაწილეობის წილი ჯამურ ხვედრით ზედაპირში, %
1-0,25	37,0	5,0	1,8	0,002
0,25-0,05	$1,5 \cdot 10^2$	10,0	15,0	0,008
0,05-0,01	$7,6 \cdot 10^2$	20,0	$1,5 \cdot 10^2$	0,07
0,01-0,005	$3,1 \cdot 10^3$	10,0	$3 \cdot 10^2$	0,12
0,005-0,001	$7,6 \cdot 10^3$	15,0	$1,1 \cdot 10^3$	0,06
0,001-0,0005	$3,1 \cdot 10^4$	15,0	$4,6 \cdot 10^3$	1,8
0,0005-0,0001	$7,6 \cdot 10^4$	10,0	$7,6 \cdot 10^3$	2,9
0,0001-0,00001	$4,4 \cdot 10^5$	10,0	$4,4 \cdot 10^4$	15,8
0,00001-0,000001	$4,4 \cdot 10^6$	5,0	$2,2 \cdot 10^5$	78,7

17.1. ნიადაგური კოლოიდების ბუდგენილობა და შენება

ნიადაგური კოლოიდები წარმოიქმნა გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის პროცესში მსხვილი ნაწილაკების დაყოფის ან მოლეკულურად დაქუცმაცებული ნივთიერებების შეერთების გზით და, საერთოდ, ემორჩილება კანონებს, რომლებიც დადგენილია ასეთი სისტემებისთვის ფიზიკურ და კოლოიდურ ქიმიაში.

ნიადაგური კოლოიდების შემადგენლობაში შედის მინერალური, ორგანულ-მინერალური და ორგანული ნივთიერებები. მინერალური კოლოიდების ნაწილი იმყოფება კრისტალურ მდგომარეობაში – ეს არის ადრე განხილული თიხამინერალები: კაოლინიტი, ჰალუაზიტი, ჰიდროქარსი, ილიტი, ვერმიკულიტი, მონტმორილონიტი და სხვ. კოლოიდურ ფრაქციაში გვხვდება აგრეთვე კოლოიდურ მდგომარეობამდე დაქუცმაცებული პირველადი მინერალები, ყველაზე ხშირად კი კვარცი.

მინერალური კოლოიდების სხვა ნაწილს წარმოადგენენ ამორფული ნივთიერებები. მათ მიეკუთვნება: ალოფანები, ახლად დალექილი ალუმინის, რკინის, მანგანუმის ჰიდროქსიდები, კაჟმინის ჰიდრატები და მათი კომპლექსური ნალექები – კოაგელები.

ნიადაგური კოლოიდების ორგანული ნაწილი ნარმოადგენს ჰუმუსოვან ნივთიერებებს, მათ შორის ორგანულ-მინერალურ კომპლექსებს და აგრეთვე ყველაზე წვრილი ბაქტერიების უჯრედებს, რომელთა დიამეტრიც მდებარეობს კოლოიდური ფრაქციის ფარგლებში.

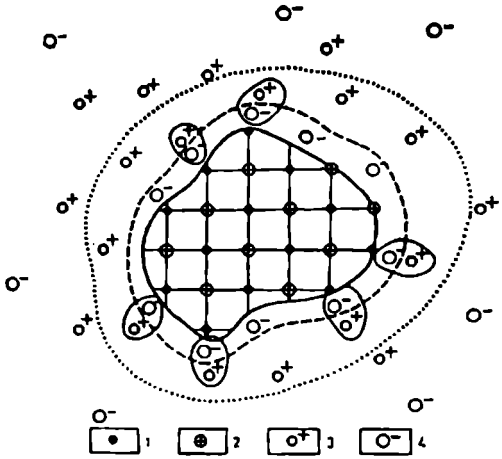
ნიადაგების უმეტეს ნაწილში ჭარბობს მინერალური კოლოიდები, რომლებიც შეადგენენ მათი საერთო მასის 85-90%.

ნიადაგურ კოლოიდებს, როგორც ძლიერ დაქუცმაცებულ მდგომარეობაში მყოფ ნებისმიერ ნივთიერებას, გააჩნია ზედაპირული ენერგიის მარაგი. ენერგია მჟღავნდება სხვადასხვა რეაქციაში, რომელსაც ადგილი აქვს კოლოიდური ნაწილაკების ზედაპირზე ნიადაგურ ტენთან და ჰაერთან მათი შეხების დროს.

კოლოიდებს გააჩნია სორბციული უნარი, მათ ზედაპირზე სორბირებენ გაზის ნაწილაკები, წყლის მოლეკულები და ნიადაგურ ხსნარში არსებული სხვადასხვა ნივთიერება – მთლიანი მოლეკულები და ცალკეული იონები. სისტემაში ნიადაგური ხსნარი – კოლოიდის ზედაპირი მყარდება დინამიკური წონასწორობა. ხსნარის კონცენტრაციის და გახსნილი ნივთიერებების შედგენილობის, ტემპერატურის, წნევის შეცვლა იწვევს წონასწორობის დარღვევას, რის შედეგად ნიადაგის ზედაპირსა და ხსნარს შორის ხდება გაცვლითი რეაქციები, ერთი შთანთქმული ნივთიერების ჩანაცვლება სხვა ნივთიერებით. კოლოიდების არსებობა განაპირობებს ნიადაგის შთანთქმის და გაცვლით უნარს.

ხსნარის იონებთან ურთიერთმოქმედების შედეგად ხსნარში მყოფი კოლოიდური ნაწილაკები იძენენ გარკვეულ შენებას და ელექტრულ მუხტს. განვიხილოთ კოლოიდური ნაწილაკის შენების წარმოქმნა მარტივ მაგალითზე.

აზოტმჟავა ვერცხლის და კალიუმის ბრომიდის ხსნარების შერწყმისას წარმოიქმნა კრისტალური ვერცხლის ბრომიდის წვრილი ნაწილაკები. თუ შემდგომ დავუმატებთ კალიუმის ბრომიდს, მაშინ ვერცხლის ბრომიდის ნაწილაკების ზედაპირზე მყარად მიიზიდება ბრომის იონები. ისინი წარმოქმნიან უარყოფითად დამუხტული იონების შრეს, რომელიც განსაზღვრავს ნიადაგური ნაწილაკის მუხტს. ბრომის ანიონები მიიზიდავენ დადებითად დამუხტულ კალიუმის კატიონებს, რომლებიც ანონასწორებენ (კომპენსირებენ) კოლოიდური ნაწილაკის უარყოფით მუხტს. ამას-



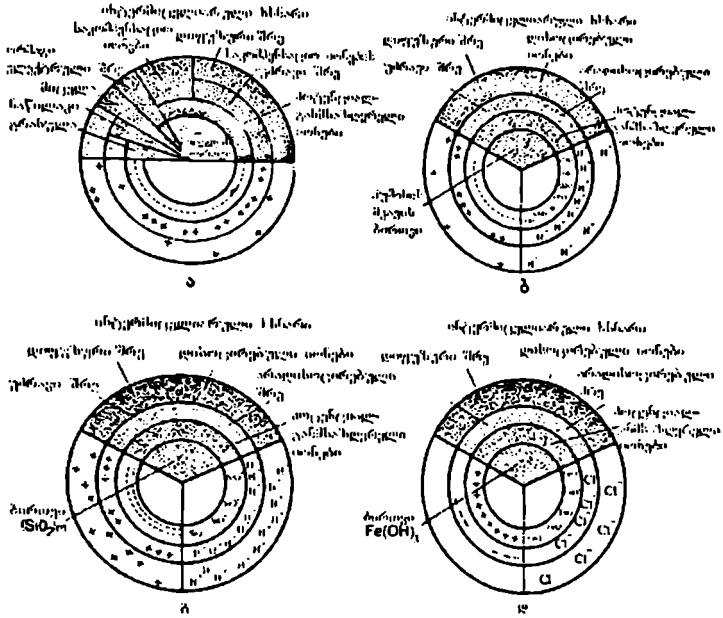
ნახ. 21. ვერცხლის ბრომიდის კოლოიდური მიცელის წარმოქმნის სქემა:
1 – Ag იონი კრისტალურ მესერში; 2 – Br იონი კრისტალურ მესერში;
3 – K იონი ხსნარში; 4 – Br იონი ხსნარში.

თან, კალიუმის კატიონების ნაწილი უკავშირდება ბრომის იონებს KBr სახით, ხოლო კალიუმის კატიონების ნაწილი ნაკლებად მყარად უკავშირდება. საბოლოოდ წარმოიქმნება ვერცხლის ბრომიდის უარყოფითად დამუხტული კოლოიდური ნაწილაკი ორმაგი ელექტრული შრით – ბრომის იონების და კალიუმის იონების შრით.

კოლოიდური ნაწილაკი ორმაგი ელექტრული შრით წარმოადგენს მიცელას (ნახ. 22). მისი შიდა ნაწილი წარმოადგენს *ბირთვს* და შედგება ამორფული ან კრისტალური ნივთიერების აგრეგატისგან. ბირთვი ზედაპირზე იონების პოტენციალგანმსაზღვრელი შრით გამოიყოფა *გრანულის* სახელწოდებით, ხოლო გრანულა უძრავი იონსაწინააღმდეგო შრით – *ნაწილაკია* და დიფუზურ იონსაწინააღმდეგო შრესთან ერთად არის *მიცელა*. მყარი ნაწილაკის მუხტის ნიშანი შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს კოენის კანონით, რომლის მიხედვით მყარი ნაწილაკი იძენს უარყოფით მუხტს, თუ მისი დიელექტრული მუდმივა ნაკლებია მასთან შეხებაში მყოფ სითხის დიელექტრულ მუდმივაზე. თუ მიცელის ბირთვი შედგება კრისტალური ნივთიერებისგან, მაშინ მის ზედაპირზე მუხტის გაჩენა შეიძლება იყოს კრისტალური მესრის დაშლის და ზედაპირზე ნარჩენი არაკომპენსირებული კავშირების გაჩენის შედეგი.

იმ შემთხვევაში, როდესაც კოლოიდური მიცელის ბირთვი აგებულია ამორფული ნივთიერებით, მაშინ დადებითი ან ურყოფითი მუხტის გაჩენა დაკავშირებულია ზედაპირული შრის შემქმნელ მოლეკულების დისოციაციასთან და ერთ-ერთი დისოცირებული იონის მოცილებასთან ზედაპირიდან უძრავი ან დიფუზური იონების შრეში.

დადებითი ან ურყოფითი მუხტის გაჩენა სხვადასხვა კოლოიდში მნიშვნელოვნად დაკავშირებულია ქიმიურ შედგენილობასთან, ხოლო კლისტალებში – კოლოიდური ნივთიერების სტრუქტურულ თავისებურებებთან.



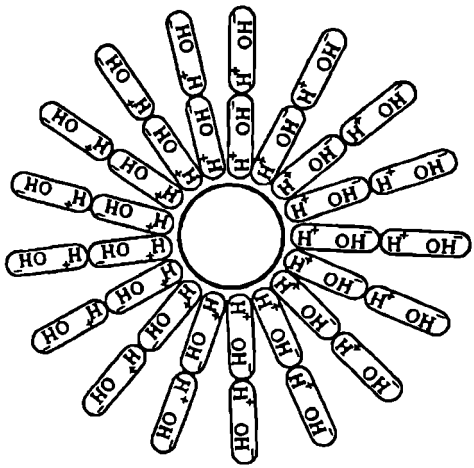
ნახ. 22. ნიადაგური კოლოიდების შენების სქემა:
ა-კოლოიდური მიცელა; ბ-ჰუმინის მჟავა; გ-კაჟმინა; დ-რკინის ჰიდროქსიდი

კოლოიდურ კაჟმინას ტუტე არეში ჩვეულებრივ აქვს უარყოფითი მუხტი. ძლიერ მჟავე არეში კოლოიდი ხდება ელექტრონეიტრალური. ასე იქცევა ჰუმუსოვანი ნივთიერების კოლოიდი, რომელიც ნარმოადგენს რთულ მაღალმოლეკულურ მრავალფუძიან ორგანულ მჟავას. ჰუმინის მჟავების კოლოიდებს აქვთ უარყოფითი მუხტი. მჟავე არეში ჰუმინის მჟავას კოლოიდი ხდება ელექტრონეიტრალური.

კოლოიდები, რომლებსაც პოტენციალგანმსაზღვრელ შრეში აქვთ უარყოფითი მუხტი, გამოიყოფა აციტოიდების სახელწოდებით, ხოლო დადებითი მუხტის შემთხვევაში – ბაზოიდების; თუ იცვლება არეს სხვადასხვა მჟავე-ტუტე პირობებში, მაშინ საქმე გვაქვს ამფოლიტოიდებთან.

კოლოიდური ნაწილაკები გარშემორტყმულია მათთან მყარად დაკავშირებული წყლოვანი აფსკებით ანუ კოლოიდური ნაწილაკები ჰიდრატირებულია. კოლოიდურ ნაწილაკთან წყლის მოლეკულების მიერთება დაკავშირებულია პოლიარიზაციულ ძალებთან. დამუხტულ კოლოიდურ ნაწილაკთან მიახლოებისას წყლის მოლეკულის ელექტრონული აფსკი დეფორმირდება და, თუმცა წყლის მოლეკულა რჩება ნეიტრალური, იძენს დიპოლის ფორმას.

წარმოქმნილი დიპოლები, დამუხტული ნაწილაკის ელექტრული ველის სფეროში მოხვედრისას, იძენენ მკაცრ ორიენტირებას, მიმართულს მის მიმართ იმ ბოლოებით, რომლებსაც გააჩნია ნაწილაკის საწინააღმდეგო მუხტი. ასე ხდება მოლეკუ-



ნახ. 23. წყლის ორიენტირებული დიპოლები ჰიდროტირებული ნანილაკის ირგვლივ

ლების არა მარტო პირველი, არამედ მეორე და მესამე შრის დაკავშირება. ნანილაკის ირგვლივ წარმოიქმნება მასთან მყარად დაკავშირებული წყლის აფსკი, რომლის სიმძლავრე შეიძლება იყოს სხვადასხვა და დამოკიდებულია კოლოიდის ბუნებაზე და ნანილაკის მუხტის სიდიდეზე.

კოლოიდები, რომლებსაც გააჩნიათ ძლიერი ჰიდროტირების უნარი (ე.ი. დააკავონ წყლის მძლავრი აფსკები), ცნობილია ჰიდროფილურების სახელწოდებით. სუსტად ჰიდროტირებული კოლოიდები გამოიყოფა ჰიდროფობების სახელწოდებით. კოლოიდების ჰიდროფილური და ჰიდროფობური თვისებები მათი ქიმიური ბუნების გარდა დამოკიდებულია შთანთქმული იონების შედგენილობაზე.

კოლოიდი შეიძლება იყოს *ზოლის*, ანუ შეწონილ მდგომარეობაში, ან ნალექის – *გელის* სახით.

კოლოიდის გადასვლა ზოლის მდგომარეობიდან გელის მდგომარეობაში არის კოაგულაცია, ხოლო უკუპროცესი, გელიდან ზოლში გადასვლა – პეპტიზაცია.

კოლოიდების გადასვლა ერთი მდგომარეობიდან მეორეში ძირითადში განპირობებულია კოლოიდური ნანილაკების ელექტრული პოტენციალის შეცვლით და დამოკიდებულია მათი ჰიდრატაციის ხარისხზე. პოტენციალის გადიდების (ნანილაკის მუხტის ზრდა) დროს ხდება კოლოიდის პეპტიზაცია – მისი გადასვლა ზოლში. ერთმუხლიანი კოლოიდური ნანილაკები ემიჯნება ერთმანეთს და შეუძლიათ განუსაზღვრელი დროის მანძილზე იყვნენ ხსნარში, არ გამსხვილდნენ და არ წარმოქმნან ნალექი.

პოტენციალის დაცემისას და მუხტის დაკარგვისას (ნანილობრივ ან მთლიანად) კოლოიდის მდგომარეობა ზოლის ფორმით ხდება არამყარი. მოძრაობისას ნანილაკები ეჯახებიან ერთმანეთს, ეწებებიან, იზრდებიან ზომებში და წარმოქმნიან ფიფქებს და ილექებიან. წარმოიქმნება ფხვიერი, წყლით მაძღარი ლაბისმაგვარი ნალექი ან გელი, რომელიც გამოშრობისას გარდაიქმნება ამორფულ ნვრილ ფხვნილად.

შთანთქმული კატიონების შემადგენლობის შეცვლა შესაძლებელია დისპერსულ ხსნარში მარილების შედგენილობის და კონცენტრაციის რეგულირებით. ამ დროს შესაძლებელია კოლოიდების გადაყვანა ზოლის მდგომარეობიდან გელში და პირიქით.

ხსნარში მარილების მინიმალური კონცენტრაცია, რომელიც იწვევს კოლოიდების შედედებას, წარმოადგენს კოაგულაციის ზღურბლს. კოლოიდები, რომლებიც ადვილად გადადიან გელიდან ზოლში, არიან შექცევადი. ჩვეულებრივ ადვილად შექცევადია ყველა ჰიდროფილური კოლოიდი, რომელიც მაძღარია ერთმუხტა კატიონებით. თუ კოაგულაციის და გამოშრობის შემდეგ კოლოიდი კვლავ არ პეპტიზირდება, წარმოადგენს შეუქცევადს. ეს თვისება ძირითადში გააჩნია ჰიდროფილურ კოლოიდებს, რომლებიც მაძღარია ორ და, განსაკუთრებით, სამმუხტა იონებით.

17.2.ნიადაგის შთანთქმისუნარიანობის სახეები

ნიადაგის უნარი, შთანთქას აირები, გაზები, დააკავოს ნიადაგში გახსნილი ხსნარი ან შეწონილი ნივთიერება ან მათი ნაწილები, ცოცხალი ორგანიზმები, წარმოადგენს ნიადაგის შთანთქმისუნარიანობას (ნშ). გამოიყოფა ნიადაგის შთანთქმისუნარიანობის ხუთი სახე – ოთხი აბიოტური სახის: მექანიკური, ფიზიკური, ფიზიკურ-ქიმიური ან გაცვლითი, ქიმიური და მეხუთე სახე – ბიოლოგიური შთანთქმისუნარიანობა.

ნიადაგის ნაწილაკების ერთობლიობა, რომელსაც გააჩნია აბიოტური, კატიონური ან ანიონური შთანთქმისუნარიანობა, წარმოადგენს ნიადაგურ შთანთქმის კომპლექსს. ფიზიკური თვალსაზრისით ნიადაგური შთანთქმის კომპლექსი წარმოადგენს წვრილდისპერსულ მდგომარეობაში (კოლოიდები) ნივთიერებების ერთობლიობას. ქიმიური თვალსაზრისით ეს არის წყალში მარილმაგვარი ალუმოსილიკატები, ორგანული და ორგანულ-მინერალური ნაერთები.

მექანიკური შთანთქმისუნარიანობა წარმოადგენს ნიადაგის თვისებას, შთანთქას წყლის და ჰაერის ნაკადთან მოსული მყარი ნაწილაკები, რომელთა ზომები აღემატება ნიადაგურ ფორებს. ფორების ზომასა და ფორმაზეა დამოკიდებული დაკავებული ნაწილაკების სიდიდე და ნიადაგში მათი შეღწევის სიღრმე. ნიადაგის სისქეში გავლის დროს წყალი იწმინდება შეწონილი ნაწილაკებისგან. ნიადაგის და ფხვიერი ქანის ეს თვისება იძლევა სასმელი და ჩამონადენი წყლების გაწმენდის საშუალებას. სარწყავი სისტემების მშენებლობის დროს ნიადაგის უნარი, შთანთქას მყარი ნაწილაკები, გამოიყენება არხების ფსკერის და კედლების დალექვის დროს ფილტრაციაზე წყლის დანაკარგის შესამცირებლად (არხების, წყალსაცავების კოლმატირება).

ფიზიკური შთანთქმისუნარიანობა წარმოადგენს ნიადაგის უნარს, გაზარდოს სხვადასხვა ნივთიერებების მოლეკულების კონცენტრაცია წვრილდისპერსული ნაწილაკების ზედაპირთან. ასეთი ნაწილაკების ზედაპირული ენერგია იზომება დისპერსული ფაზის დისპერსულ არესთან შეხების საზღვარზე გაჩენილი ზედაპირული დაჭიმვის გამრავლებით დისპერსული ფაზის ნაწილაკების ჯამურ ზედაპირზე და ის მიისწრაფვის შეკუმშვისკენ. ამ დროს ნივთიერებები, რომლებიც ამცირებენ ზედაპირულ დაჭიმვას, მიეკუთვნება ზედაპირულ-აქტიურებს (ორგანული მჟავები,

ალკალოიდები, მრავალი მაღალმოლეკულური ორგანული ნაერთი). ისინი მიიზიდებიან წვრილდისპერსული ნაწილაკების ზედაპირით, ე.ი. განიცდიან დადებით ფიზიკურ ადსორბციას. მრავალი მინერალური მარილი, მჟავა, ტუტე, ზოგიერთი ორგანული ნაერთი ზრდის წყლის ზედაპირულ დაჭიმვას და იწვევს უარყოფითი ფიზიკური ადსორბციის მოვლენას. ნაწილაკის ზედაპირთან მიახლოებისას მოცემული ნივთიერების კონცენტრაცია მცირდება. ზედაპირული დაძაბვის დაქვეითება მიიღწევა წყლის მოლეკულების ამორჩევითი ადსორბციით და არა მათში გახსნილი ნივთიერებით.

ფიზიკურ-ქიმიური ან გაცვლითი შთანთქმისუნარიანობა წარმოადგენს ნიადაგის უნარს, შთანთქას და გაცვალოს კოლოიდური ნაწილაკების ზედაპირზე არსებული იონები ნიადაგის მყარ ფაზასთან ურთიერთმოქმედ ხსნარის იონების ეკვივალენტურ რაოდენობაზე. ნიადაგის ეს უნარი განპირობებულია მის შემადგენლობაში ნიადაგურ კოლოიდებთან დაკავშირებულ ნიადაგურ შთამნთქმელ კომპლექსთან.

ქიმიური შთანთქმისუნარიანობა განპირობებულია ნიადაგში მიმდინარე ქიმიური რეაქციების შედეგად ძნელად ხსნადი ნაერთების წარმოქმნით, რომლებიც ილექება ხსნარიდან. ნიადაგში ატმოსფერული, გრუნტის, სარწყავი წყლებით მოსულ კატიონებსა და ანიონებს შეუძლიათ ნიადაგური ხსნარის მარილებთან წარმოქმნან უხსნადი ან ძნელად ხსნადი ნაერთები. მაგალითად:

1. $[\text{ნშკ}^-]Ca^{2+} + Na_2SO_4 \rightarrow [\text{ნშკ}^-]2Na^+ + \downarrow CaSO_4$
2. $[\text{ნშკ}^-]Ca^{2+} + 2NaHCO_2 \rightarrow [\text{ნშკ}^-]2Na^+ + Ca(HCO_3)_2$
3. $Ca(HCO_3)_2 - H_20 \rightarrow \downarrow CaCO_3 + CO_2$
4. $Al(OH)_3 + H_3PO_4 \rightarrow \downarrow AlPO_4 + 3H_2O$

ბიოლოგიური შთანთქმისუნარიანობა გამოწვეულია ნიადაგში მობინადრე ცოცხალი ორგანიზმების (მცენარის ფესვები, მიკროორგანიზმები) უნარით, შთანთქან სხვადასხვა ელემენტი. ბიოლოგიური შთანთქმისუნარიანობა ხასიათდება შთანთქმის დიდი ამორჩევით, რომელიც გამოწვეულია ცოცხალი ორგანიზმების ცალკეული სახეობისთვის კვების ელემენტებში სპეციფიკური მოთხოვნილებით.

17.3. ნიადაგური შთანთქმის კომპლექსი

ნიადაგის შთანთქმისუნარიანობა განპირობებულია მასში ნიადაგური შთანქმის კომპლექსის არსებობით, რომელიც წარმოადგენს ძალიან მაღალი დისპერსიულობის, წყალში უხსნადი და შთანთქმული იონების შთანთქმის და გაცვლის უნარის მქონე მინერალური, ორგანული და ორგანულ-მინერალური ნაერთების ერთობლიობას. ნიადაგმცოდნეობაში ცნება ნიადაგური შთანთქმის კომპლექსის შესახებ შემოიღი კ. გედროიცმა. მან დაადგინა, რომ ნიადაგები გარკვეული რაოდენობით შეიცავენ კატიონებს, რომლებიც არ იხსნება დისტილირებულ წყალში, მაგრამ ადვილად გადადიან ხსნარში ნიადაგის გარკვეული წონაკის დამუშავებისას ნეიტრალური მარილის ხსნარით (NH_4Cl., $NaCl$, $BaCl_2$ და ა.შ.). ამასთან, ნეიტრალური მარილის კატიონების ნაწილი შთაინთქმება ნიადაგით. შთანთქმული ნაწილის სანაცვლოდ ხსნარში ეკვივალენტური რაოდენობით ჩნდება სხვა კატიონები, ხოლო

ზოგიერთ შემთხვევაში – წყალბადის იონი. ხსნარებიდან კატიონების შთანთქმის უნარით გამოირჩევა წინაკოლოიდური (0,001-0,0001 მმ) და, განსაკუთრებით, კოლოიდური (<0,0001 მმ) ფრაქცია.

ნიადაგში არსებული ორგანული და მინერალური კოლოიდების მასა მათ მიერ შთანთქმულ იონებთან ერთად წარმოადგენს ნიადაგურ შთანთქმის კომპლექსს, რომელიც თავის მხრივ შედგება ორი ნაწილისგან: ადსორბენტი-კოლოიდები და ადსორბადი ნივთიერებები – სხვადასხვა კატიონები და ანიონები.

ადსორბენტ-კოლოიდების შემადგენლობაში შედიან მინერალური, ორგანული და ორგანულ-მინერალური ნივთიერებები.

მინერალურ ნიადაგურ კოლოიდებს მიეკუთვნება:

1. თიხამინერალების ჯგუფი (მონტმორილონიტი, ბეიდელიტი, კაოლინიტი, გალუაზიტი, ალოფანები და სხვ.). ეს არის უარყოფითად დამუხტული კოლოიდები. ზოლის მდგომარეობაში ისინი უფერულია, ხოლო გელის მდგომარეობაში იძლევიან თეთრ და ღია-რუხ ნალექებს. მათ შორის ყველაზე ჰიდროფილური მონტმორილონიტია.
2. კაჟბადის ოქსიდის ჰიდრატი $SiO_2 \cdot nH_2O$ – აგრეთვე ჰიდროფილური უარყოფითად დამუხტული კოლოიდია. ზოლის მდგომარეობაში იძლევა უფერულ ხსნარებს, გელში გადასვლისას წარმოქმნის თეთრ ლაბასმაგვარ ნალექებს, რომლებიც გაშრობისას გარდაიქმნება ამორფული კაჟმინის უწერილეს თეთრ ფხვნილად.
3. მანგანუმის ჰიდროოქსიდი $Mn_2O_3 \cdot nH_2O$ – უარყოფითად დამუხტული კოლოიდია. ზოლის მდგომარეობაში მას აქვს მოყავისფრო-ყომრალი ფერი. მისი გელი წარმოადგენს მუქ-ყავისფერ ნალექს, რომელიც გამოშრობისას გარდაიქმნება მუქ-ყავისფერ და მოლურჯო-შავ კონკრეციებად და აფსკებად.
4. რკინის ჰიდროოქსიდები $Fe(OH)_3 \cdot nH_2O$. კოლოიდი ამფოლიტოიდურია. მჟავე არეში დამუხტულია დადებითად, ხოლო ტუტეში – უარყოფითად. ზოლის მდგომარეობაში აქვს მონითალო-ყავისფერი შეფერილობა, ხოლო გელი იძლევა მოყანგო-წითელს. გამოშრობისას გარდაიქმნება მუქ-მურა და მუქ-ყავისფერ კონკრეციებში.
5. ალუმინის ჰიდროოქსიდები $Al(OH)_3 \cdot nH_2O$, ისევე როგორც რკინის ჰიდრადოქსიდი წარმოადგენს ამფოლიტოიდს. სუფთა სახით იძლება უფერულ ზოლს და თეთრ ფანტელისებრ ნალექს. ბუნებაში სუფთა სახით ჩვეულებრივ არ გვხვდება და წარმოქმნის ხსნარებს და ნალექებს რკინის ოქსიდის ჰიდრატებთან ერთად.

ორგანული ნიადაგური კოლოიდების შემადგენლობაში შედიან:

1. ჰუმუსოვანი ნივთიერებების და, პირველ რიგში, ჰუმინის მჟავების კოლოიდები; დამუხტულია უარყოფითად, ჰიდროფილურია, ზოლის მდგომარეობაში მუქი მოწითალო-ყავისფერია; გელის მდგომარეობაში იძლევიან მუქ-ყავისფერ ნალექს, გამოშრობისას შავდება.
2. ზოგიერთი ძალიან წერილი ბაქტერიების სხეულები, რომლებსაც გააჩნია ფიზიკურ-ქიმიური შთანთქმის და გაცვლის უნარი; არეს რეაქციის მიხედვით ცილოვანი სხეულების მუხტი შეიძლება იყოს უარყოფითი ან დადებითი.

ნიადაგში აგრეთვე არსებობს კოლოიდური ბუნების მრავალრიცხოვანი კომპლექსური მინერალური და ორგანულ-მინერალური ნაერთები. ნიადაგში კოლო-

იდური ნივთიერების კომპლექსური ხასიათი აიხსნება იმით, რომ ნიადაგში კოლოიდების უმრავლესობა იმყოფება კოაგულირებულ მდგომარეობაში; ასრულებენ წებოს ფუნქციას ნიადაგის უფრო მსხვილ ნაწილაკებს შორის. კოაგულაციის დროს ჩვეულებრივია ორი ან მეტი ნივთიერების ერთობლივი დალექვა და კოაგელების წარმოქმნა. საკმაოდ ჩვეულებრივია კაჟ-თიხამინიანი და კაჟ-რკინიანი, რკინა-მანგანუმიანი, ჰუმუს-რკინა-მანგანუმიანი, ჰუმუს-თიხამინიანი და სხვა კოაგელები. კოაგელებში კომპონენტების შეფარდება მერყეობს ფართო საზღვრებში და შესაბამისად იცვლება მათი თვისებები.

შთანთქმული კომპლექსის მეორე შემადგენელი ნაწილია კატიონები და ანიონები, რომლებიც შთანთქმულია კოლოიდებით და გააჩნიათ გაცვლითი რეაქციების უნარი. კოლოიდების უმრავლესობას აქვს უარყოფითი მუხტი და ამიტომ ძირითადში შთანთქავენ და ცვლიან კატიონებს.

მხოლოდ ნეიტრალურ და მჟავე არეში ზოგიერთი კოლოიდი იძენს დადებით მუხტს და ნიადაგი ამჟღავნებს ანიონების შთანთქმის უნარს, რაც ყველაზე შესამჩნევია რკინის და ალუმინის ჰირდროქსიდების სიუხვის დროს, როგორც ეს შეინიშნება წითელმიწებში.

შთანთქმული კატიონების რაოდენობა იცვლება კოლოიდების საერთო რაოდენობის, ორგანულ და მინერალურ კოლოიდებს შორის შეფარდებისა და არეს რეაქციის მიხედვით.

თიხამინერალებს გააჩნიათ განსხვავებული შთანთქმის ტევადობა (ცხრ. 21).

ცხრ. 21. თიხამინერალების შთანთქმის ტევადობის სიდიდე

მინერალები	შთანთქმის ტევადობა, მგ-ექვ 100 გ ნიადაგზე
კაოლინიტი	3 – 15
ჰალუაზიტი $2H_2O$	5 – 10
ჰალუაზიტი $4H_2O$	40 – 50
სეპიოლით-პალიგორსკიტი	20 – 30
ქლორიტი	10 – 40
ილიტი	10 – 40
მონტმორილონიტი	80 – 150
ვერმიკულიტი	100 – 150

ორგანულ კოლოიდებს გააჩნიათ გაცილებით მეტი შთანთქმის უნარი, ვიდრე მინერალურს. ასე, ჰუმინის მჟავას სუფთა კოლოიდს შეუძლია შთანთქას 350-450 მგ-ექვ, ხოლო ფულვომჟავას – 600-700 მგ-ექვ 100 გ ნიადაგზე. დადგენილია, რომ შავმიწაში, რომელიც შეიცავს 10%-მდე ჰუმუსს, გაცვლის ტევადობის დაახლოებით 50% განპირობებულია ორგანული ნაწილით. ნიადაგებში კოლოიდები შეადგენენ მისი მასის მხოლოდ ნაწილს (მაქსიმუმ 20-25%), ჰუმუსოვანი ნივთიერება კი აღწევს პროცენტის ერთეულს. ამიტომ ნიადაგში ფუძეების რაოდენობა, რომლებსაც შესწევთ შთანთქმის ან გაცვლის უნარი, გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე სუფთა კოლოიდებში.

შთანთქმული კატიონების მაქსიმალური რაოდენობა (მგ-ექვ 100 გ ნიადაგზე), რომლებსაც გააჩნიათ სხვა კატიონებზე გაცვლის უნარი, წარმოადგენს ნიადაგების შთანთქმის ტევადობას (ან გაცვლით ტევადობას).

თიხა ნიადაგებში, რომლებიც მდიდარია ორგანული კოლოიდებით, შთანთქმის ტევადობა აღწევს 60-65 მგ-ექვ 100 გ ნიადაგზე; უმეტეს ნიადაგში ის შეადგენს 15-35 მგ-ექვ 100 გ ნიადაგზე, ხოლო ქვიშიან, კოლოიდებით მწირ ნიადაგებში ხშირად არ აღემატება 2-3 მგ-ექვ 100 გ ნიადაგზე.

ერთი და იმავე ნიადაგის შთანთქმის ტევადობა არ არის მუდმივი სიდიდე: იცვლება არეს რეაქციის (რომლის დროს ხდება კატიონების განდევნა და გაცვლა) და კატიონის ენერგიის მიხედვით. ტუტე არეში კოლოიდ-აცეტოიდების ტევადობა იზრდება, ხოლო მჟავეში – მცირდება. კოლოიდებში დადებითი მუხტით – ბაზოიდებში – პირიქით, ანიონების ელექტროსტატიკული პოტენციალის და შთანთქმის ტევადობა იზრდება მჟავე არეში.

შთანთქმული ფუძეების შედგენილობა განსაზღვრავს შთანთქმული კომპლექსის მდგრადობას.

კატიონები თავისი დალექვითი ქმედებით წარმოქმნიან შემდეგ რიგს (მზარდი გავლენის მიხედვით):

$$Na^+ < NH^{4+} < K^+ < H^+ < Mg^{2+} < Ca^{2+} < Ba^{2+} < Al^{3+} < Fe^{3+}.$$

რიგი, რომელსაც ქმნიან კატიონები მათი გავლენის მიხედვით კოლოიდების წყლის გამტვერვადი მოქმედების წინააღმდეგ, იგივეა, რაც, კატიონები, განლაგებული მათი კოაგულირებელი უნარის, განდევნის და შთანთქმის ენერგიის მიხედვით.

ამგვარად, ნიადაგებს, რომლებიც მაძღარია ორ და სამმუხტა კატიონებით, გააჩნია მდგრადი შთანთქმული კომპლექსი; კოლოიდები იმყოფება ძირითადში წყალმდგრადი გელის ფორმით, რომლებსაც გააჩნიათ უნარი, შეანებონ უფრო მსხვილი ნაწილაკები; ასეთ ნიადაგებს, ჩვეულებრივ, გააჩნია კარგი სტრუქტურა.

ნიადაგები, რომლებიც მაძღარია ერთმუხტა კატიონებით, განსაკუთრებით ნატრიუმით, ადვილად განიცდიან წყლის გამტვერვით მოქმედებას; მათი კოლოიდები დატენიანებისას გადადიან ზოლში.

უმნიშვნელო დატენიანებისას შთანთქმული კატიონების შედგენილობა გავლენას ახდენს ნიადაგის მდგომარეობაზე იონების და კოლოიდების ჰიდრატაციის ხარისხში განსხვავების შედეგად. შთანთქმული კატიონების შედგენილობის მიხედვით ნიადაგების გაჯირჯვება დატენიანებისას (გამოხატული % საწყისი მოცულობიდან) იცვლება შემდეგ პარამეტრებში: H – 5: Ca, Ba – 7.7: Mg – 9,3: K – 15,5:l Na – 26,8; Li – 50.0.

თუ მივიღებთ ნიადაგის გაჯირჯვების ხარისხს მისი წყალბადით გაჯერებისას ერთიანად, მაშინ ნიადაგის შედარებითი გაჯირჯვება სხვა კატიონებით გაჯერებისას გამოიხატება შემდეგი სიდიდეებით: H – 1; Ca, Ba – 1,5; Mg – 1,8; K – 3,1: Na – 5,3; Li – 10.

ნატრიუმით გაჯერებული ნიადაგები დატენიანებისას იჯირჯვება, ჩამოიღვენთება, ხდება ჰაერ- და წყალგაუმტარი; გამოშრობისას, მოცულობის მკვეთრი შემცირებისას იშლება ვერტიკალური ბზარებით ცალკეულ ბლოკებად. მოვლენები არ აღინიშნება, თუ ნიადაგი გაჯერებულია Ca და Mg, და მით უმეტეს Al და Fe.

მჟავე ნიადაგებში შთანთქმულ კომპლექსში მეტ-ნაკლებად აღინიშნება შთანთქმული წყალბადი. ნიადაგები არ არის მაძღარი ფუძეებით.

შთანთქმული იონების ჯამში წყალბადის პროცენტული შემცველობა (გამოხატული მგ-ექვ 100 გ ნიადაგზე) წარმოადგენს ნიადაგის არამაძღრობის ხარისხის მაჩვენებელს.

შთანთქმულ კომპლექსში წყალბადის, ალუმინის და რკინის არსებობა განსაზღვრავს ნიადაგში გაცვლითი მჟავიანობის გაჩენას, რომელიც წარმოადგენს ნიადაგის მყარ ფაზაზე ფუძეებით არამაძღარი ნეიტრალური მარილების ხსნარების ზეგავლენის შედეგს. რეაქციის შედეგად ნეიტრალური მარილის კატიონების გაცვლითი ნაწილი შთაინთქმება ნიადაგის მყარი ფაზით, ხოლო მის ნაცლად ხსნარში ჩნდება შთანთქმულ კომპლექსში მყოფი წყალბადის და ალუმინის იონების ეკვივალენტური რაოდენობა.

თუ ნიადაგი მუშავდება ფუძე, ჰიდროლიტურად გამხლეჩი მარილის სხნარით (ძლიერი ფუძის და სუსტი მჟავის მარილები, მაგალითად, ძმარმჟავა ნატრიუმით), შთანთქმული კომპლექსიდან შეიძლება გამოაძეოს გაცვლითი წყალბადის კიდევ დამატებითი რაოდენობა ნეიტრალური მარილით გამოძევებულთან შედარებით. ეს მჟავიანობა ცნობილია ჰიდროლიტურის სახელწოდებით.

ნიადაგის შთანთქმული კომპლექსის გაცვლითი ტევადობა და გაცვლითი კატიონების შემცველობა განსაზღვრავენ ნიადაგის ბუფერობას – მისი უნარი, გააneიტრალოს მჟავები და ტუტეები და წინააღმდეგობა გაუწიოს ნიადაგში ხსნარის რეაქციის შეცვლას.

ამგვარად, შთანთქმული იონების შედგენილობა განსაზღვრავს ნიადაგის მრავალ ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებას. შთანთქმული იონების რეგულირებით შესაძლებელია ნიადაგის მრავალი თვისების გაუმჯობესება.

მჟავე არამაძღარი ნიადაგების მოკირიანება, თაბაშირის შეტანა ნიადაგში, რომელიც შეიცავს შთანთქმულ კომპლექსში ნატრიუმს, მიმართულია შთანთქმული კატიონების შემადგენლობის შეცვლაზე, წყალბადის იონის შეცვლაზე (მოკირიანება) ან ნატრიუმის იონის (მოთაბაშირება) კალციუმით შეცვლაზე.

ნიადაგის ფიზიკურ და ფიზიკურ-ქიმიურ შთანთქმისუნარიანობას დიდი მნიშვნელობას აქვს, როგორც ფაქტორს, რომელიც აკავებს გამორეცხვიდან ნიადაგში შეტანილ მინერალურ სასუქებს.

მცირე შთანმთქმელი უნარის მქონე მსუბუქი გრანულომეტრული შედგენილობის ნიადაგებთან მიმართებაში გამოიყენება სხვადასხვა მელიორაციები, რომლებიც ითვალისწინებენ მათში კოლოიდური ფრაქციის გაზრდას. მათ შორის ყველაზე გავრცელებულია კოლმატირება, ნაკელის, კომპოსტების და ტორფის შეტანა.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. როგორია ნიადაგური კოლოიდების შედგენილობა?
2. როგორია ნიადაგური კოლოიდების შენება?
3. რომელია ნიადაგის შთანთქმისუნარიანობის სახეები?
4. რას წარმოადგენს ნიადაგური შთანთქმის კომპლექსი?
5. რა მიეკუთვნება მინერალურ ნიადაგურ კოლოიდებს?
6. რა შედის ორგანული ნიადაგური კოლოიდების შემადგენლობაში?

თავი 18. ნიადაგის თხიერი ფაზა, ნიადაგური ხსნარები

ნიადაგური ტენი – ნიადაგის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი და საკმაოდ მობილური შემადგენელი ნაწილია. წყლის მონაწილეობით ხორციელდება გამოფიტვის, ორგანული ნარჩენების ჰუმიფიკაციის და მინერალიზაციის პროცესები. ნიადაგური ტენი წარმოადგენს მიკროორგანიზმების და უმაღლესი მცენარეების სიცოცხლის საფუძველს. ნიადაგური ტენის მონაწილეობით ხდება ნივთიერებების გადაადგილება ნიადაგურ პროფილში და გენეზისური ნიადაგური ჰორიზონტების განცალკევება, აგრეთვე ნივთიერებების ნაწილის გატანა ნიადაგური პროფილის გარეთ. ნიადაგის ტენიანობის მდგომარეობა განსაზღვრავს მის ფიზიკურ თვისებებს.

18.1. ნიადაგის ტენის კატეგორიები, ფორმები და სახეები

ნიადაგში ტენი შეიძლება იყოს მყარ, გაზისებრ და თხიერ მდგომარეობაში.

ნიადაგში გამოიყოფა ნიადაგური ტენის შემდეგი კატეგორიები:

კრისტალიზაციური ტენი მყარად არის დაკავშირებული მინერალების (ალუმოსილიკატები, ჰიდროქსიდები, მარტივი მარილები) კრისტალურ მესერში და შედის ნიადაგის მყარ ფაზაში. ასე, მაგალითად, გოგირდმჟავა კალციუმის კრისტალიზაციის და თაბაშირის წარმოქმნის დროს $CaSO_4$ ყოველ მოლეკულას უკავშირდება წყლის ორი მოლეკულა ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), გოგირდმჟავა ნატრიუმის კრისტალიზაციის და მირაბილიტის წარმოქმნისას – 10 მოლეკულა ($Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$). წყლის ეს კატეგორია მცენარისთვის მიუწვდომელია.

მყარი ტენი პერიოდულად ჩნდება სეზონურად გამყინავ ნიადაგში და მუდმივად არის მუდმივი მზრალობის ნიადაგების ქვედა ჰორიზონტში.

ორთქლისებრი ტენი არსებობს ნიადაგურ ჰაერში წყლის ორთქლის ფორმით. ატმოსფეროდან ან ნიადაგის შიგნით წყლის აორთქლების შედეგად ნიადაგში მოხვედრისას ტენი მოძრაობს ფორებსა და სიცარიელეებში ორთქლის დიდი დრეკადობის ადგილებიდან ნაკლები დრეკადობის ადგილებამდე. სეზონური ან მუდმივი მზრალობის ნიადაგში ორთქლისებრი წყალი გადაადგილდება ცივი ფრონტისკენ, სადაც კომპენსირდება, რაც ინარჩუნებს წლის ორთქლის დაბალ დრეკადობას მზრალი და გალხობილი შრეების საზღვარზე. წყლის ორთქლის პასიური გადაადგილებისთვის გარკვეული მნიშვნელობა აქვს ნიადაგური ჰაერის თბურ გაფართოებას, რომელიც ჩვეულებრივ აღინიშნება ზედა ჰორიზონტში მათი გათბობისას დღის განმავლობაში. ატმოსფერული ჰაერის დაწოლა და აეროდინამიკური ძალები, რომლებიც ჩნდება ნიადაგის ზედაპირზე ქარის მოქმედებისას, აძლიერებენ ორთქლისებრი ტენის ცვლას ნიადაგსა და ატმოსფეროს შორის.

თხიერი ტენი არსებობს ნიადაგში ბმული და თავისუფალი წყლის სახით. ყოველი მათგანი წარმოდგენილია ტენის რამდენიმე ფორმით.

1. *ბმული ტენის* შეკავება ხდება მყარი ნაწილაკების ზედაპირზე მოლეკულური მიზიდულების ძალებით. იყოფა მყარად დაკავშირებულ და ფაშარად დაკავშირებულ ტენად.

მყარად დაკავშირებული (ჰიგროსკოპული) ტენი. ნიადაგში წყლის ორთქლის ნაწილაკების მოძრაობა და მათი რაოდენობა რეგულირდება სორბციული ძალებით – ორთქლისებრი წყლის მოლეკულების მიზიდულობით ნიადაგურ ნაწილაკამდე და მისი გარდაქმნით მყარად დაკავშირებულ ჰიგროსკოპულ წყლად.

მყარი ნაწილაკებით ორთქლისებრი ტენის მიზიდულობის ძალები მოქმედებენ მცირე მანძილზე, რომელიც უდრის წყლის მოლეკულის რამდენიმე დიამეტრს. წყლის პირველი შრის ადსორბცია ნიადაგური ნაწილაკით სრულდება:

ა) ნაწილაკის ზედაპირული შრის შემადგენლობაში შემავალი ჟანგბადის ატომების წყალბადოვანი კავშირების ხარჯზე;

ბ) კატიონების ჰიდრატაციის ხარჯზე, რომლებიც განლაგებულია ნაწილაკის ზედაპირზე მაგნიუმის ატომების კაჟბადის და ალუმინის ატომებით შენაცვლების იზომორფულ ნერტილებში.

ნიადაგში ორთქლისებრი ტენის სორბციის პროცესის საწყისი სტადია მდგომარეობს თვით ნივთიერების ზედაპირული მოლეკულებით და იონებით წყლის ორთქლის მოლეკულების მიზიდვაში: ჩნდება სორბირებული მოლეკულების პირველი შრე, რომლის სისქე იზომება მოლეკულების ორი-სამი დიამეტრით. წყლის მოლეკულების შემდეგი შრე უკვე მიიზიდება თვით ადსორბირებული წყლის მოლეკულებით, რაც მსუბუქდება მათი დიპოლური ხასიათით. ამგვარად, სორბირებული წყლის ყველა მოლეკულა მკაცრად ორიენტირებულ მდგომარეობაშია. კვარცის ქვიშით წყლის ორთქლის სორბციაზე ჩატარებულმა დაკვირვებებმა გვიჩვენეს, რომ მონომოლეკულური შრის წარმოქმნა ხდება წყლის ორთქლის ძალიან მცირე წნევის დროს – დაახლოებით ფარდობითი ტენიანობის 1%-მდე. ორთქლის წნევის შემდგომი ზრდისას იწყება მრავალშრიანი სორბციის პროცესი. ფარდობითი ტენიანობის 80-85% დროს ჰიგროსკოპული წყლის აფსკის სისქე უდრის მისი მოლეკულების 30-50 დიამეტრს.

მყარად დაკავშირებულ ტენს გააჩნია თვისებები, რომლებიც განასხვავებენ თავისუფალი წყლისგან: მას აქვს გადიდებული სიმკვრივე (1,1-1,7), ნაკლები თბოტევადობა (დაახლოებით 0,5), არ შეუძლია გახსნას ელექტროლიტები და გაატაროს ელექტრული დენი, არ იყინება -78 °C და გააჩნია მექანიკური თვისებები, რომლითაც უახლოვდება სხეულებს (დაძვრის მოდულით და დენადობის ზღვრით). წყლის პირველი შრის ადსორბციის დროს გამოიყოფა დასველების სითბო.

ჰიგროსკოპული ტენი იმდენად მყარად არის შეკავებული ნიადაგური ნაწილაკების ზედაპირზე, რომ მისი მოცილება შესაძლებელია მხოლოდ ორთქლისებრ მდგომარეობაში ნიადაგის გახურებისას 100 °C ზევით 4-5 საათის განმავლობაში. მყარად დაკავშირებული (ჰიგროსკოპული) ტენის მაქსიმალური რაოდენობა წარმოადგენს წყლოვან-ფიზიკურ კონსტანტას და გამოიყოფა *მაქსიმალური ჰიგროსკოპულობის* (მჰ) სახელწოდებით.

ფაშარად დაკავშირებული (ან აფსკისებრი) ტენი – არის წყალი, რომლის დაკავება ხდება იმ მოლეკულური მიზიდულობის ძალებით, რომლებიც მაქსიმალური

ჰიგროსკოპულობის სიდიდეზე მეტია. მისი ძირითადი ნიშანია – წყლის მოლეკულების ორიენტირებული განლაგება. ფაშარად დაკავშირებული წყლის ყველაზე დიდი რაოდენობა შეიძლება 2-4-ჯერ აღემატებოდეს მაქსიმალური ჰიგროსკოპულობის სიდიდეს. მოლეკულური მიზიდულობის ძალებით შეკავებული ტენის ეს დამატებითი რაოდენობა ნიადაგს არ შეუძლია შთანთქას წყლის ორთქლით გაჯერებული ატმოსფეროდანაც; ფაშარად დაკავშირებული ტენი სორბირდება მხოლოდ თხიერ ტენთან ნიადაგური ნაწილაკების შეხებისას.

მყარად დაკავშირებულისგან განსხვავებით, ფაშარად დაკავშირებულ ტენს შეუძლია ერთი ნიადაგური ნაწილაკისგან გადაადგილება სხვა ნაწილაკისკენ: ნაწილაკებიდან უფრო სქელი აფსკებით ნაწილაკებისკენ ნაკლები აფსკებით. მაგრამ ეს მოძრაობა შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, როდესაც არსებობს ტენიანობის გარკვეული გრადიენტი და სრულდება ძალიან ნელი სისწრაფით.

ფაშარად დაკავშირებული ტენის მოცილება შესაძლებელია ცენტრიფუგირებით (ცენტრიფუგით განვითარებული მაღალი აჩქარებით) ან დაწნეხით (68500-2000 კგ/სმ^2 წნევით).

ფაშარად დაკავშირებული (ან აფსკისებრი) ტენი განსხვავდება ნიადაგში არსებული ჩვეულებრივი თხიერი ტენისგან მხოლოდ გახსნილი ნივთიერების რამდენადმე დაქვეითებული კონცენტრაციით და გაყინვის ტემპერატურით (-15 ^{0}C ტემპერატურის დაქვეითებისას გაუყინავი წყლის რაოდენობა უახლოვდება მაქსიმალური ჰისგროსკოპულობის სიდიდეს).

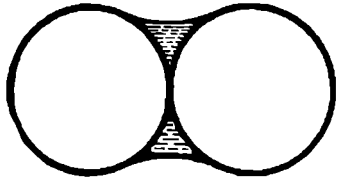
წყლის ყველაზე დიდი რაოდენობა, რომელიც შეიძლება შეკავებულ იქნეს მოლეკულური მიზიდულობის ძალებით, წარმოადგენს *მაქსიმალურ მოლეკულურ ტენტევადობას* (მმტ) და გამოიხატება პროცენტებში ნიადაგის მასიდან ან მოცულობიდან

2. *თავისუფალი ტენი* გვხვდება ნიადაგში შემდეგი ფორმით: ჩამოკიდებული, მიბჯენილი გრავიტაციული და თავისუფალი გრავიტაციული.

კაპილარულად ჩამოკიდებული ტენი. მისი დამახასიათებელი თვისებაა მუდმივ ან დროებით წყალშემცველ ჰორიზონტებთან ჰიდროსტატიკური კავშირების უქონლობა. ის წარმოიქმნება ნიადაგის ზემოდან დატენიანების დროს (წვიმის ან მორწყვის შემდეგ). ზემოდან დასველების შემდეგ ნიადაგის ზედა ჰორიზონტებში ჩამოკიდებული ტენის ყველაზე დიდი რაოდენობა წარმოადგენს *ნიადაგის უმცირეს ან საველე ტენტევადობას* (უტ).

არჩევენ ჩამოკიდებული ტენის შემდეგ სახეებს:

ა) *შეპირისპირებული კაპილარულად ჩამოკიდებული* გვხვდება სხვადასხვა გრანულომეტრული შედგენილობის ნიადაგში განცალკევებული შეჯგუფების სახით მყარი ნაწილაკების შეხების წერტილების გარშემო <უტ ტენიანობის პირობებში. ჰიდროსტატიკური უწყვეტობა არ აღინიშნება, წყლის შეკავება ხდება კაპილარული ძალებით.



ნახ. 24. წყლის მანჟეტკა (შეპირისპირებული წყალი) ბუშტისებრ ნაწილაკებს შორის

ბ) *შიდანიადაგური კაპილარულად ჩამოკიდებული* გავრცელებულია მაკროსტრუქტურის მქონე ნიადაგ-

ში, ავსებს კაპილარული ზომის ფორებს, რომლებიც მსჭვალაეენ აგრეგატებს ნიადაგის <ᲣᲭ ტენიანობის პირობებში.

გ) *მაძღარი კაპილარულად ჩამოკიდებული* გვხვდება საშუალოდ მარცვლოვან ნიადაგში, ზედაპირულ შრეში; სრულად ავსებს ნიადაგური მასის ფოროვან სივრცეს. ტენის ეს სახე იქმნება ნიადაგის ან გრუნტის საწყისი სიმშრალის დროს; მისი შეკავება ხდება კაპილარული ძალებით. ტენის შეკავებაში დიდ როლს თამაშობს თავიდან მშრალი ნიადაგის სუსტი დასველება. დამახასიათებელია მაძღარი შრის ზღვრული სიმძლავრე, რომლის გადამეტებისას წონასწორობა ირღვევა და მთელი ტენი, გარდა ჩამონადენისა, ჩამოედინება ქვემოთ.

დ) სორბციულ-ჩაკეტილი გვხვდება საშუალო და მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგში მსხვილ ფორებში მიკროდაჯგუფებების სახით, რომლებიც იზოლირებულია ერთმანეთისგან შესაკავებელით ბმული წყლიდან. მისი შეკავება ხდება სორბციული ძალებით.

კაპილარულად მიბჯენილი ტენი გვხვდება ორი ფორმით:

ა) *მიბჯენილ-ჩამოკიდებული კაპილარული ტენი* წარმოიქმნება ᲣᲭ და მეტი ტენიანობისას, შრეობრივ სისქეში, უფრო მძიმე (უფრო წვრილფოროვანი), ვიდრე ქვემოთ განლაგებულში (უფრო მსხვილფოროვანი);

ბ) *მიბჯენილ-კაპილარული* გვხვდება კაპილარული არშიიას ტენის სახით სხვადასხვა გრანულომეტრული შედგენილობის ნიადაგში ნიადაგურ-გრუნტის წყლების დროებითი ან მუდმივი სარკის თავზე; წარმოიქმნება > ᲣᲭ ტენიანობის პირობებში.

მოცემულ ნიადაგში მაქსიმალურად შესაძლებელი კაპილარულ-მიბჯენილი ტენის რაოდენობა წარმოადგენს *კაპილარულ ტენტევადობას* (ᲙᲢ).

თავისუფალი გრავიტაციული ტენი – მისთვის დამახასიათებელია გადაადგილება სიმძიმის ძალის გავლენით; იყოფა ორ სახედ:

ა) *გაჟონვითი ტენი* – იმყოფება სიმძიმის ძალის გავლენით მსხვილ ფორებსა და არაკაპილარულ სიბრტყეებში დაღმავალი მოძრაობის მდგომარეობაში, რაც შეიმჩნევა ნიადაგის > ᲣᲭ ტენიანობის პირობებში;

ბ) *წყალშემცველი ჰორიზონტების ტენი* – გრუნტის, ნიადაგურ-გრუნტის და ნიადაგური წყლები, რომლებიც შეკავებულია წყალგაუმტარი ქვეფენილი შრის არსებობის შედეგად. წყლები შეიძლება იყოს დამდგარი ან ჰიდრავლიკური და წნევის სხვაობის შემთხვევაში, ჩამოდენილი წყალგამძლე შრის დახრილობის მიმართულების.

18.2. ნიადაგის წყლოვან-ფიზიკური თვისებები

ნიადაგის უმთავრეს წყლოვან-ფიზიკურ თვისებებს მიეკუთვნება: წყალშემკავებლობითი, წყალამწევი და წყალგამტარობითი უნარი.

ნიადაგის წყალშემკავებლობითი უნარი. ნიადაგის მყარი ფაზის უნარი, სორბციული და კაპილარული ძალების მონაწილეობით დააკავოს ნიადაგური წყალი ჩამოდენიდან (სიმძიმის ძალის გავლენით), წარმოადგენს წყალშემკავებლობით უნარს. წყლის ყველაზე დიდი რაოდენობა, რომელსაც აკავებს ნიადაგი სხვადასხვა ძალით, არის *წყალტევადობა*. არჩევენ წყალტევადობის რამდენიმე სახეს.

მყარი ნაწილაკების უნარს, შთანთქან ჰაერიდან ორთქლისებრი წყალი, წარმოადგენს *ნიადაგის ჰიგროსკოპულობა*. გარეგნულად სრულებით მშრალი ნიადაგი (ჰაერ-მშრალი ნიადაგი), რომელიც დიდი ხნით ინახებოდა სათავსოში, ჩვეულებრივ შეიცავს ჰიგროსკოპული წყლის გარკვეულ რაოდენობას. მას გამოხატავენ პროცენტებში აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის წონის მიმართ (გამოშრობილს t = 105°C). ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობა, რომელიც შეიძლება შთანთქას ნიადაგმა, დამოკიდებულია ნიადაგთან შემხებ ჰაერში წყლის ორთქლის ფარდობით დრეკადობაზე და მის მექანიკურ შემადგენლობაზე.

მაქსიმალური ჰიგროსკოპულობა (მჰ) არის ტენის ის რაოდენობა, რომელიც შეიძლება შთანთქას ნიადაგმა ჰაერიდან და გამოისახება პროცენტებში ნიადაგის წონიდან. მაქსიმალური ჰიგროსკოპულობის სიდიდე მერყეობს 2-3%-დან მსუბუქი გრანულომეტრული შედგენილობის ნიადაგში, 12-15%-მდე მძიმე ნიადაგში ჰუმუსის დიდი შემცველობით.

მაქსიმალური მოლეკულური ტენტევადობა (მმტ) თიხა ნიადაგებში აღწევს 43-44%, უმრავლეს თიხნარ ნიადაგში ის შეადგენს 7-15%.

უმცირესი ტენტევადობა (უტ) დამოკიდებულია ნიადაგის გრანულომეტრულ შედგენილობაზე, მის აგრეგატულობასა და ფორიანობაზე. უმრავლეს ნიადაგში უტ შეადგენს ნიადაგური მასის 20-30%. დადგენილია ემპირული დამოკიდებულება ნიადაგის მოცულობით წონასა (მწ) და უმცირეს ტენტევადობას (უტ) შორის. გრანულომეტრული შედგენილობის ერთგვაროვნების პირობებში მოცულობითი მასის ნამრავლი უტ სიდიდეზე, გამოთვლილი ნიადაგის სხვადასხვა ჰორიზონტისთვის, წარმოადგენს მუდმივ სიდიდეს მთელი ნიადაგური პროფილისთვის [მწ] – [უტ] = კ(const). უტ მოცულობითი მასის უკუპროპორციულია და, მაშასადამე, ფორიანობის სიდიდის პირდაპირპროპორციული.

თიხნარ და თიხა ნიადაგებში ჩამოკიდებული ტენის რაოდენობა და, განსაკუთრებით, დასველებული შრის სიმძლავრე შეიძლება აღწევდნენ მნიშვნელოვან სიდიდეს.

ნიადაგში ჩამოკიდებული ტენის განაწილება მორწყვის სხვადასხვა ვადის შემდეგ მიუთითებს მხოლოდ მის ძალიან ნელ ჩამოდენაზე ქვემოთ, ნიადაგში მოხვედრილი ტენი კი მასში საკმაოდ მყარად რჩება.

ნიადაგურ-გრუნტის სისქე, რომელიც უშუალოდ არის განლაგებული გრუნტის წყლის სარკესთან, შეიცავს კაპილარულად მიბჯენილ ტენს. ამ ტენის აორთქლებისას კაპილარული არშიის ზედა კიდესთან გრუნტის წყლების სარკიდან ხდება წყლის ახალი ულუფის შემოსვლა. კაპილარული ტენტევადობის (კტ) სიდიდე გრუნტის წყლის სხვადასხვა დონიდან არ არის მუდმივი. ის იცვლება ნიადაგის მასის 17-20-დან 50-60 %-მდე.

ბუნებაში ნიადაგის ტენიანობა საკმაოდ მნიშვნელოვნად იცვლება კაპილარულ-დასველებული შრის ფარგლებში, ამიტომ, კაპილარული ტენტევადობა განისაზღვრება ლაბორატორიაში ნიადაგის გაჯერებით მცირე ცილინდრებში (სიმაღლით 15-20 სმ) და წარმოადგენს კაპილარული ტენის მაქსიმალურ რაოდენობას, რომელსაც აკავებს ნიადაგი უშუალოდ გრავიტაციული წყლის შრის დონეზე.

მაშინ, როდესაც ყველა ფორი (კაპილარული და არაკაპილარული) სრულებით ავსებულია წყლით, აღინიშნება ნიადაგის ყველაზე დიდი წყალგაჯერება. ამ პირობებში ნიადაგში არსებული ტენის რაოდენობა გამოიყოფა *სრული ტენტევადო-*

ბის (სტ) ან *წყალტევადობის* სახელწოდებით. სრული წყალტევადობის დატენიანების პირობებში ნიადაგი იმყოფება გრავიტაციული ტენის ჩამონადენის, უფრო ხშირად, უქონლობის მდგომარეობაში.

ნიადაგის წყალამწევი უნარი. ნიადაგის უნარი, გამოიწვიოს კაპილარებით ტენის აწევა, წარმოადგენს მის წყალამწევ უნარს. ბუნებაში გრავიტაციული წყლის სარკესთან იქმნება კაპილარულად მიბჯენილი არშია. არშიაში ტენის შემცველობა მცირდება ქვემოდან ზემოთ თითქმის სრული ტენტევადობიდან უმცირეს ტენტევადობამდე. კაპილარული არშიის სიმძლავრე ან ნიადაგების წყალამწევი უნარი დამოკიდებულია გრანულომეტრულ შედგენილობაზე.

ცხრ. 22. სხვადასხვა ზომის მარცვლის გრუნტიდან სვეტებში კაპილარული აწევის სიმაღლე

მარცვლების დიამეტრი, მმ	კაპილარული აწევის სიმაღლე, სმ
5 – 1	5,2
0,3 – 0,5	9,0
0,1 – 0,2	30,0
0,05 – 0,1	113,5
0,01 – 0,005	242,2
0,005 – 0,01	269,0

კაპილარული აწევის სიმაღლე იზრდება ქვიშებიდან ქვიშნარებსა და ლესისებრ თიხნარებამდე. უფრო მძიმე გრანულომეტრული შემადგენლობის გრუნტისკენ გადასვლის დროს თავიდან იწყებს შემცირებას იმის გამო, რომ ხახუნის ძალა წვრილ კაპილარებში ძალინ მატულობს, ხოლო წვრილი ფორები მთლიანად ივსება ბმული აფსკის ტენით. კაპილარული არშიის სიმაღლე იმყოფება უკუდამოკიდებულებაში წყლის მინერალიზაციის ხარისხთან.

კაპილარულად ჩამოკიდებულ ტენსაც შეუძლია გადაადგილდეს ზემოთ- ორთქლებადი ზედაპირის მიმართულებით მთელი დასველებული სისქის ფარგლებში. სითხის აორთქლებასთან ერთად ზედაპირთან წარმოიქმნება შრე გახსნილი ნივთიერების მაქსიმალური შემცველობით.

კაპილარულად ჩამოკიდებული ტენის გადაადგილებასა და აორთქლებასთან ერთად ნიადაგის ტენის აღმავალი მოძრაობა ზემოთ ტენის გარკვეული ზღვრის დროს წყდება, მაშინ როდესაც, კაპილარები წყდება და ირღვევა თავისუფალი ტენის მთლიანობა. ტენის მნიშვნელობა, როდესაც ზემოთ ჩამოკიდებული ტენის მოძრაობა წყდება, არის *კაპილარების გაწყვეტის ტენიანობა* (კგტ). მისი სიდიდე, სხვა დანარჩენი თანაბარი პირობების დროს, იცვლება ნიადაგის სტრუქტურული მდგომარეობის მიხედვით.

უსტრუქტურო ნიადაგი უფრო მეტად კარგავს წყალს მისი გადაადგილებისას გამოშრობის შრისკენ, ვიდრე სტრუქტურული ნიადაგი. უსტრუქტურო, მძიმე გრანულომეტრული შედგენილობის ნიადაგში მოძრავი წყალი შეიძლება წარმოდგენილი იყოს არა იმდენად კაპილარული, რამდენადაც ფაშარად ბმული (აფსკისებრი) წყლით.

ნიადაგის წყალგამტარობა. ნიადაგის უნარი, გაატაროს გრავიტაციული ტენი, არის წყალგამტარობა, ხოლო შევსების პროცესი – წყლის შეწოვა. ტენის ქვემოთ გადაადგილების უნარი ჩნდება ნიადაგში, რომლის ტენიანობა აღემატება უმცირესი ტენტევადობის სიდიდეს. ნიადაგის წყალგამტარობა დამოკიდებულია გრანულომეტრულ შედგენილობაზე, სტრუქტურულ მდგომარეობაზე და, განსაკუთრებით, არაკაპილარული ფორიანობის სიდიდეზე.

წყალგამტარობა იზომება ტენის ხარჯით (მმ) გარკვეულ დროში (ს) ზევიდან მუდმივი ჰიდროსტატიკური წნევისას (5 მმ წყლის სვეტი). თუ წყალი ხვდება შედარებით მშრალ ნიადაგში, მაშინ დატენიანების საწყის მომენტებში წყლის ხარჯი ძალიან დიდია იმის გამო, რომ ხდება ტენის შეწოვა ზედა ნიადაგის ფხვიერ და წყალტევად ჰუმუსოვან ჰორიზონტში. შემდგომ წყლის ხარჯი თანდათანობით მცირდება და დგება წყლის ჩაჟონვის მუდმივი სისწრაფე ან ფილტრაცია მის მიერ გაჯერებულ ნიადაგში.

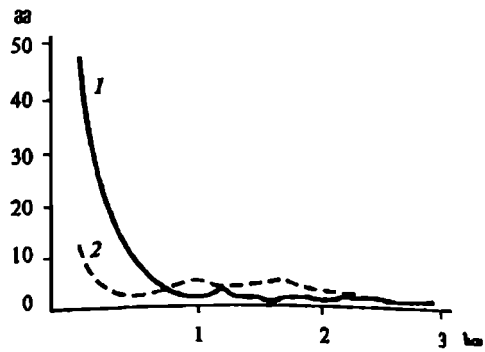
შეწოვის სისწრაფე ხასიათდება შეწოვის კოეფიციენტის სიდიდით (ან შთანთქმის კოეფიციენტით – K_1), რომელიც იცვლება შეწოვის პროცესში და დროის გარკვეულ მომენტში t იმყოფება დამოკიდებულებაში მის საწყის სიდიდესთან K_n:

$$K_1 = \frac{K_n}{t^a},$$

სადაც მუდმივი სიდიდე $a < 1$.

ფილტრაციის კოეფიციენტი ძლიერ იცვლება ნიადაგის პროფილის მიხედვით და დამოკიდებულია ნიადაგის გრანულომეტრულ შედგენილობაზე, აგრეგირებასა და ფორიანობაზე.

ნახ. 25 მოტანილია ნ. სოზიკინის მიერ დადგენილი ფილტრაციის კოეფიციენტის სიდიდე მსუბუქ საფარ თიხნარზე განვითარებულ ტყის (კორდიან-ეწერი) ნიადაგში, რომელიც სიღრმით იცვლება მძიმე თიხნარით. სიღრმით ფილტრაციის კოეფიციენტი მკვეთრად მცირდება, განსაკუთრებით მკვეთრი ნახტომი (2-3-ჯერ) აღინიშნება 50, 100 და 150 სმ სიღრმეზე. უფრო ღრმად აღინიშნება წყალგამტარობის



ნახ. 25. მძიმე თიხნარი ნიადაგის წყალგამტარობის ცვლა დროში
1 – ტყის ქვეშ, 2 – სახნავზე

თუმცა უფრო ნელი, მაგრამ შესამჩნევი დაქვეითება. საერთო ჯამში 4 მ მანძილზე ფილტრაციის კოეფიციენტი მცირდება თითქმის 90-ჯერ (71,0 სმ/დღე-ღამეში 0-50 სმ შრეში 0,8 სმ/დღე-ღამეში, შრეში 350-400 სმ).

წყლის 5 სმ სვეტის და 10 °C პირობების გათვალისწინებით გამოიყოფა წყალგამტარობის (მმ/ს) ექვსი გრადაცია:

ჩამქცევი	1000
ზედმეტად მაღალი	1000 – 500
საუკეთესო	500 – 100
კარგი	100 – 70
დამაკმაყოფილებელი	70 – 30
არადამაკმაყოფილებელი	< 30

18.3. ნიადაგის ტენის სხვადასხვა სიდიდის გავლენა მცენარის ზრდასა და განვითარებაზე

სიცოცხლის პროცესში მცენარე იყენებს წყლის დიდ რაოდენობას. წყლის მთავარი მასა იხარჯება ტრანსპირაციაზე. წყალში მცენარის მოთხოვნილება გამოიხატება ტრანსპირაციული კოეფიციენტებით, ე.ი. მცენარის მიერ აორთქლებული წყლის რაოდენობის შეფარდებით მშრალი ნივთიერების საერთო შემატებასთან დროის გარკვეულ მონაკვეთში.

კულტურული მცენარისთვის ეს კოეფიციენტი მერყეობს 200-დან 1000-მდე, უმრავლეს შემთხვევაში უდრის 350-450. მაშასადამე, 1 ტონა მცენარეული მასის ასაგებად იხარჯება წყლის 200 ტონიდან 1000 ტონამდე. ბუნებრივია, რომ ნიადაგის ტენიანობა (მისი წყალშეკავებითი, წყალგამტარობითი და წყალაწევითი) და მცენარის მიერ ტენის სხვადასხვა ფორმის მისაწვდომობა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ნიადაგის ნაყოფიერებისთვის, ამაზე უშუალოდ არის დამოკიდებული მცენარის ზრდა და განვითარება.

მცენარესთან მიმართებაში გამოიყოფა ნიადაგური ტენის რამდენიმე კატეგორია:

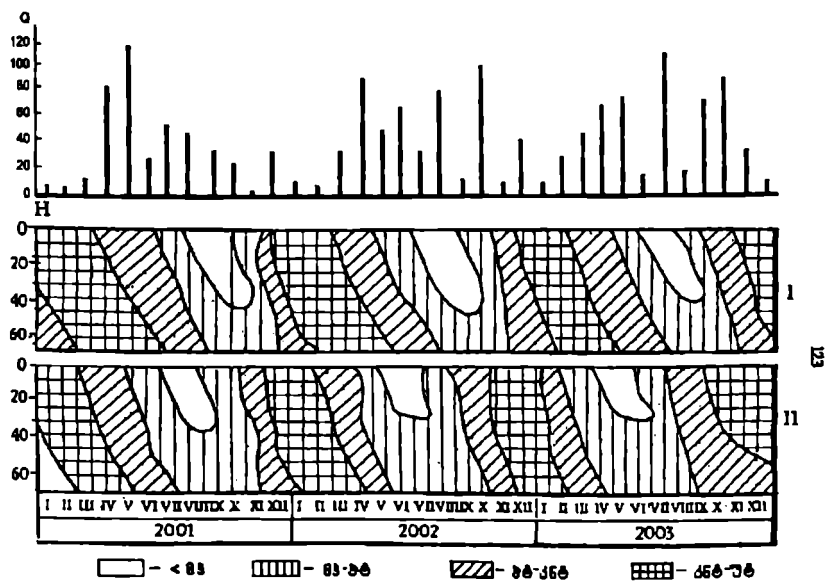
1. მცენარის მიერ შეუთვისებელი ტენი ან მისი მკვდარი მარაგი დაახლოებით შეესაბამება მყარად დაკავშირებული წყლის შემცველობას ან მაქსიმალური ადსორბციული წყალტევადობის სიდიდეს.
2. მცენარისთვის საკმაოდ ძნელად მისაწვდომო ტენი – ფაშარად დაკავშირებული ტენის ნაწილი, რომელიც ნიადაგში შემცველობის მიხედვით იმყოფება მაქსიმალური ადსორბციული ტენტევადობის და მცენარის ჭკნობის კოეფიციენტის ინტერვალში, რომელიც დაახლოებით უდრის მაქსიმალური ჰიგროსკოპულობის 1,5.

მცენარეების ჭკნობის კოეფიციენტი არის ნიადაგში ტენის მინიმალური რაოდენობა, რომლის დროსაც მცენარის ფოთოლს აქვს ტენის დაქვეითებული შემცველობა და იწყებს ჭკნობას. მცენარის სრული კვდომა დგება მაქსიმალური ადსორბციული ტენტევადობის ტოლი ტენიანოის დროს. „ჭკნობის კოეფიციენტის" მაგიერ იყენებენ „ჭკნობის ტენიანობის" ტერმინს, რადგანაც მცენარის კვდომა ხე-

ლად კი არა ხდება, არამედ ტენის გარკვეულ ინტერვალში, როდესაც ნიადაგში არის მხოლოდ მცენარისთვის ძნელად მისაწვდომი ტენი.

3. ძნელად მისაწვდომი ტენი მოქცეულია ჭკნობის ტენიანობასა და კაპილარების გაწყვეტის ტენიანობას შორის ფარგლებში. ტენიანობის ამ ინტერვალში მცენარემ შეიძლება იარსებოს წყლის უკმარისობის ნიშნების გაუმჟღავნებლად, მაგრამ მცენარეული საფრის პროდუქტიულობა დაბალია.
4. საშუალოდ მისაწვდომი ტენი იმყოფება კაპილარების გაწყვეტის ტენიანობიდან უმცირესი ტენტევადობის სიდიდის ფარგლებში. მცენარის პროდუქტიულობა მკვეთრად მატულობს მაშინ, როდესაც ტენის შემცველობა ხდება კაპილარების გაწყვეტის ტენიანობაზე მეტი და შემდგომაც აგრძელებს ზრდას.
5. ადვილად მისაწვდომი ტენი, რომელიც გადადის ჭარბში, მდებარეობს ტენიანობის სიდიდის შემდეგ ფარგლებში – უმცირესიდან სრულ ტენტევადობამდე, მაგრამ ამ ინტერვალში ნიადაგში ტენის შემცველობამ შეიძლება გააძნელოს ჰაერის ჟანგბადის მოხმარება.

ნიადაგში წყლის შემცველობის რეგულირების დროს (მორწყვა, გაფხვიერება, თოვლშეკავება და ა.შ.) საჭიროა, რომ მისი ტენიანობა შენარჩუნებულ იქნეს კაპილარების გაწყვეტის ტენიანობის სიდიდესა და უმცირეს ტენტევადობას შორის (უფრო ახლოს უკანასკნელთან), ე.ი. საშუალოდ მისაწვდომი ტენის დონეზე და ოდნაე მეტი, რაც დაახლოებით შეესაბამება უმცირესი ტენტევადობის 70%.



ნახ. 26. ალუვიური და მდელოს-ყავისფერი-ნიადაგების ქრონოიზოპლეტები (ა. ურუშაძე, 2005)

18.4. ნიადაგის ტენის რეჟიმი

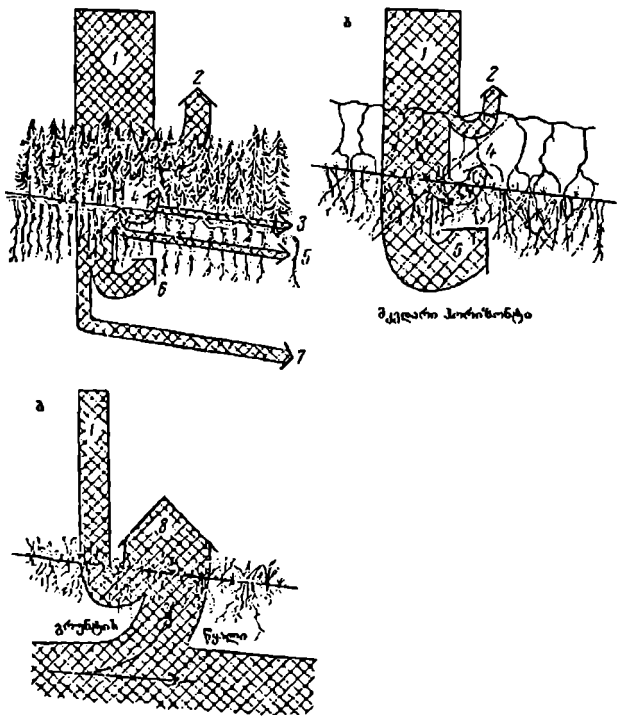
წყლის რეჟიმი არის ნიადაგში შემოსული ტენის, მისი გადაადგილების, ნიადაგურ ჰორიზონტებში შეკავების და ხარჯის ერთობლიობა.

წყლის ბალანსი წარმოადგენს ნიადაგის ტენის რეჟიმის რაოდენობრივ გამოხატულებას. წყლის ბალანსი იხილება, როგორც გარკვეულ პერიოდში ნიადაგში წყლის საწყისი და საბოლოო მარაგის და ყველა შემოსვლის და ხარჯის შედეგი.

წყლის ბალანსს აქვს შემდეგი სახე:

$$ნ_ჯ + ტ_გრ + ტ_ზ = ე_ჯ + ე_ტ + ტ_ი + ტ_ვ$$

სადაც, $ნ_ჯ$ – ნალექების ჯამი დაკვირვების მთელ პერიოდში; $ტ_გრ$ – გრუნტის წყლებიდან შემოსული ტენი; $ტ_ზ$ – ზედაპირული ჩამონადენით შემოსული ტენი; $ე_ჯ$ – ნიადაგის ზედაპირიდან აორთქლებული წყლის რაოდენობა; $ე_ტ$ – ტრანსპირაციაზე



ნახ. 27. ტენის რეჟიმის სხვადასხვა ტიპის დროს წყლის ბალანსის წყალბრუნვის სქემა ა. ჩამრეცხი ტიპის წყლის რეჟიმი; ბ – არაჩამრეცხი ტიპის წყლის რეჟიმი; გ – მცვარავი ტიპის წყლის რეჟიმი; 1 – ნალექები; 2 – ვარჯით დაკავებული ტენი; 3 – ზედაპირული ჩამონადენი; 4 – ფიზიკური აორთქლება; 5 – შიდანიადაგური ჩამონადენი; 6 – მცენარეებით მოხმარებული წყალი (დესექცია მცენარეული საფრით); 7 – გრუნტული ჩამონადენი; 8 – აორთქლება და დესუქცია.

(დესუქციაზე) დახარჯული ტენის რაოდენობა; $Ф_{გ}$ – ნიადაგურ-გრუნტის სისქეში ინფილტრირებული ტენი; $Ф_{ქ}$ – ტენის დანაკარგი ზედაპირული ჩამონადენით.

წყლის ბალანსი შეიძლება შედგენილ იქნეს ნიადაგის სხვადასხვა შრისთვის, მთელი სისქისთვის ან გარკვეულ სიღრმემდე. წყლის ბალანსის გამოთვლა შეიძლება შესრულებულ იქნეს სხვადასხვა ერთეულში. ყველაზე ხშირად გამოთვლა ხდება l პა-ზე წყლის სვეტის მილიმეტრებში კუბურ მეტრში.

გამოიყოფა ნიადაგის ტენის რეჟიმის ექვსი ტიპი:

1. მზრალობის (კრიოგენური) ტიპი ან რეჟიმი რეგიონისთვის მრავალწლიანი მზრალობით, სადაც ატმოსფეროში ტენის დაბრუნების სიდიდე შეიძლება იყოს ინფილტრაციის (ჩაჟონვის) სიდიდეზე მეტი ან ნაკლები. ტენის რეჟიმის ამ ტიპის დამახასიათებელი ნიშანია მზრალობის მრავალწლიური შრის არსებობა, რომელიც თამაშობს წყალბჯენის როლს, რომელზეც ფორმირდება წყალზეობა.
2. ჩამრეცხი (პერმაციდული) ტიპი, რომლის დროს ინფილტრაციაზე ტენის უფრო მეტი რაოდენობა იხარჯება, ვიდრე ბრუნდება ატმოსფეროში.
3. პერიოდულად ჩამრეცხი (პერიოდულად პერმაციდული), რომლის დროს ცალკეულ წლებში და/ან მრავალწლიან პერიოდში ატმოსფეროში ტენის დაბრუნების სიდიდე ინფილტრაციის ტოლია.
4. არაჩამრეცხი (იმპერმაციდული), რომლის დროს ატმოსფეროში ტენის დაბრუნების სიდიდე ინფილტრაციის სიდიდის ტოლია.
5. მცვარავი ტიპი, რომლისთვის ატმოსფეროში ტენის დაბრუნების სიდიდე ინფილტრაციის სიდიდეზე მეტია.
6. დესუქციურ-მცვარავი ტიპი – ახლოს არის მცვარავთან, მაგრამ ამ რეჟიმის დროს გრუნტის წყლის კაპილარული არშიის ტენი შეინოვება მცენარის ფესვით და იხარჯება დესუქციაზე (ტრანსპირაციაზე).

ნიადაგის წყლის რეჟიმის რეგულირება ხდება მცენარის წყალმომარაგების არახელსაყრელი პირობების მოსაცილებელი ხერხების კომპლექსის განხორციელებით.

18.5. ნიადაგური ხსნარების შედგენილობა, თვისებები და დინამიკა

ნიადაგში მოსული ატმოსფერულო ტენი ჩვეულებრივ შეიცავს გახსნილი ნივთიერების გარკვეულ რაოდენობას. ეს არის მარტივი მარილები (ჰიდროკარბონატები, სულფატები, ქლორიდები) და გახსნილი გაზები (პირველ რიგში ჟანგბადი და ნახშირმჟავა, ხოლო თანამედროვე აქტიური ვულკანიზმის ოქლებში და სამრეწველო ცენტრებთან – აზოტის და გოგირდის ოქსიდები), რომლებიც განაპირობებენ ნალექების მჟავე რეაქციას. ნორმალურ გეოქიმიურ პირობებში ატმოსფერული ნალექების რეაქცია მიახლოებულია ნეიტრალურს.

ნიადაგში ჩაჟონვისას ატმოსფერული ნალექის ტენი ურთიერთქმედებს ნიადაგის მყარ ნაწილაკებთან, მდიდრდება მცენარის ფესვებით და მიკროორგანიზებით გამოყოფილი მეტაბოლიზმის პროდუქტებით. წყლის მინერალიზაცია და გახსნილი ნივთიერების ქიმიური შედგენილობა არსებითად იცვლება და ყალიბდება ნიადაგური ხსნარი.

ნიადაგური ხსნარი წარმოადგენს საკმაოდ მოძრავ სისტემას: შედგენილობა იცვლება ერთი ნიადაგური ჰორიზონტიდან მეორეში გადასვლისას. წყლის აორთქლება ან მისი ახალი შემოსვლა გავლენას ახდენს გახსნილი ნივთიერების კონცენტრაციაზე, იწვევს მათ დალექვას ან გახსნას. ხსნარის შედგენილობა მნიშვნელოვნად იცვლება წლის სეზონების მიხედვით, რაც დაკავშირებულია ნალექის და ტემპერატურის რეჟიმთან, ორგანული ნარჩენის მოსვლასთან და აგრეთვე მინერალიზაციასა და ჰუმიფიკაციაზე.

ნიადაგური ხსნარის შედგენილობა და კონცენტრაცია განისაზღვრება ნიადაგში მიმდინარე პროცესების მთელი ერთობლიობით და დამოკიდებულია როგორც წყლის მოსვლის წყაროზე, ისე ნიადაგის წყლოვან და ჟანგვა-აღდგენით რეჟიმზე. თუ ნიადაგური ხსნარი წარმოქმნილია ტენით, რომელიც ხვდება ნიადაგში ატმოსფერულ ნალექთან ერთად, მაშინ მისი მინერალიზაცია ჩვეულებრივ არ არის დიდი – დაახლოებით 0,1-0,3 და იშვიათად აღწევს 1 გ/ლ. ჩაჟონილი ატმოსფერული წყლით ფორმირებული ნიადაგური სხნარის შედგენილობა პირველ რიგში განისაზღვრება მცენარეული ნარჩენის მინერალიზაციის და ჰუმიფიკაციის მოძრავი პროდუქტით, რომელსაც აქვს მჭიდრო კავშირი მოცემულ ნიადაგზე მზარდი მცენარის ნაცართან და ნიადაგური ჰუმუსის შედგენილობასთან. ორგანული ნარჩენის ახალი შემატება და წლის თბილ პერიოდში მიკრობიოლოგიური აქტივობის გაძლიერება ზრდის ნიადაგური ხსნარების კონცენტრაციას. მაგრამ ჰუმიდური ოლქების ნიადაგში ჩამრეცხი და პერიოდულად ჩამრეცხი წყლის რეჟიმით ნიადაგური ხსნარების კონცენტრაცია რჩება დაბალი.

თუ ნიადაგური ხსნარის წარმოქმნაში მონაწილეობენ მინერალიზებული გრუნტის წყლები, რომლებიც კაპილარებით იწევიან ნიადაგურ სისქეში და ორთქლდებიან ზედაპირიდან, მაშინ მარილების კონცენტრაცია შეიძლება შეადგენდეს რამდენიმე ათეულ და, ზოგჯერ, ასეულ გრამს ლიტრზე და აღწევდეს ზღვრულ მაძღრობას. არიდული ოლქების დამლაშებულ ადგილებში მარილების კონცენტრაცია ხსნარებში ნიადაგების ზედა ჰორიზონტში აღწევს 300-400 გ/ლ. ხსნარის ფორმირების დროს, გრუნტის წყლების ხარჯზე, მათ ქიმიზმს არა აქვს ასეთი მჭიდრო კავშირი მცენარის მინერალიზაციის და ჰუმიფიკაციის პროცესთან. ის გარკვეულად წარმოადგენს წყალშემკრები (ან მარილშემკრები) ფართობის გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის პროცესის შედეგს.

ნიადაგურ ხსნარში ნივთიერების შემცველობა საკმაოდ მრავალფეროვანია: მასში შედის მოლეკულურ (ან ჭეშმარიტ) და კოლოიდურ ხსნარში მყოფი მინერალური, ორგანულ-მინერალური და ორგანული ნაერთები.

ნიადაგურ ხსნარში ორგანული ნაერთები წარმოდგენილია წყალხსნადი ორგანული მჟავებით და მათი მარილებით. ნიადაგურ ხსნარში გვხვდება ნატრიუმის ჰუმატები, კალციუმის, მაგნიუმის ფულვატები, ხოლო ძლიერ მჟავე არეში – რკინის და ალუმინის ფულვატები. ნიადაგების ზედა ჰორიზონტებში წყალხსნადი ორგანული ნაერთები ჩვეულებრივ შეადგენენ ნიადაგების ხსნარების ნივთიერებების ძირითად მასას.

მინერალურ ნივთიერებებში კატიონების და ანიონების შემდეგი მარტივი მარილებია: Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}, NH_4^{+} (ზოგიერთ ნიადაგში Fe_2^{+}), HCO_3^{-}, CO_3^{-}, CL^{-}, SO_4^{2-}, SiO_4^{2-} და Si, Fe, Mn კოლოიდურ-ხსნადი ჰიდროქსიდები.

ხსნარებში მარილების საერთო კონცენტრაციასა და ცალკეული იონების შეფარდებას შორის შეიმჩნევა გარკვეული დამოკიდებულება. სუსტად კონცენტრი-

რებულ ხსნარში ჭარბობს კალციუმის ჰიდროკარბონატი. ხსნარის კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად ხდება მაგნიუმის და ნატრიუმის სულფატების და ქლორიტების დაგროვება.

ხსნარის შემადგენლობის ასეთი ცვლა დაკავშირებულია მარილების ხსნადობის სხვადასხვა ხარისხთან: კონცენტრაციის ზრდის დროს პირველ რიგში იწყებს დალექვას ნახშირმჟავა კალციუმი, შემდეგ თაბაშირი, მაშინ როდესაც, ხსნარში კარგად ხსნადი გოგირდმჟავა მაგნიუმი, გოგირდმჟავა ნატრიუმი და, განსაკუთრებით, ქლორიდული მაგნიუმი და ქლორიდული ნატრიუმი ფარდობითად და აბსოლუტურად გროვდება.

ნიადაგურ ტენში არსებობენ გახსნილი გაზები: ჟანგბადი, ნახშირმჟავა და სხვ. ნიადაგში ჩაჟონილი წვიმის და თოვლის წყლები მდიდარია ჟანგბადით. თუ ნიადაგი არ არის გადატენიანებული და კარგად აერირდება, მაშინ ნიადაგური ხსნარი შეიცავს საკმაოდ გახსნილ ჟანგბადს – მოცემული ტემპერატურის პირობებში ტენის სრული მაძღრობის 50%-ზე მეტი. გადატენიანებულ ნიადაგში, განსაკუთრებით წყალმდგარი რეჟიმით, ჟანგბადის შემცველობა ნიადაგურ ტენში კლებულობს 30-10%-ით და მეტით. ამ შემთხვევაში მცენარეს ნორმალური განვითარებისთვის არ ყოფნის ჟანგბადი.

გახსნილი ნივთიერების შემადგენლობის და მყარ ფაზასთან ურთიერთკავშირის ხასიათის მიხედვით რეაქცია შეიძლება იყოს მჟავე, ტუტე ან ნეიტრალური.

ნიადაგური ხსნარის *მჟავე რეაქცია* განპირობებულია ორგანული ნარჩენების გახრწნის დროს ხსნარში შემავალი გახსნილი ნახშირმჟავათი, წყალხსნადი ორგანული მარილებით (მაგალითად, ერბოს, მჟაუნმჟავას) და აგრეთვე ფულვომჟავების წყალხსნადი ფრაქციებით.

ტუტე რეაქცია განპირობებულია ხსნარში ჰიდროლიზურ გახლეჩას დაქვემდებარებული ძლიერი ფუძის და სუსტი მჟავა მარილების არსებობით – ტუტეების და ტუტემიწათა ნახშირმჟავა მარილები ($NaHCO_3$, $Ca(HCO_3)_2$ და სხვ.) და სილიციუმმჟავა.

არჩევენ ნიადაგური ხსნარების მჟავიანობის და ტუტიანობის შემდეგ სახეებს:

1. *საერთო მჟავიანობა და საერთო ტუტიანობა* – ხსნარში მჟავების და ტუტეების საერთო რაოდენობა იმისდა მიუხედავად, იმყოფებიან ისინი არადისოცირებული მოლეკულების ან იონურ მდგომარეობაში თუ არა. საერთო მჟავიანობა და ტუტიანობა განისაზღვრება ნიადაგური ხსნარის უშუალო ტიტრირებით ტუტით ან მჟავათი.
2. *ნიადაგების აქტუალური მჟავიანობა ან ტუტიანობა* დაკავშირებულია ხსნარში H^+ და OH^- დისოცირებული იონების არსებობაზე, განისაზღვრება ელექტრომეტრულად ან კოლორიმეტრულად და აღინიშნება pH სიდიდით (წყალბადის იონების კონცენტრაციის უარყოფითი ლოგარითმი). მოქმედი მასების კანონის მიხედვით დისოცირებული იონების კონცენტრაციის და წყლის არადისოცირებული ნაწილის ნამრავლი, გამოხატული გრამ-მოლში 1 ლიტრ წყალზე წარმოადგენს მუდმივ სიდიდეს და გამოიყოფა *დისოციაციის კონსტანტის* სახელწოდებით. რადგანაც წყლისთვის დისოციაციის ხარისხი უკიდურესად მცირეა, ამიტომ H_2O დისოცირებული ნაწილის კონცენტრაცია მიღებულია ერთეულად. ამიტომ $[H^+]\,[OH^-] = K$. სუფთა წყლისთვის 22 °C დროს $K = 10\text{-}14$. რადგანაც წყლისთვის $[H^+]$ და $[OH^-]$ დისოცირებული იონების რაოდენობა ერთნაირია, ამიტომ $10^{-14} = [H^+]^2$. აქედან $[H^+]$ უდრის კვადრატულ ფესვს $10^{-14} = 10^{-7}$-დან. თუ მოვახდენთ ამ

სიდიდის ლოგარითმებას და ავიღებთ უარყოფითი ნიშნით, მაშინ სუფთა წყლისთვის pH უდრის შვიდს, რაც მეტყველებს ნეიტრალურ რეაქციაზე, ე.ი. ხსნარში წყალბადის და ჰიდროქსილური იონების ერთნაირ შემცველობაზე.

წყალბადის იონების კონცენტრაციის გაზრდისას pH მნიშვნელობა მცირდება, ხოლო კონცენტრაციის შემცირებისას – იზრდება. შვიდზე ნაკლები pH მნიშვნელობა მიუთითებს ნიადაგური ხსნარის მჟავე რეაქციაზე, ხოლო შვიდზე მეტი – ტუტე რეაქციაზე. ნიადაგში pH მნიშვნელობა მერყეობს შემდეგ ფარგლებში:

ძლიერ მჟავე ნიადაგი	3,0 – 4,5
მჟავე ნიადაგი	4,5 – 5,5
სუსტად მჟავე ნიადაგი	5,5 – 6,5
ნეიტრალური ნიადაგი	6,5 – 7,0
ტუტე ნიადაგი	7,5 – 8,5
ძლიერ ტუტე ნიადაგი	> 8,5

გარდა საერთო და აქტუალური მჟავიანობისა, არჩევენ ნიადაგის *გაცვლით* და *ჰიდროლიტიკურ მჟავიანობას.*

ნიადაგური ხსნარის რეაქციას დიდ მნიშვნელობა აქვს მიკრობიოლოგიური პროცესის განვითარებისა და კულტურული მცენარის ზრდისთვის. მრავალი მიკროორგანიზმი საკმაოდ კარგად ვითარდება მაშინ, როდესაც ნიადაგური ხსნარის რეაქცია მიახლოებულია ნეიტრალურს. კულტურული მცენარის უმრავლესობისთვის საუკეთესო რეაქციად ითვლება ნეიტრალური და მხოლოდ ზოგიერთი მათგანი (მაგალითად, ჩაის ბუჩქი) ამჯობინებს მჟავე ნიადაგს.

ნიადაგური ხსნარის სასურველი მიმართულებით შეცვლა შესაძლებელია სხვადასხვა მინერალური ნივთიერების შეტანით. ასე, მაგალითად, მჟავე რეაქციის მოსასპობად, ნიადაგში შეაქვთ კირი, ხოლო ტუტიანობის შესამცირებლად – გოგირდის შემცველი სამრენველო ნარჩენი (ნიადაგში სულფიზირებული ბაქტერიების ზემოქმედების შედეგად ისინი გარდაიქმნება გოგირდმჟავად) ან, უფრო ხშირად, ფიზიოლოგიურად მჟავე სასუქი: სუპერფოსფატი, გოგირდმჟავა ამონიუმი და ამონიუმის ნიტრატი.

სხვადასხვა მინერალური და ორგანულ-მინერალური სასუქის შეტანით ნიადაგურ ხსნარში რეგულირდება აგრეთვე ნივთიერების შედგენილობა, რის შედეგად მიიღება მცენარის ზრდასა და განვითარებისთვის მაქსიმალურად ხელსაყრელი პირობები. ნიადაგი ნიადაგურ ხსნარებში მარილების მაღალი კონცენტრაციით (ბიცი და ბიცობიანი ნიადაგი) ირეცხება მცენარეებისთვის მავნე მარილების ჭარბი რაოდენობის მოსაცილებლად და ნიადაგური ხსნარის ოსმოსური წნევის შესამცირებლად.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რას წარმოადგენს ნიადაგის ტენის კატეგორიები, ფორმები და სახეები?
2. რომელია ნიადაგის წყლოვან-ფიზიკური თვისებები?
3. როგორია ნიადაგის ტენის სხვადასხვა სიდიდის გავლენა მცენარის ზრდასა და განვითარებაზე?
4. რას წარმოადგენს ნიადაგის ტენის რეჟიმი?
5. როგორია ნიადაგური ხსნარების შედგენილობა, თვისებები და დინამიკა?

თავი 19. ნიადაგების გაზის ფაზა

19.1. ნიადაგური ჰაერის შემადგენლობა

ნიადაგის მასის ფორები და სიცარიელეები, რომლებიც არ არის შევსებული წყლით, დაკავებულია ნიადაგური ჰაერით. მიუხედავად ატმოსფეროსთან მუდმივი კავშირისა და აირგაცვლისა, ნიადაგური ჰაერი რამდენადმე განსხვავდება ატმოსფერული ჰაერისგან მის შემადგენლობაში შემავალი კომპონენტების ფარდობითი შემცველობით. ნიადაგში მიმდინარე ბიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესების წყალობით ნიადაგური ჰაერი ატმოსფერულთან შედარებით რამდენადმე გაღარიბებულია ჟანგბადით და მნიშვნელოვნად გამდიდრებულია ნახშირორჟანგით. ჟანგბადის მოხმარებასა და ნახშირორჟანგის დაგროვებაში დიდი მნიშვნელობა აქვთ მიკროორგანიზმებსა და უმაღლეს მცენარეულობას. ფესვების სუნთქვისას იხარჯება ჟანგბადი და გამოიყოფა ნახშირორჟანგი, რომლის შემცველობა ნიადაგურ ჰაერში ფესვების მახლობლად უფრო მაღალია, ვიდრე სხვაგან.

ცხრ. 23. ატმოსფერული და ნიადაგური ჰაერის შედგენილობა (მოცულობით პროცენტებში)

გაზები	ატმოსფერული ჰაერი	ნიადაგური ჰაერი
აზოტი (N_2)	78,08	78,08-80,24*
ჟანგბადი (O_2)	20,95	20,90-0,0
არგონი (Ar)	0,93	
ნახშირორჟანგის გაზი (CO_2)	0,03	0,03-20,0
ყველა დანარჩენი (Ne, He, CH_4, Kr, Na_2O, O_3, Xe, H_2, Rn და სხვ.)	0,04	

*აზოტი+არგონი

მიკროორგანიზმები-ჰეტეროტროფები იყენებენ ჟანგბადის მნიშვნელოვან რაოდენობას და ორგანული ნარჩენების გახრწნისას გამოყოფენ ნახშირორჟანგს.

ზოგიერთ მიკროორგანიზმში ნახშირწყლების დაშლისას წარმოქმნება ნახშირმჟავა და მეთანი.

ჟანგბადი იხარჯება აგრეთვე ორვალენტიანი გოგირდის, მანგანუმის, რკინის და სხვა ორმუხტა ელემენტის შემცველი მინერალების დაჟანგვაზე შიდანიადაგური გამოფიტვის პროცესების დროს. ამიტომ ნიადაგურ ჰაერში ნახშირორჟანგის შემცველობა ყოველთვის უფრო მაღალია, ვიდრე ატმოსფერულში: ატმოსფეროში CO_2 კონცენტრაცია შეადგენს 0,03%, ნიადაგურ ჰაერში – 0,2-0,5%, ხშირად იზრდება 1%-მდე, ხოლო გრანულომეტრული შედგენილობით მძიმე ნიადაგში გადატენიანების და დაჭაობების დროს იზრდება 5-10%-მდე. ჟანგბადის შემცველობა ნიადაგურ

ჰაერში, პირიქით, უფრო დაბალია, ვიდრე ატმოსფერულში, და შეადგენს 10-20%. ნიადაგურ ჰაერში ჟანგბადის 10-12% შემცველობისას 18 °C პირობებში მცენარე ნორმალურად ვითარდება, ხოლო უფრო მაღალი შემცველობის დროს – ცუდად. რაც უფრო მაღალია ტემპერატურა, მით მეტი რაოდენობით არის საჭირო ჟანგბადი მცენარის ნორმალური ზრდისთვის. გადატენიანებულ, დაჭაობებულ ნიადაგში 1-2%-მდე ჟანგბადის შემცველობის შემცირების დროს, ფესვების ზრდა ნელდება, წყლის და საკვები ნივთიერების შეთვისება სუსტდება, წყდება მიწისზედა ნაწილების ზრდა.

ამგვარად, ნიადაგურ ჰაერში ნარშირორჟანგი და ჟანგბადი არიან ანტაგონისტები. მცენარის სიცოცხლის მთავარ მალიმიტირებელ ფაქტორს წარმოადგენს არა ნახშირორჟანგის სიჭარბე თავისთავად, არამედ თანმხლები ჟანგბადის უკმარისობა ნიადაგურ ჰაერში. დადგენილია უშუალოდ მცენარის მიერ ნიადაგური ჰაერის შთანთქმა. მისი წილი მწვანე მცენარის მიერ ნახშირმჟავას შთანთქმის საერთი რაოდენობაში საკმაოდ შესამჩნევია.

ზოგიერთ ნიადაგში, რომელიც ვითარდება მიწისპირა ატმოსფეროსთან გაძნელებული ჰაერცვლის პირობებში, ნიადაგურ ჰაერში გროვდება ორგანული ნარჩენის გახრწნის გაზისებრი პროდუქტები. ამიაკი, გოგირწყალბადი, ფოსფორის ჰიდრიდი, მეთანი, წყალბადი, აზოტი და სხვ.

ნიადაგურ ჰაერში ჩვეულებრივ აღინიშნება აქროლადი ორგანული ნაერთები, რომლებიც წარმოადგენენ ზოგიერთი ანაერობული მიკროორგანიზმის ცხოველმოქმედების პროდუქტებს. ნიადაგში აქროლადი ორგანული ნაერთების მნიშვნელობა ძალიან დიდია. ისინი, შესაძლებელია, უშუალოდ იქნენ შეთვისებული აერობული მიკროორგანიზმებით და მცენარის ფესვით. ნიადაგურ ჰაერში არის წყლის ორთქლიც მოცემულ ტემპერატურაზე ჰაერის სრულ გაჯერებასთან მიახლოებული რაოდენობით.

ნიადაგური ჰაერის და მისი შემადგენლობის გაცვლის პროცესები მიწისპირა ატმოსფეროსთან გაერთიანებულია ცნებით „ნიადაგის აერაცია".

ჰაერგაცვლის სისწრაფის, მიმართულების და მოცულობის სისწრაფის მარეგულირებელი ფაქტორებია:

1. ნიადაგის და ატმოსფეროს ტემპერატურის ცვლა;
2. ნიადაგის ტენიანობის ცვლა;
3. ბარომეტრული წნევის ცვლა;
4. ქარების მოქმედება.

განვიხილოთ პირველი, ტემპერატურული ფაქტორის გავლენა. ტემპერატურის დანევას თან ახლავს გაზების შეკუმშვა, ხოლო აწევას – მათი გაფართოება. ამიტომ ნიადაგის ტემპერატურის დაწევისას მასში ატმოსფეროდან შემოდის ჰაერის ახალი ულუფები, ნიადაგის გათბობის და გაზების გაფართოებისას ნიადაგიდან ატმოსფეროში შეიმჩნევა ჰაერის შებრუნებული დენი. ამ პროცესს აქვს დღეღამური რიტმი, რომელიც მისდევს ნიადაგის ტემპერატურის დღეღამურ ცვლას და მოიცავს მხოლოდ ზედა ჰორიზონტს, სადაც ტემპერატურის მერყეობა ყველაზე მნიშვნელოვანია.

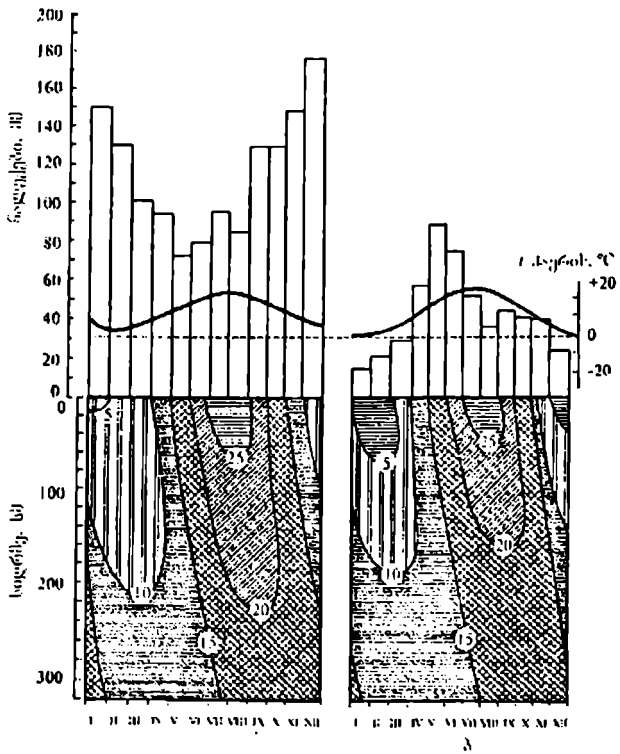
ჰაერცვლის მეორე ფაქტორია ნიადაგის ტენიანობის შეცვლა; ნიადაგში წყლის მოსვლას და ფორების შევსებას თან ახლავს ნიადაგიდან ჰაერის განდევნა. ნიადაგის გამოშრობისას განთავისუფლებულ ფორებში მიისწრაფვის ატმოსფეროს ჰაერი. ამ ფაქტორს დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგისთვის, რომელიც ირწყვება და პერიოდულად იტბორება.

მესამე ფაქტორი – ბარომეტრული წნევის დაქვეითება ან აწევა – აგრეთვე იწვევს ნიადაგიდან ატმოსფეროში და, პირიქით, ატმოსფეროდან ნიადაგში ჰაერის ნაკადის მიმართულების შეცვლას. მას აქვს მნიშვნელობა წნევის არსებითი ეარდნილობის დროს.

მეოთხე ფაქტორი – ჰაერი – თამაშობს გარკვეულ როლს ჰაერცვლაში, რადგანაც მას შეუძლია შეცვალოს ატმოსფერული წნევის გრადიენტი მიწის ზედაპირთან.

ნიადაგური ჰაერის განახლება დამოკიდებულია მცენარეული საფრის სიხშირეზე (რომელიც ამა თუ იმ ხარისხით იცავს ნიადაგის ზედაპირს ჰაერის უშუალო ზემოქმედებისგან).

ჰაერცვლის განხილული ფაქტორები თუმცა თამაშობენ გარკვეულ როლს ნიადაგური ჰაერის მთელი მასის საერთო შეცვლაში, მაგრამ ნაკლებად მნიშვნელოვანია, ვიდრე გაზების დიფუზიის შედეგად წარმოქმნილი გაზცვლის პროცესები ნიადაგურ ჰაერსა და ატმოსფეროს შორის. გაზების დიფუზია წარმოადგენს გაზის და ორთქლის მოლეკულების გადაადგილების პროცესს კონცენტრაციის ან პარციალური წნევის შემცირების მიმართულებით.



ნახ. 28. ნიადაგების არაგამყინავი ტიპის რეჟიმის თერმოიზოპლეტები: ა – სოჭი; ბ – თბილისი

ატმოსფერულ და ნიადაგურ ჰაერში ჟანგბადის და ნახშირმჟავას პარციალური წნევის სხვაობა წარმოადგენს გაზცვლის მთავარ მიზეზს. ნიადაგიდან ატმოსფეროში გადადის ნახშირმჟავა, ხოლო ატმოსფეროდან ნიადაგში – ჟანგბადი.

ნიადაგიდან ჰაერის ნიმუშების გამოსაყოფად და მომდევნო ანალიზისთვის იყენებენ სპეციალურ ნემს-ბურღს და აგრეთვე შექმნილია სპეციალური გაზოანალიზატორები.

საველე პირობებში ნიადაგსა და ნიადაგზედა ჰაერის შრეებს შორის გაზცვლის შესასწავლად აყენებენ პატარა შუშის კოლოფებს ან ბალონებს, რომლის კიდეები შეჭრილია ნიადაგურ სისქეში. დროის გარკვეულ მონაკვეთებს შორის იღებენ ჰაერის ნიმუშებს ანალიზისთვის.

ნიადაგის მყარი, თხიერი და გაზის ფაზები წარმოადგენენ მუდმივად ფუნქციონირებადი ნიადაგური სისტემის ნაწილს და მჭიდრო ურთიერთქმედებაშია ერთმანეთთან და ნიადაგისთვის გარე გარემოსთან. აღინიშნება ერთი ფაზიდან მეორეში ნივთიერებების მრავალჯერადი გადასვლა, რომელიც დაკავშირებულია ტემპერატურის, ტენიანობის, ბიოლოგიური და ბიოქიმიური რიტმების ცვლასთან, რაც თავის ერთობლიობაში წარმოადგენს ნიადაგების თანამედროვე დინამიკას.

თავისუფალი ნიადაგური ჰაერის გარდა, ჟანგბადის და ნახშირმჟავას მნიშვნელოვანი რაოდენობა იმყოფება მყარი ნაწილებით სორბირებულ მდგომარეობაში და ნიადაგურ ხსნარში. ცნობილია, რომ გაზების ხსნადობა სითხის ტემპერატურის უკუპროპორციულია. ნახშირმჟავასთვის ტემპერატურის შეცვლა 0-დან 20°C აქვეითებს CO_2 შემცველობას დაახლოებით 2-ჯერ, ხოლო 50°C – 4-ჯერ მეტად. აზოტის და ჟანგბადის ხსნადობა ტემპერატურის მატებასთან ერთად ქვეითდება, მაგრამ ბევრად ნაკლები ხარისხით.

ამგვარად, ტემპერატურის ყოველი დაქვეითება და აწევა იწვევს ნიადაგური ჰაერიდან გაზების ნაწილის გადასვლას ხსნარში და პირიქით. ხსნარში CO_2 კონცენტრაციის გადიდება ცვლის მის რეაქციას მეტი მჟავიანობისკენ, რაც აძლიერებს წყლების აგრესიულობას და მყარი ფაზიდან ხსნარში ნივთიერებების ნაწილის გადასვლას; განსაკუთრებით იზრდება $CaCO_3$ ხსნადობა. ფესვების სუნთქვასთან და მიკროორგანიზმების მოქმედებასთან დაკავშირებულ ნიადაგურ ჰაერში CO_2 კონცენტრაციის ზრდა აგრეთვე იწვევს მყარი ფაზიდან ხსნარში $CaCO_3$ გადასვლის ეფექტს.

მოლეკულურ- და კოლოიდურ-ხსნადი ნივთიერების გადასვლა თხიერიდან მყარ ფაზაში აგრეთვე დაკავშირებულია ხსნარების კონცენტრაციის შეცვლასთან: თბილ პერიოდში მათი გადიდებით აორთქლების დროს და გაძლიერებული ტრანსპირაციით და დაქვეითებით – წლის ტენიან და ცივ სეზონებში. ხსნარების კონცენტრაციის გადიდების დროს იწყება კოლოიდების კოაგულაცია, ადვილად ხსნადი მარილების კრისტალიზაცია; უკანასკნელ პროცესთან დაკავშირებულია ნიადაგებში სეზონური მარილდაგროვების მოვლენები და ხსნარებიდან კალციუმის კარბონატების დალექვა.

19.2. ნიადაგის თბური რეჟიმი

ნიადაგის თბური რეჟიმი არის ნიადაგის მიერ სითბოს შემოსვლის, გადაადგილების და გაცემის ყველა მოვლენის ერთობლიობა. ამ რეჟიმის ძირითადი მაჩვენებელია ნიადაგის ტემპერატურა. ამიტომ თბურ რეჟიმს ხშირად განსაზღვრავენ, როგორც ტემპერატურულს.

თბურ რეჟიმზე გავლენას ახდენენ კლიმატი, მცენარეულობა, რელიეფი, თოვლის საფარი და აგრეთვე ნიადაგების მექანიკური შედგენილობა, ტენიანობა და ფერი. ნიადაგების ტემპერატურული რეჟიმი განისაზღვრება მისი გეოგრაფიული მდგომარეობით, რასთანაც დაკავშირებულია ნიადაგის ზედაპირზე სხივური ენერგიის შემოსვლა და ნიადაგური ჰორიზონტების მიერ ძირითადი თბური თვისებების გამომჟღავნება.

ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმი უშუალო გავლენას ახდენს მცენარეების განვითარებაზე.

ნიადაგის თბური ბალანსი წარმოადგენს თბური რეჟიმის რაოდენობრივ დახასიათებას. ენერგიის შენარჩუნების კანონის თანახმად, ნიადაგის თბური ბალანსი წარმოადგენს სხვადასხვა ნაკადის სიდიდეების ალგებრულ ტოლობას:

$$М_{ს} + М_{ტ} + М_{ა} + М_{ნ} = 0$$

სადაც, $М_{ს}$ – რადიაციული ბალანსია, $М_{ტ}$ – სითბოს ტურბულენტური ნაკადი, $М_{ა}$ – ტენის ტრანსპირაციაზე და მის ფიზიკურ აორთქლებაზე დახარჯული სითბოს რაოდენობა; $М_{ნ}$ – თბოგაცვლა ნიადაგის შრეებს შორის.

თბური ბალანსის მუდმივი მუხლების გარდა, ნიადაგის ტემპერატურაზე შეიძლება მოახდინოს გავლენა ნალექების ტემპერატურამ და აგრეთვე წყლის გაყინვამ და ლღობამ. თბურ ბალანსში შესამჩნევ როლს თამაშობს არეკლილი რადიაცია და სითბო, რომელიც იხარჯება ჯამურ აორთქლებაზე.

გამოიყოფა ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმის ოთხი ტიპი:

1. მზრალი ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმი დამახასიათებელია იმ ადგილებისთვის, სადაც ნიადაგის პროფილის საშუალო წლიური ტემპერატურა უარყოფითია.
2. ხანგრძლივად სეზონურად გამყინავი ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმი დამახასიათებელია იმ ტერიტორიებისთვის, სადაც ნიადაგის პროფილში ჭარბობს დადებითი საშუალო წლიური ტემპერატურა. უარყოფითი ტემპერატურა ვრცელდება ერთ მეტრამდე. გაყინვის ხანგრძლივობა შეადგენს არანაკლებ 5 თვეს.
3. სეზონურად გამყინავი ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმი ხასიათდება დადებითი საშუალო წლიური ტემპერატურით. გაყინვის პერიოდი შეადგენს არა უმეტეს 5 თვეს.
4. არაგამყინავი ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმი აღინიშნება იმ ადგილებში, სადაც ნიადაგის გაყინვა არ აღინიშნება.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. როგორია ნიადაგური ჰაერის შემადგენლობა?
2. რომელია ჰაერგაცვლის სისწრაფის, მიმართულების და მოცულობის სისწრაფის მარეგულირებელი ფაქტორები?
3. რა არის ანტაგონისტები ნიადაგურ ჰაერში?
4. რას წარმოადგენს ნიადაგის თბური რეჟიმი?

თავი 20. ნიადაგში ჟანგვა-აღდგენითი პროცესები

ნიადაგში ნივთიერებების ფაზური გადასვლების ერთ-ერთ ფაქტორს წარმოადგენს ჟანგვა-აღდგენითი პროცესები. მათგან მრავალი შექცევადია და ელემენტების ნაერთები ცვლადი მუხტით მრავალჯერ გადადიან ერთი ფაზიდან მეორეში.

ქიმიაში დაჟანგვა (Ox) არის ქიმიური ელემენტებით ელექტრონების გაცემის პროცესი, ხოლო *აღდგენა (Red)* – მათი შეძენა:

$$Ox \rightleftharpoons Red$$

ელექტრონის გამცემი ერთი ელემენტის დაჟანგვას აუცილებლად თან სდევს მიმღები სხვა ელემენტის აღდგენა, ამიტომ საუბრობენ ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებზე ან პროცესებზე.

ნიადაგში მთავარი დამჟანგველია ნიადაგურ ჰაერსა და ნიადაგურ ტენში გახსნილი ჟანგბადი. აღმდგენლებია: ორგანული ნივთიერება, წყალბადი და გოგირდწყალბადი. დაჟანგვის ზოგიერთი რეაქცია, როგორც, მაგალითად, ორგანული ნივთიერების, შეუქცევადია. ჟანგბადის საქმარისი რაოდენობის პირობებში ორგანული ნარჩენის ჰუმიფიკაციის და მინერალიზაციის პროცესი დაჟანგვითია და შეუქცევადია.

ბევრ ჟანგვა-აღდგენით პროცესს აქვს შექცევადი ხასიათი: ქიმიურ ელემენტებს მრავალჯერ შეუძლია გადასვლა დაჟანგვის მდგომარეობიდან აღდგენადში და პირიქით. ფართოდ გავრცელებულია რკინის ($Fe^{3+} \rightleftharpoons Fe^{2+}$), მანგანუმის ($Mn^{4+} \rightleftharpoons Mn^{2+}$), გოგირდის ($S^{2-} \rightleftharpoons S^{6+}$), აზოტის ($N^{5+} \rightleftharpoons N^{3+}$) დაჟანგვის და აღდგენის შექცევადი პროცესები.

შექცევად ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში ერთი და იგივე ელემენტი იონიზაციის ხარისხის და არის პირობების (ჟანგბადის O_2, უჟანგბადო ლებიანი CH_4, გოგირდწყალბადოვანი H_2S) მიხედვით შეიძლება იყოს დამჟანგველი, ან აღმდგენელი.

ნიადაგში ჟანგვა-აღდგენითი პირობები ხასიათდება განსაკუთრებული მაჩვენებლით – ატომების და იონების ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალით (ჟაპ) რომელიმე სტანდარტული ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციის მიმართ, რომლის პოტენციალი ნულს უტოლდება. ასეთ რეაქციად მიღებულია წყალბადის გადასვლა გაზისებრი მდგომარეობიდან იონის მდგომარეობაში: $H_2 - 2e = 2H^+$.

ჟანგვა-აღდგენითი პროცესები დამოკიდებულია მჟავა-აღდგენით პირობებზე (pH). ეს პირობები გავლენას ახდენენ დაჟანგვის ან აღდგენის პროდუქტების ხსნადობის ხარისხზე, მიკროელემენტების აქტიურობაზე და სხვ. ამიტომ ჟანგვა-აღდგენითი პირობების შესადარებლად ნიადაგებში pH სხვადასხვა მნიშვნელობით იყენებენ rH_2 მაჩვენებელს. თუ rH_2 მაჩვენებელი 27-30, მაშინ პირობები დაჟანგვითია, 27-20 ინტერვალში – აღდგენადია, <20 – მკვეთრად აღდგენადი.

ნიადაგური პროფილის ფარგლებში ნიადაგის ჟანგვა-აღდგენადი პოტენციალი საკმაოდ არაერთგვაროვანია და დროში დინამიკურია. მისი ცვლა დაკავშირებულია პროფილის და სეზონების მიხედვით ნიადაგების ტენიანობის, მისი აერაციის და ნიადაგურ ჰაერსა და ნიადაგურ ხსნარში ჟანგბადის შემცველობასთან. ჟანგვა-აღდგენით პოტენციალზე არსებით გავლენას ახდენს ორგანული ნივთიერების რაოდენობა, რომელიც გამოდის, როგორც ძლიერი აღმდგენელი. აღდგენადი უნარი იზრდება რიგში: მცენარეული ჩამონაცვენი – მკვდარი საფარი – ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი. ნიადაგში აღდგენადი გარემოს გარეგნული გამოვლენაა გალებების ნიშნები – ნიადაგში ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალის დაბალი მნიშვნელობით მტრედისფერი-რუხი, მომწვანო შეფერილობის გაჩენა.

ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების მიმდინარეობის მიხედვით გამოიყოფა ნიადაგების გარკვეული რიგი:

1. ნიადაგები დაჟანგვითი გარემოს აბსოლუტური გაბატონებით – სტეპების, ნახევრად უდაბნოების და უდაბნოების ავტომორფული ნიადაგები.
2. ნიადაგები დაჟანგვითი პირობების გაბატონებით ცალკეულ ტენიან წლებსა და სეზონებში შესაძლებელი აღდგენადი პროცესების გამომჟღავნებით – სუბბორეალური ტყეების (ყომრალი), ტენიანი სუბტროპიკების (წითელმიწა, ყვითელმიწა, ყვითელმიწა-ეწერი, ყვითელმიწა-ეწერლებიანი, ყვითელ-ყომრალი) ავტომორფული ნიადაგები.
3. ნიადაგები კონტრასტული ჟანგვა-აღდგენადი რეჟიმით (სხვადასხვა ზონების ნახევრად ჰიდრომორფული ნიადაგები):
   ა) ზედა ჰორიზონტებში სეზონური აღდგენადი პროცესების განვითარებით;
   ბ) ქვედა ჰორიზონტებში გალებების განვითარებით;
   გ) მთელს პროფილში დაჟანგვითი და აღდგენადი გარემოს კონტრასტული შეცვლით.
4. ნიადაგები მთელს პროფილში აღდგენადი პირობების გაბატონებით:
   ა) გალებების გარემოს გაბატონებით;
   ბ) გოგირწყალბადოვანი გარემოს გაბატონებით.

ჟანგვა–აღდგენით რეჟიმს დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგწარმოქმნაში და ნიადაგის ნაყოფიერებაში. მასთან დაკავშირებულია ორგანული ნარჩენების გახრწნის სისწრაფე და მიმართულება, ორგანული ნივთიერების ჰუმიფიკაცია და მინერალიზაცია.

ნიადაგში ჟანგვა-აღდგენადი პროცესები აკონტროლებენ ფაზურ გადასვლებს. ცვლადი მუხტის ელემენტის მრავალი ქიმიური ნაერთი ჟანგვა-აღდგენითი პირობების შეცვლისას მრავალჯერ გადადის მყარი ფაზიდან თხიერში, თხიერიდან გაზისებრში და პირიქით. ჰუმიდური ოლქების ნიადაგში პერიოდული გადატენიანებით ფართოდ არის გავრცელებული რკინის ($Fe^{3+} \rightleftharpoons Fe^{2+}$) და მანგანუმის ($Mn^{4+} \rightleftharpoons Mn^{2+}$) დაჟანგვის და აღდგენის რეაქციები. რკინის და მანგანუმის აღდგენისას მათი ხსნადობა ნახშირმჟავა მარილების, ორგანო-მინერალური კომპლექსების ფორმით იზრდება; ისინი გადადიან ხსნარში, შეუძლიათ გადაადგილება მოცემული გენეზისური ჰორიზონტის ფარგლებში ან გასვლა მის ფარგლებს გარეთ. სწორედ პერიოდული აღდგენადი პროცესების ხარჯზე წარმოიქმნება გაუფერულებული ლებიან-ელუვიური ჰორიზონტები. სპეციფიკური მიკროორგანიზმების მონაწილეობით აღდგენადი პირობების დაჟანგვითი პირობებით შეცვლის დროს ხდება რკინის და

მანგანუმის ჰიდროოქსიდების სეგრეგაცია და სხვადასხვა სახის კონკრეციების ფორმირება. აღდგენის დროს დენიტრიფიკაციის და ნიტრიფიკაციის რეაქციებს ($N^{5+} \rightleftarrows N^{3-}$) თან ახლავს აზოტის გადასვლა ნიტრატების და ნიტრიტების წყალხსნადი ფორმებიდან გაზისებრ ფაზაში NH_4 ფორმით. იგივე მოვლენები მიმდინარეობს დესულფურიზაციის და სულფურიზაციის პროცესების დროს – გოგირდის დაჟანგვა და აღდგენა ($S^{6+} \rightleftarrows S^{2-}$). ნიადაგის მყარი და თხიერი ფაზის ექვსმუხტა სულფატების გოგირდი გადადის ორმუხტაში. ეს უკანასკნელი შეიძლება რჩებოდეს მყარ ფაზაში მძიმე მეტალების სულფიდების ფორმაში (FeS_2 და სხვ.) ან გადადიოდეს გაზის მდგომარეობაში გოგირდწყალბადის H_2S ფორმით.

წყლოვან-თბური რეჟიმის, მჟავე-ტუტე პირობების რეჟიმის და ბიოლოგიური აქტიურობის მიხედვით ნიადაგებში ნივთიერებების ფაზური გარდაქმნები იძენენ გარკვეულ რიტმს: დღეღამურს, სეზონურს და მრავალწლიურს. თავის ერთობლიობაში ისინი ახასიათებენ ნიადაგის თანამედროვე დინამიკას. ნიადაგის დინამიკის შესწავლას აქვს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა, რადგანაც წარმოადგენს მეცნიერულ საფუძველს ნიადაგური პროცესების რეგულირებისა და მათი მართვისა ნიადაგების ნაყოფიერების გადიდების მიზნით.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რა წარმოადგენს ნიადაგში ნივთიერებების ფაზური გადასვლების ერთ-ერთ ფაქტორს?
2. რას აკონტროლებენ ნიადაგში ჟანგვა-აღდგენადი პროცესები?
3. რას იძენენ ნიადაგში ნივთიერებების ფაზური გარდაქმნები?

თავი 21. ნიადაგის, როგორც სამფაზიანი სხეულის, სტრუქტურული მდგომარეობა და ფიზიკური თვისებები

როგორც იყო აღნიშნული, ნიადაგის მყარი ფაზა შედგება სხვადასხვა ზომის და შედგენილობის მექანიკური ელემენტისგან. გარკვეულ პირობებში ხდება მექანიკური ელემენტების შეწებება სტრუქტურულ აგრეგატებში. სხვადასხვა ფორმის და სიდიდის აგრეგატების ერთობლიობა წარმოადგენს *ნიადაგურ სტრუქტურას.*

სტრუქტურის ხასიათზეა დამოკიდებული ნიადაგის ფიზიკური და მრავალი აგრონომიული თვისება.

21.1. სტრუქტურწარმოქმნის ფაქტორები

ნიადაგის სტრუქტურის წარმოქმნაში მონაწილეობს მთელი რიგი ფაქტორი. მათ შორის უმთავრესია: ბალახოვანი მცენარის ფესვთა სისტემის მოქმედება, კოლოიდების შემწებავი თვისებები, ჭიაყელების და ნიადაგის მწერების მოქმედება. გარკვეული მნიშვნელობა აქვს ნიადაგური მასის მოცულობების შეცვლას ნიადაგის პერიოდული დატენიანების და დაშრობის დროს, გაყინვას და გალღობას.

ფესვების როლი სტრუქტურის წარმოქმნაში განსაკუთრებით დიდია ნიადაგების ზედა ჰუმუსოვან ჰორიზონტში. ზედა 20-30 სმ ფარგლებში მათით გადახლართულია მთელი ნიადაგური მასა. ფესვების ზრდისა და გასქელებისას ხდება ნიადაგური მასის წაჭერა და მათი მჭიდრო მიბჯენა ერთმანეთთან. ფესვების გახრწნის შემდეგ ნიადაგური ნაწილაკების ცალკეულ ჯგუფს შორის რჩება სვლები, სიცარიელეები, რაც ხელს უწყობს ნიადაგური მასის დაშლას ცალკეულ კოშტებად და მარცვლებად სწორედ ამ, ყველაზე სუსტ ადგილებში. ბალახების ფესვების უხვად შემცველ ნიადაგის ჰორიზონტში წარმოიქმნება მარცვლოვანი ან კოშტოვან-მარცვლოვანი სტრუქტურა.

ფესვების მნიშვნელობა სტრუქტურის წარმოქმნაში არ შემოიფარგლება მექანიკური მოქმედებით. უშუალოდ ფესვების ახლოს თავმოყრილია უხვი რიზოსფერული მიკროფლორა; ფესვების კვდომის და მათი ჰუმიფიკაციის შემდეგ ფესვური სვლების კედლები იფარება შეწებების უნარის მქონე ჰუმუსის კოლოიდური აფსკებით. ნიადაგური აგრეგატების შეწებებაში მთავარი როლი ეკუთვნის მიკროორგანიზმების, განსაკუთრებით, სოკოების და აქტინომიცეტების, მეტაბოლიზმის პროდუქტებს. ნიადაგური კოლოიდების შეწებვითი თვისებები, კერძოდ ჰუმინის მჟავის, განპირობებულია მათი უნარით, წარმოქმნან შეუქცევადი ან ძნელად შეღწევადი გელები მათი ორ- და სამმუხტა კატიონების მაძღრობის დროს.

ყველა კოლოიდს არ გააჩნია ერთნაირი სტრუქტურწარმოქმნის თვისება. ყველაზე კარგი სტრუქტურნარმომქმნელია ახლად დალექილი ჰუმინის მჟავა. დაბე-

რების და, ალბათ, ნაწილობრივი მინერალიზაციის შედეგად, მისი შემწებავი თვისებები მცირდება. ამიტომ ნიადაგში წყალგამძლე სტრუქტურის შესანარჩუნებლად საჭიროა, რომ ყოველთვის ხდებოდეს მისი შევსება ჰუმინის მჟავების ახალი მარაგებით.

მარცვლოვანი წყალგამძლე სტრუქტურა აქვთ შავმიწებს და მდელოს ნიადაგებს.

სტრუქტურის გამძლეობაზე საკმაოდ არსებით გავლენას ახდენს შთანთქმული კატიონების შემადგენლობა. შთანთქმულ კომპლექსში ერთმუხტა კატიონების, კერძოდ ნატრიუმის, არსებობისას, კოლოიდები ადვილად გადადიან ზოლში და ნიადაგის სტრუქტურა იკარგება. ნიადაგური შთანთქმული კომპლექსის ორ- და სამმუხტა კატიონების გაჯერების დროს, გელები შეუქცევადია; შედეგად წარმოიქმნება კარგი, წყალგამძლე მარცვლოვანი და წვრილკოშტოვანი სტრუქტურა. კარგი სტრუქტურწარმომქმნელები არიან აგრეთვე რკინის ჰიდროქსიდების და რკინაორგანული კომპლექსების გელები. მათი სიუხვე და კარგი შეწებვითი თვისებები განაპირობებენ წითელმიწების კარგ გასტრუქტურებას.

სტრუქტურწარმოქმნაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ ნიადაგში მობინადრე ცხოველები. მათ შორის პირველ რიგში უნდა დავასახელოთ ჭიაყელები. კუჭნაწლავის ტრაქტით ნიადაგის გატარებით, ჭიაყელები ამკვრივებენ მას, აწებებენ ნაწლავების კედლებიდან გამოყოფილი ლორწოთი, ამდიდრებენ ნახშირმჟავა კალციუმით და აგდებენ წვრილი კოშტის – კაპროლიტის სახით. დადგენილია, რომ ტყის რუხ ნიადაგსა და შავმიწებში ჭიაყელები წლის თბილ პერიოდში ნიადაგურ მასას ატარებენ საჭმლის მოსანელებელი ტრაქტით და ახდენენ 170-225 ტ/ჰა-ს გასტრუქტურებას. სტრუქტურწარმომქმნელები არიან აგრეთვე ნიადაგში მობინადრე მწერები. ჩრდილოეთ კავკასიის ფოთლოვან ტყეში წვრილმიწა მასის სტრუქტურული ერთეულები 30-დან-70%-მდე შედგება მწერების ექსკრემენტებისგან. ასევე მნიშვნელოვანია ჭიანჭველების და ტერმიტების სტრუქტურწარმომქმნელი საქმიანობა, განსაკუთრებით ნახევრად უდაბნოებსა და უდაბნოებში, სადაც მათი გავლენით იქმნება წვრილკოშტოვანი და დენთი სტრუქტურა.

მნიშვნელოვანი სტრუქტურწარმომქმნელი ფაქტორია ნიადაგის მორიგეობითი დატენიანება და გამოშრობა. დატენიანების დროს გაჯირჯვების და გამოშრობის პერიოდებში მოცულობის შემცირების (დაჯდომა) შედეგად ნიადაგური მასა სკდება მსხვილ აგრეგატებად – ბლოკებსა და პრიზმებზე. ეს პროცესები მჟღავნდება ნიადაგის ჰორიზონტში, სადაც ტენიანობის მერყეობა უდიდესია. განსაკუთრებით მკაფიოდ გამოხატულია შთანთქმულ კომპლექსში ნატრიუმის შემცველ ბიცობ და ბიც ნიადაგში. ამ ნიადაგებში მორიგეობითი გამოშრობა-დატენიანება და ვერტიკალური გაბზარვა იწვევს პრიზმული, სვეტისებრი და ბელტოვანი სტრუქტურული ერთეულების ფორმირებას. სტრუქტურის ეს ტიპები შევიდა ბიცობის სახელწოდებაში (ბიცობი პრიზმული, ბიცობი სვეტისებრი, ბიცობი ბელტოვანი).

თიხამინერალ მონტმორილონიტით მდიდარ ზოგიერთ ნიადაგში დატენიანება-დაშრობის მორიგეობითი ეფექტი მჟღავნდება ნიადაგის ღრმა გაბზარვაში მსხვილი პოლიგონალური ერთეულების განცალკევებით, ხოლო ერთმანეთის მიმართ ნიადაგური ბლოკების შიდანიადაგური სრიალი იწვევს ირიბად ორიენტირებული ქერცლოვანი და ოსპისმაგვარი ერთეულების წარმოქმნას. ასეთია შავი სუბტროპიკული და ტროპიკული მონტმორილონიტური ნიადაგების – ვერტისოლების სტრუქტურა. საქართველოში მსგავსი სტრუქტურა გააჩნია შავ ნიადაგებს.

არიდულ ოლქებში მორიგეობითი დატენიანება და დაშრობა ზედაპირიდან დაღექილ ალუვიური ვაკეების და პერიოდულად დატბორილ დეპრესიებში იწვევს ზედაპირის დასკდომას ნვრილ პოლიგონალურ (თაყირისებრ) ერთეულებად დიამეტრით 3-4-დან 5-10 სმ-მდე. ეს თავისებურება ყველაზე მკაფიოდ მჟღავნდება უდაბნოების სპეციფიკურ წარმონაქმნებში – თიხიან თაყირებში.

ნიადაგის ვერტიკალური და ჰორიზონტალური დასკდომის ეფექტი აღინიშნება აგრეთვე მათი პერიოდული გაყინვის და გალღობისას. გაყინვის დროს წყლის მოცულობის ზრდა 9% იწვევს ნაწილაკებსა და მიკროაგრეგატებს შორის კავშირების გაწყვეტას, ბზარების გაჩენას და ნიადაგის დანაწევრებას სტრუქტურულ ერთეულებზე. აგრეგატების მაქსიმუმი ნიადაგების დაყინვისას წარმოიქმნება მაშინ, როდესაც ნიადაგის ტენიანობა შეადგენს მისი მასის 25-30%. ყინვიანი ზამთარი შესამჩნევად აუმჯობესებს ნიადაგის სტრუქტურას.

გადატენიანებული ნიადაგის ზედა ჰორიზონტში ყინულის ჰორიზონტალური ფენების წარმოქმნის შედეგად ყალიბდება ფენოვანი, ფილისებრი ან ოსპისებრი სტრუქტურა. ნიადაგის გაყინვის დროს ნიადაგურ მასაზე, ყინულის მექანიკური ზემოქმედების გარდა, ადგილი აქვს ფიზიკურ-ქიმიურ პროცესებს: წყლის გაუყინავ ნაწილში იზრდება იონების კონცენტრაცია, რაც ხელს უწყობს კოლოიდების კოაგულაციას და აგრეგატებში ნიადაგური მასის ნაწილაკების შეწებებას. პროცესი ხშირად შეუქცევადია, რადგანაც ხსნარის იონების ნაწილი რჩება შთანთქმულ მდგომარეობაში და ნიადაგების გალღობის დროს ხსნარში არ გადადის. წარმოიქმნება სპეციფიკური ბურლულოვანი ან ბარდასებრი სტრუქტურა, რომელიც დამახასიათებელია მაღალმთიანეთისთვის.

ხსნარების ძალიან სუსტი მინერალიზაციის და კოლოიდების ძლიერი ჰიდროფილობის დროს, როგორც, მაგალითად, კაჟბადის ჰიდროქსიდების ($SiO_2 \cdot nH_2O$), პერიოდულად გამყინავი და გამომშრალი ნიადაგები იძენენ ტიქსოტროპულობის თვისებას – დროთა განმავლობაში კოლოიდური ხსნარების (ზოლების) და მაღალდისპერსული სუსპენზიების შედედების და მექანიკური ზემოქმედების დროს თავიდან გათხელების უნარს. ტიქსოტროპული სტრუქტურების მექანიკური დაშლა და მათი მომდევნო აღდგენა შეიძლება მრავალჯერ გამეორდეს.

ნიადაგური სტრუქტურის შესწავლის დროს ხდება სხვადასხვა ზომის წყალგამძლე აგრეგატების რაოდენობრივი განსაზღვრა, რისთვისაც გამოიყენება მაკროაგრეგატული და მიკროაგრეგატული ანალიზები. მაკროაგრეგატული ანალიზით (საცრიანობის მეთოდი) შესაძლებელია სხვადასხვა აგრეგატების შემცველობის განსაზღვრა. მათი გაყოფა ხდება 0,25; 0,5; 1; 2; 5; 10 მმ დიამეტრის ნახვრეტიანი საცრების სვეტში.

0,5 მმ ნაკლები დიამეტრის აგრეგატები მიეკუთვნება მიკროაგრეგატებს, ხოლო ნიადაგებში მათი შემცველობის განსაზღვრა ხდება ნ. კაჩინსკის მიერ დამუშავებული მიკროაგრეგატული ანალიზით. ანალიზი ძალიან წააგავს გრანულომეტრულ ანალიზს – პიპეტის მეთოდს. განსხვავება ისაა, რომ ანალიზის წინ ნიადაგზე არ ახდენენ მექანიკურ ან რაიმე ქიმიურ ზემოქმედებას. ამიტომ მიკროაგრეგატული ანალიზის მონაცემები გრანულომეტრულ ანალიზთან შედარებით გვიჩვენებს ცალკეული ზომის ფრაქციების განსხვავებულ შემცველობას. მიკროაგრეგატულ ანალიზში, შეწებების და მსხვილ ნაწილაკებს შორის ცემენტის წარმოქმნის გამო, ნვრილი ფრაქციების და, განსაკუთრებით, ლექის ფრაქციის შემცველობა ნაკლე-

ბია, ვიდრე გრანულომეტრულში. ნიადაგის ერთსა და იმავე ნიმუშში მიკროაგრეგატულ და გრანულომეტრულ ანალიზებში ლექის შემცველობის შედარება იძლევა საშუალებას, ვიმსჯელოთ მათი აგრეგირების ხარისხზე ან, პირიქით, დისპერსულობის ხარისხზე; ეს უკანასკნელი მით მეტია, რაც ნაკლებია სხვაობა ლექში დასახელებულ პარალელურ ანალიზებში. ნიადაგების დისპერსულობის ხარისხის საჩვენებლად ითვლება კაჩინსკის დისპერსულობის კოეფიციენტი ($K_დ$).

თუ ლექის შემცველობა მიკროაგრეგატულ ანალიზში უდრის a, ხოლო გრანულომეტრულში უდრის b, მაშინ $K_დ = (a : b) \cdot 100$.

კარგად გასტრუქტურებულ ნიადაგებში დისპერსულობის კოეფიციენტი შეადგენს 3-5, საშუალოდ გასტრუქტურებულში – 6-10, ხოლო სუსტად გასტრუქტურებულში – 11-15 ან მეტი.

21.2. მოცულობითი მასა, ხვედრითი მასა და ნიადაგის ფორიანობა

ნიადაგის მოცულობითი მასა გამოიხატება გრამებში 1 სმ³ და მერყეობს ნიადაგის მყარი ფაზის შემადგენელი ნივთიერებების ხვედრითი მასის და ფორიანობის (ღრულოვნების) სიდიდის მიხედვით.

ნიადაგის მოცულობითი მასა ჩვეულებრივ იზრდება ზედა, ყველაზე ფხვიერი ფოროვანი და ორგანული ნივთიერებებით მდიდარი ჰორიზონტიდან უფრო მომკვრივო ქვედა ჰორიზონტისკენ.

ცხრ. 24. თიხნარი და თიხიანი ნიადაგების მოცულობითი მასა

მოცულობითი მასა, გ/სმ³	სიმკვრივის შეფასება
სახნავ ჰორიზონტში	ნიადაგი ფხვიერია ან მდიდარია ორგანული ნივთიერებით
< 1,0	
1,0 – 1,1	კულტურული, ახლად მოხნული ნიადაგი
1,2 – 1,3	სახნავი, შემკვრივებული
1,3 – 1,4	სახნავი, ძლიერ შემკვრივებული
სახნავის ქვემო ჰორიზონტში	ნიადაგების ძლიერ შემკვრივებული ილუვიური ჰორიზონტი
1,6 – 1,8	

ყველაზე ნაკლებად მკვრივია (0,15-0,40 გ/სმ³) ტორფიანი ჰორიზონტი, ხოლო ყველაზე მკვრივია (0,15-0,40 გ/სმ³) ილუვიური ჰორიზონტი.

მოცულობითი მასის ზრდასთან ერთად მცირდება ნიადაგის ფორიანობა და სხვა თანაბარ პირობებში – მათი წყალგამტარობა. ამიტომ ნიადაგურ პროფილში მაღალი მოცულობითი მასის მქონე ჰორიზონტის არსებობა მეტყველებს არა მარტო მათ ილუვიურ ბუნებაზე, არამედ ატმოსფერული ტენის შესაძლებელ შეგუბებაზე მკვრივი ჰორიზონტის ზემოთ მდებარე ჰორიზონტში.

ნიადაგის მყარი ფაზის ხვედრითი მასა წარმოადგენს ნიადაგის მხოლოდ მყარი ნაწილის შეფარდებას წყლის მოცულობის ტოლ მასასთან. ხვედრითი მასა ძირითადში დამოკიდებულია ნიადაგის ქიმიურ და მინერალურ ნაწილზე. მყარი ფაზის ხვედრითი მასა განისაზღვრება ხელსაწყო პიკნომეტრის მეშვეობით. მეთოდის პრინციპი მდგომარეობს ნიადაგური ნაწილაკების გარკვეული მასის შესაბამისი

მოცულობის წყლის (ან რომელიმე ნეიტრალური სითხის, მაგალითად, ბენზოლის) განსაზღვრაში.

გამოიყენება ნიადაგის ფორიანობის პირდაპირი განსაზღვრის მეთოდები, რომლებიც დაფუძნებულია ნიადაგის ყველა ფორის სრულად შევსებული წყლის ან სპირტის მოცულობის დადგენაზე. ნიადაგის მოცულობითი ან ხვედრითი მასის ცოდნით შესაძლებელია მისი ფორიანობის ან ღრულოვნების დადგენა.

ფორიანობა ან *ღრულოვნება* წარმოადგენს ბუნებრივ შენებაში ნიადაგური მასის ნაწილაკებს შორის სიცარიელეების (ფორების) საერთო მოცულობას, გამოსახულს პროცენტებში დაუშლელ მდგომარეობაში არსებული ნიადაგის მოცულობასთან. თუ dV აღვნიშნავთ მოცულობით მასას და d მყარი ფაზის ხვედრით მასას, მაშინ ღრულოვნება P მყარი ფაზის მოცულობის გარეშე ნიადაგის მთელი მოცულობის ტოლი იქნება.

ფორიანობა გამოითვლება ფორმულით:

$$P = 100\left(1 - \frac{dV}{d}\right)\%$$

ნიადაგის მთელი მოცულობა მიღებულია ერთ ერთეულად.

ნიადაგის ფორიანობა დამოკიდებულია გრანულომეტრულ შედგენილობაზე, შენებასა და სტრუქტურაზე. ქვიშიან ნიადაგთან შედარებით, მძიმე გრანულომეტრული შედგენილობის ნიადაგს აქვს უფრო დიდი ფორიანობა; რაც უფრო სტრუქტურულია ნიადაგი და ფხვიერია მისი შენება, მით უფრო მაღალია ფორიანობა, და, პირიქით. ნიადაგის ქვედა ჰორიზონტებისთვის ფორიანობა შეადგენს ნიადაგის საერთო ფორიანობის 40-50%. ნიადაგის ზედა ფხვიერ, ორგანული ნივთიერებით გამდიდრებულ ჰორიზონტში ის იზრდება 60-70%-მდე, ხოლო ტორფში – 90%-მდე.

საერთო ფორიანობა იყოფა კაპილარულ და არაკაპილარულზე. წვრილ კაპილარებში ან ფორებში ნიადაგურ ნაწილაკებს შორის შეიძლება შეკავებულ იქნეს კაპილარულად ჩამოკიდებული წყალი. ნიადაგში მთელი ფორების დაახლოებით 80% შეადგენს კაპილარული ზომის ფორები. არაკაპილარული ფორიანობა არის ნიადაგში დიდი ღრუები: ბზარები, ბიგების სვლები, ფესვების გახრწნის შემდეგ დარჩენილი ღრუები, რომლებიც ადვილად ატარებენ წყალსა და ჰაერს.

ნიადაგი ხელსაყრელი ფიზიკური თვისებებით ხასიათდება მაღალი საერთო ფორიანობით (მოცულობის 50-70%) და აერაციის მაღალი ფორიანობით (35-40%), ე.ი. ჰაერით და არა წყლით შევსებული ფორებით. არახელსაყრელი ფიზიკური თვისებების დროს საერთო ფორიანობა შეადგენს მხოლოდ 40-50%, ხოლო აერაციის ფორიანობა – 15-20%; ილუვიურ მკვრივ ჰორიზონტში საერთო ფორიანობა ეცემა 30-35%-მდე, ხოლო აერაციის ფორიანობა – 10-5%-მდე.

21.3. ნიადაგის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები

ნიადაგის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები მნიშვნელოვანია ნიადაგის დამუშავებასთან დაკავშირებული საკითხების, გეოგრაფიული კვლევის, სასოფლო-სამეურნეო მანქანებისთვის მასალების შერჩევის, მშენებლობის დროს და სხვ. გადაწყვეტის დროს. ნიადაგის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს დიდი მნიშვნელობა აქვთ აგრეთვე მცენარის სიცოცხლისთვის: ხშირად გადამწყვეტ გავლენას ახდენენ ფესვთა სისტემის განაწილებაზე (თუმცა ფესვის ხვედრითი დაწოლა აღწევს კო-

ლოსალურ სიდიდეს, რომელიც მნიშვნელოვნად აღემატება მრავალი სასოფლო-სამეურნეო მანქანების მუშა ნაწილის ხვედრით დაწოლას).

ნიადაგის უმთავრესი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებია: სიმაგრე, ბმულობა, პლასტიკურობა, წებვადობა, დაჯდომა და გაჯირჯვება.

ნიადაგის სიმაგრე – წინაღობა, რომელსაც იჩენს ნიადაგი მასში სხვა სხეულის შეღწევის დროს. იზომება სპეციალური ხელსაწყოთი და გამოიხატება კგ/სმ². მაღალი სიმკვრივე – ნიადაგების ცუდი ფიზიკურ-მექანიკური და აგროფიზიკური თვისების მაჩვენებელია. მაღალი სიმაგრის ნიადაგზე მცენარე ცუდად ვითარდება. სიმაგრე დამოკიდებულია დატენიანებაზე. დატენიანების შემცირებისას ის მკვეთრად იზრდება. სიმაგრესა და ტენიანობას შორის არსებობს მჭიდრო კავშირი, რომელიც ხასიათდება შებრუნებული კორელაციით და აღწევს 0,8–1,0. სხვადასხვა გრანულომეტრული შედგენილობის ნიადაგის სიმაგრე იცვლება დიდ ფარგლებში – 5-7-დან 45 კგ/სმ²-მდე. ხვნის დროს აღინიშნება მჭიდრო კავშირი სიმაგრესა და ხვედრით წინაღობას შორის.

ხვედრითი წინაღობა – ძალა, რომელიც იხარჯება ნიადაგის ფენის გადატრიალებისას. ხვედრითი წინაღობა დამოკიდებულია მექანიკურ შედგენილობაზე, სტრუქტურულ მდგომარეობაზე, ნიადაგის სიმაგრეზე და აგრეთვე ნიადაგში ტენის შემცველობაზე. უმცირესია, როდესაც ტენის შემცველობა 15-25%. სხვადასხვა ნიადაგში ხვედრითი წინაღობა მერყეობს 1,1-დან 0,4 კგ/სმ².

ნიადაგის სიმაგრისა და ხვედრითი წინაღობის გასაზომად იყენებენ სიმაგრ-მზომებს, დინამოგრაფებს. ნიადაგური პროფილის უშუალოდ საველე აღწერის დროს სხვადასხვა ჰორიზონტის სიმაგრის განსაზღვრისთვის შექმნილია საველე ხელსაწყოები.

ნიადაგის ბმულობა – ნიადაგის უნარი, წინაღობა გაუწიოს გარეშე დაწოლას, რომელიც მიმართულია ნიადაგური ნაწილაკების განსაცალკევებად. ყველაზე მაღალი ბმულობით ხასიათდება თიხა ნიადაგი. ნიადაგის ბმულობა მერყეობს ძალიან დიდ ფარგლებში და დამოკიდებულია გრანულომეტრულ შედგენილობაზე, ჰუმუსის შემცველობაზე და ტენიანობის მდგომარეობაზე. სასოფლო-სამეურნეო მანქანების მუშა ნაწილების ყველა გაანგარიშება ხდება ნიადაგის ბმულობის გათვალისწინებით.

ნიადაგის პლასტიკურობა – უნარი, მთლიანობის დაურღვეველად შეცვალოს თავისი ფორმა გარეშე ძალის ზეგავლენით და შეინარჩუნოს გარეშე ძალის მოცილების შემდეგ. პლასტიკურობა დამოკიდებულია ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობაზე. ყველაზე პლასტიკურია თიხა მექანიკური შედგენილობის ნიადაგი, შემდეგ მოდის თიხნარები; ქვიშებს პლასტიკურობა არ გააჩნიათ. პლასტიკურობა იზომება პირობითი სიდიდით – *პლასტიკურობის რიცხვით* ან *კოეფიციენტით.*

მშრალი ნიადაგი წარმოადგენს ფხვიერ ნიადაგს; თუ დავიწყებთ წყლის დამატებას, მაშინ სიფხვიერის თვისება იკარგება; წყლის გარკვეული რაოდენობის პირობებში ნიადაგი ინყებს შენებებას და შესაძლებელი ხდება მისი დახვევა. წყლის მინიმალური რაოდენობა, რომელიც საჭიროა ნიადაგის დასახვევად, წარმოადგენს პლასტიკურობის ქვედა საზღვარს ან დახვევის საზღვარს. წყლის რაოდენობა გამოისახება პროცენტებში ნიადაგის წონასთან. თუ გავაგრძელებთ წყლის მომატებას, მაშინ ნიადაგი თანდათანობით ხდება სულ უფრო პლასტიკური. შეიძლება მივაღწიოთ ისეთ მდგომარეობას, რომ, თუ ავიღებთ ტენიანი ნიადაგის ნაწილს, გავყოფთ ვინრო ნაპრალით (შპატელით) ორ ნაწილად, დავდებთ გვერდიგვერდ დაფა-

ზე და მოვარტყამთ დაფას ქვემოდან ან გვერდიდან, ნიადაგის ნაწილები შეერთდება. ნიადაგის ასეთი მდგომარეობა წარმოადგენს *პლასტიკურობის ზედა საზღვარს ან დენადობის ქვედა საზღვარს.* შემდგომი დატენიანებისას ნიადაგი იწყებს დენადობის თვისების შეძენას და მისი პლასტიკურობა მცირდება. თუ გავაგრძელებთ წყლის მომატებას, მაშინ წყლით გაჯერებული ნიადაგის ორი ნაწილი შეერთდება დარტყმის გარეშეც. წყლის რაოდენობა, რომლის დროს ხდება ნიადაგის თავისუფალი შეერთება, არის *დენადობის ზედა საზღვარი.*

ამგვარად, ნიადაგს გააჩნია პლასტიკურობა, როდესაც ის იმყოფება დატენიანების მდგომარეობაში პლასტიკურობის ზედა და ქვედა საზღვარს შორის. სხვაობა წყლის შემცველობაში ამ ორ მდგომარეობას შორის არის *პლასტიკურობის რიცხვი* ან *კოეფიციენტი.*

ტენიან მდგომარეობაში პლასტიკურ ნიადაგს გააჩნია ბმულობა. პლასტიკურობის გათვალისწინება ჩვეულებრივ ხდება სასოფლო-სამეურნეო მანქანების საჭრელი ნაწილების გათვლის და საწვავის ნორმების დადგენის დროს.

ნიადაგების წებვადობა, ისევე როგორც პლასტიკურობა, განპირობებულია ლექის ნანილაკების და წყლის არსებობით. მეღავნდება ტენიანობის გარკვეული ხარისხისას, აღწევს მაქსიმუმს და კლებულობს ნიადაგის გადატენიანებისას. ნებვადობა იზომება ძალით (გამოხატული გრამებში), რომელიც აუცილებელია, რათა მოხდეს ნიადაგის 1 სმ² ფართობის ზედაპირიდან ლითონის ფირფიტის მოწყვეტა.

ნიადაგის დაჯდომა-გამოშრობის დროს ნიადაგის მოცულობის შემცირება. დაჯდომა დამოკიდებულია გრანულომეტრულ შემადგენლობაზე, ლექის მინერალურ შემცველობაზე, კოლოიდების ჰიდროფილობის ხარისხზე და წყლის საწყის შემცველობაზე. დაჯდომა გამოიხატება პროცენტებში ტენიანი ნიადაგის საწყის მოცულობასთან. მჭიდროდ არის დაკავშირებული გაჯირჯვებასთან. რაც უფრო მეტია გაჯირჯვება, მით უფრო ძლიერია დაჯდომა.

ნიადაგის გაჯირჯვება – დატენიანებისას ნიადაგის მოცულობის ზრდა. გამოიხატება პროცენტებში მშრალი ნიადაგის საწყის მოცულობასთან. გაჯირჯვება დამოკიდებულია ნიადაგში კოლოიდების და თიხამინერალების შემცველობაზე. გაჯირჯვების ყველაზე მაღალი მაჩვენებლით ხასიათდება მონტმორილონიტის შედგენილობის თიხა და ნატრიუმით მაძღარი ნიადაგები.

ნიადაგის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები უმჯობესდება აგროტექნიკური ღონისძიებების გატარებით.

21.4. ნიადაგის თბური თვისებები

ნიადაგის ტემპერატურა ტენიანობასთან ერთად არსებით გავლენას ახდენს უმაღლესი მცენარის ზრდაზე, მიკროორგანიზმების ცხოველმოქმედებაზე, სხვადასხვა მინერალური ნივთიერების და აგრეთვე ნიადაგურ ტენში ჟანგბადის და ნახშირმჟავას ხსნადობაზე. ნიადაგის ტემპერატურაზე არის დამოკიდებული გაცვლის სისწრაფე ნიადაგურ ჰაერსა და მიწისზედა ატმოსფეროს შორის.

ნიადაგის ტემპერატურა მჭიდროდ არის დაკავშირებული ატმოსფეროს მიწისზედა შრესთან. ნიადაგსა და მიწისზედა ატმოსფეროს შორის ხდება ენერგიის ცვლა. განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს ზაფხულში ღამის საათებში, როდესაც დღის განმავლობაში გამთბარი ნიადაგი წარმოადგენს სითბოს მძლავრ ინერ-

ციულ წყაროს და ათბობს ჰაერსა და მცენარეს. ღამის საათებში ნიადაგის ძლიერი გაცივება იწვევს ნიადაგის ზედაპირზე ნამის წარმოქმნას.

ტემპერატურის გრადიენტის ზეგავლენით ნიადაგში ხდება ორთქლისებრი და თხიერი ტენის გადაადგილება; ტემპერატურის ვარდნილები, განსაკუთრებით 0 °C გადალახვისას, განაპირობებენ ფიზიკურ-ქიმიური და ფიზიკური რიგის მთელ რიგ პროცესს.

ნიადაგის ტემპერატურული რეჟიმის მარეგულირებელ მთავარ თბურ თვისებებს მიეკუთვნება: თბოტევადობა, ტემპერატურა- და თბოგამტარობა, სხივშთანთქმითი, სხივგამომშვები და სხვივარეკვლითი უნარები.

ნიადაგის თბოტევადობა – სითბოს რაოდენობაა, რომელიც საჭიროა დაიხარჯოს 1 გ ან 1 სმ³ ნიადაგის 1 °C გათბობაზე. მოცულობითი თბოტევადობა შეადგენს 2,0 – 2,% ჯ/სმ³.

ნიადაგის თბოტევადობა დამოკიდებულია შემადგენლობაში შემავალი მინერალების თბოტევადობაზე, ორგანული ნივთიერების რაოდენობაზე, ნიადაგის ტენიანობის მდგომარეობაზე. რაც უფრო ტენიანია ნიადაგი, მით უფრო მეტია მისი თბოტევადობა, რადგანაც წყლის თბოტევადობა უდრის 4,19, ხოლო ჰაერის – 0,001282 ჯ. მაშასადამე, ნიადაგის თბოტევადობა მკვეთრად იცვლება დატენიანების ხარისხის მიხედვით. რაც უფრო ტენიანია ნიადაგი, მით სითბოს მეტი რაოდენობა იხარჯება მის გათბობაზე.

თბოგამტარობა – ნიადაგში სითბოს გადაცემის სისწრაფე. თბოგამტარობის კოეფიციენტი K – სითბოს რაოდენობა, რომელიც გადაეცემა ზედაპირიდან ნიადაგის სიღრმეში (ან უკუმიმართულებით) დროის ერთეულში (1 წ) სიგრძის ერთეულზე (სმ) ტემპერატურის 1 °C გრადიენტის პირობებში. მას აქვს განზომილება Bt/(m • °C).

ტემპერატურგამტარობა – 1 სმ³ ნიადაგში ტემპერატურის ცვლილება, რომელიც გამოწვეულია სითბოს გარკვეული რაოდენობის მოსვლით 1 წ 1 სმ³ განივ კვეთში 1 სმ მანძილზე 1 °C ტემპერატურის სხვაობის პირობებში.

ტემპერატურგამტარობა და თბოტევადობა დაკავშირებულია განტოლებით:

$$K = \frac{\lambda}{CV^2}$$

სადაც *K* – ნიადაგის ტემპერატურგამტარობაა; λ – ნიადაგის თბოგამტარობა; *CV* – მოცულობითი თბოტევადობა.

ნიადაგში თბოგადაცემა ხორციელდება განსხვავებული გზებით:

ა) ნაწილაკიდან ნაწილაკამდე მათი გამყოფი არეთი (ჰაერი, წყალი);
ბ) მყარი ნანილაკების უშუალო კონტაქტით;
გ) ნაწილაკიდან ნაწილაკისკენ გამოსხივებით;
დ) გაზზე და სითხეზე კონვენციით.

ამიტომ თბოგამტარობის სიდიდე დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე: მასში შემავალი მინერალების თბოგამტარობაზე, ორგანული ნივთიერების შემცველობაზე, ფორიანობის სიდიდეზე და დატენიანების ხარისხზე. მინერალურ ნივთიერებებს გააჩნიათ მეტი თბოგამტარობა, ვიდრე ორგანულებს. ტენიანი ნიადაგები ხასითდება მნიშვნელოვნად მეტი თბოგამტარობით, ვიდრე მშრალი.

ორგანული ნივთიერებით მდიდარი და მაღალი ფორიანობის მქონე ნიადაგის ჰორიზონტები მშრალ მდგომარეობაში ხასიათდება ძალიან ცუდი თბოგამტარობით.

ნიადაგებს გააჩნიათ სხივშთანთქმის, სხივარეკვლის და სხივგამოშვების უნარი.

სხივშთანთქმის და სხივარეკვლის უნარები იცვლება ნიადაგის ფერის და ზედაპირის ფორმის მიხედვით. მუქი ნიადაგი უფრო მეტ სხივს შთანთქავს, ვიდრე ღია ნიადაგი. ნიადაგი გლუვი ზედაპირით გამოირჩევა უკეთესი არეკვლითი უნარით, ვიდრე ხორკლიანი ნიადაგი. ნიადაგის მიერ არეკლილი სხივების რაოდენობის შეფარდება მის ზედაპირზე დაცემულ სხივებთან, წარმოადგენს *ალბედოს*. ნიადაგის ალბედო მერყეობს ფართო საზღვრებში – 15%-დან (მუქი ნიადაგი) 40-45%-მდე (თეთრი ქვიშა). მცენარეულობით დაკავებული შავმიწიანი მინდვრის ალბედო აღწევს 17-20%, ღია მოხნული მინდვრის – 7-8%.

ნიადაგის სხივგამოშვების ან მათი თბური სხივების გამოშვების უნარი მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია ტენიანობაზე, ზედაპირის მდგომარეობასა და ტემპერატურაზე, ნიადაგის თბოგამტარობის სიდიდეზე. ტენიან ნიადაგს, ხორკლიანი ზედაპირით და შედარებით მეტი თბოგამტარობით, გააჩნია ყველაზე დიდი სხივგამოშვების უნარი.

ნიადაგის თბური თვისებების კომპლექსი განაპირობებს ტემპერატურულ მდგომარეობას, რაც, თავის მხრივ, გავლენას ახდენს ნიადაგში ბიოქიმიური და ქიმიური პროცესის სისწრაფესა და ინტენსივობაზე და, განსაკუთრებით, მცენარის განვითარებაზე.

21.5. ნიადაგის ნაყოფიერება

ნიადაგური ნაყოფიერება განპირობებულია ბუნებრივი და ანტროპოგენური ფაქტორების მოქმედებით. მინათმოქმედების კულტურის დაბალი დონის დროს, ნიადაგის ნაყოფიერება ძირითადში განისაზღვრება ბუნებრივი ფაქტორებით, ნიადაგის ბუნებრივი თვისებებით და შედგენილობით. მინათმოქმედების კულტურის ზრდასთან ერთად ნიადაგის ნაყოფიერების დონე სულ უფრო არის დამოკიდებული ანთროპოგენულ ფაქტორზე და ზოგადად ნიადაგზე, ადამიანის ზემოქმედების ხერხებზე.

საქართველოს ნიადაგებში საკვები ნივთიერებების შემცველობის დასადგენად გამოიყენება შემდეგი ინდექსები:

ცხრ. 25. ნიადაგების უზრუნველყოფა საკვები ელემენტებით

ნიადაგების გრადაცია	საერთო ფორმები, %	შესათვისებელი ფორმები, მგ/100 გ ნიადაგზე
აზოტი		
ღარიბი	< 0,2	< 7
საშუალოდ უზრუნველყოფილი	0,2 - 0,3	7 - 10
მდიდარი	> 0,3	> 10
ფოსფორი		
ღარიბი	< 0,15	< 3
საშუალოდ უზრუნველყოფილი	0,15 - 2	3 - 6
მდიდარი	> 2	> 6
კალიუმი		
ღარიბი	< 1	< 20
საშუალოდ უზრუნველყოფილი	1 - 1,5	20 - 40
მდიდარი	> 1,5	> 40

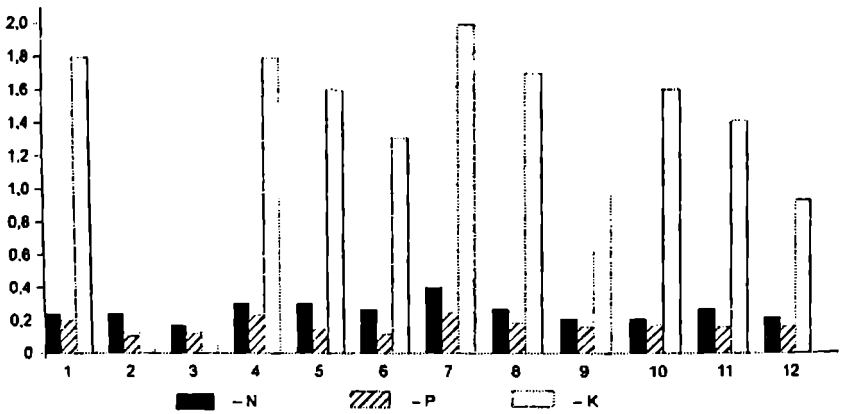
არსებული მონაცემებით და ინდექსებით მიღებულია 5 გრადაცია: ძალიან ღარიბი (ღარიბი გრადაციის ინდექსი), ღარიბი (ღარიბი და საშუალო გრადაციის ინდექსი), საშუალო (საშუალო გრადაციის ინდექსი), მდიდარი (საშუალო და მდიდარი გრადაციის ინდექსი) და ძალიან მდიდარი (მდიდარი გრადაციის ინდექსი).

მოტანილი მონაცემების გამოყენებით დადგენილია საქართველოს ძირითადი ნიადაგების საკვები ელემენტებით (აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი) უზრუნველყოფის კლებადი რიგი.

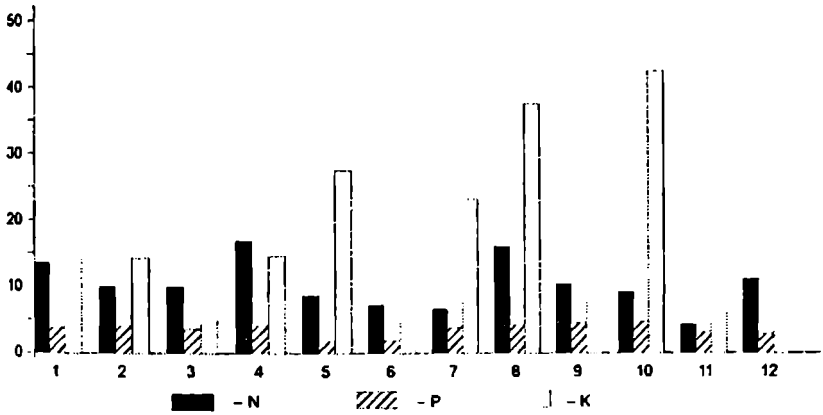
საკვები ელემენტების საერთო ფორმების მიხედვით: მთა-მდელოს, შავმიწები > ყომრალი > კორდიან-კარბონატული, წითელმიწები, დამლაშებული ნიადაგები > ყავისფერი, მდელოს-ყავისფერი, რუხი-ყავისფერი > შავი > ყვითელმიწა-ეწერი.

შესათვისებელი ფორმების (ჰიდროლიზებადი აზოტი, შთანთქმული ფოსფორი, გაცვლითი კალიუმი) მიხედვით: მთა-მდელოს > მდელოს-ყავისფერი > ყავისფერი, რუხი-ყავისფერი > წითელმიწები > შავი, კორდიან-კარბონატული, ყომრალი, ალუვიური > ყვითელმიწა-ეწერი, შავმიწები, დამლაშებული ნიადაგები.

საერთო და შესათვისებელი ფორმების შეფარდებით მიღებულია საქართველოს ძირითადი ნიადაგების შემდეგი კლებადი რიგი: მთა-მდელოს > მდელოს-ყავისფერი > ყომრალი, წითელმიწები, შავმიწები, შავი, ყავისფერი, რუხი-ყავისფერი > კორდიან-კარბონატული > დამლაშებული ნიადაგები > ალუვიური > ყვითელმიწა-ეწერი.



ნახ. 29. საქართველოს ძირითად ნიადაგებში (0-20 სმ) საკვები ნივთიერებების მთლიანი ფორმების (%) შემცველობა:
1-წითელმიწა; 2-ყვითელმიწა; 3-ყვითელმიწა-ეწერი; 4-ყვითელ-ყომრალი; 5-კორდიან-კარბონატული; 6-შავი; 7-შავმიწა; 8-ყავისფერი; 9-მდელოს-ყავისფერი; 10-რუხი-ყავისფერი; 11-მდელოს-რუხი-ყავისფერი; 12-ალუვიური.



ნახ. 30. საქართველოს ძირითად ნიადაგებში (0-20 სმ) საკვები ნივთიერებების შესათვისებელი ფორმების (მგ/100 გ/ნიადაგზე) შემცველობა:
1-ნითელმიწა; 2-ყვითელმიწა; 3-ყვითელმიწა-ეწერი; 4-ყვითელ-ყომრალი; 5-კორდიან-კარბონატული; 6-შავი; 7-შავმიწა; 8-ყავისფერი; 9-მდელოს-ყავისფერი; 10-რუხი-ყავისფერი; 11-მდელოს-რუხი-ყავისფერი; 12-ალუვიური.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რომელია სტრუქტურწარმოქმნის ფაქტორები?
2. რას წარმოადგენს ნიადაგის მოცულობითი მასა, ხვედრითი მასა და ფორიანობა?
3. ჩამოთვალეთ ნიადაგის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები.
4. ჩამოთვალეთ ნიადაგის თბური თვისებები.
5. რითია განპირობებული ნიადაგების ნაყოფიერება?

ნაწილი III

ნიადაგების კლასიფიკაცია. საქართველოს ძირითადი ნიადაგების თვისებები, გენეზისი და გეოგრაფია

თავი 22. ნიადაგების კლასიფიკაცია

ნიადაგის უაღრესად დიდი მრავალფეროვნების წარმატებული შესწავლა და სწორი გამოყენება შეუძლებელია მათი სამეცნიერო კლასიფიკაციის გარეშე. ნიადაგების კლასიფიკაცია არის ნიშნების, თვისებების და ნაყოფიერების თავისებურების მიხედვით ნიადაგების გაერთიანება ცალკეულ ჯგუფებში.

ნიადაგების კლასიფიკაციის შედგენა მოიცავს: კლასიფიკაციის პრინციპების დადგენას და ზუსტ ფორმულირებას; ტაქსონომიური ერთეულების (ტიპი, ქვეტიპი და ა.შ.) იერარქიული სისტემის დამუშავებას; ნიადაგების დასახელების სისტემის ან ნომენკლატურის დამუშავებას; იმ ნიშნების დადგენას, რომლითაც ყოველი საკლასიფიკაციო ქვედანაყოფის ნიადაგი შეიძლება დადგენილ იქნეს ბუნებაში (ნიადაგების დიაგნოსტიკა) და გამოყოფილი რუკებზე.

თანამედროვე კლასიფიკაციების შედგენის საფუძველია გენეზისური პრინციპი, რომლის მიხედვით ნიადაგის ნიშნები და თვისებები უნდა იხილებოდეს როგორც ნიადაგწარმოქმნის პროცესის შედეგი და რომელიც ვითარდება ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების კონკრეტული შეხამების პირობებში.

22.1. ნიადაგების კლასიფიკაციის შედგენის პრინციპები

ნიადაგების თანამედროვე კლასიფიკაციის დამუშავება უნდა გამომდინარეობდეს შემდეგი პრინციპებიდან:

1. ნიადაგების კლასიფიკაცია უნდა ეყრდნობოდეს ნიადაგების ძირითად თვისებებს, რეჟიმებს და აუცილებლად მათ შემქმნელ პროცესებს და ნიადაგწარმოქმნის პირობებს, ე.ი. უნდა იყოს გენეზისური ფართო გაგებით და აერთიანებდეს ეკოლოგიურ, მორფოლოგიურ და ევოლუციურ მიდგომებს.
2. კლასიფიკაციის შედგენისას ის უნდა ეყრდნობოდეს ტაქსონომიური ერთეულების მეცნიერულ სისტემას.
3. კლასიფიკაციაში აუცილებელია ნიადაგების მიერ სამეურნეო საქმიანობის შედეგად შეძენილი ნიშნების და თვისებების გათვალისწინება.
4. ნიადაგების კლასიფიკაცია უნდა აშუქებდეს ნიადაგების საწარმოო თავისებურებებს და ხელს უწყობდეს მათ რაციონალურ გამოყენებას.

თანამედროვე კლასიფიკაციები, ადრინდელებთან შედარებით, უფრო სრულად ითვალისწინებენ ნიადაგური პროფილის მორფოლოგიურ და მიკრომორფოლოგიურ შენებას, ნიადაგების შედგენილობას და თვისებებს, ნიადაგწარმოქმნის უმთავრეს პროცესებს, რეჟიმებსა და ეკოლოგიურ პირობებს. აგრეთვე ითვალისწინებენ ორგანული ნივთიერების ხარისხობრივ შედგენილობას, ნივთიერებების ბიოლოგიური წრებრუნვის, შიდანიადაგური გამოფიტვის თავისებურებებს და ნიადაგწარმოქმნის ენერგეტიკის საკითხებს.

ნიადაგების თანამედროვე კლასიფიკაციის ძირითად ტაქსონომიურ ერთეულს წარმოადგენს გენეზისური ნიადაგური ტიპი. ნიადაგების გენეზისურ ტიპს მიეკუთვნება ნიადაგები, რომლებიც ვითარდება ბიოლოგიურ, კლიმატურ და ჰიდროლოგიურ ერთი ტიპის შეუღლებულ პირობებში ნიადაგწარმოქმნის ქანების გარკვეულ ჯგუფზე და ხასიათდება ნიადაგწარმოქმნის ძირითადი პროცესის მკაფიო გამოვლენით.

ნიადაგური ტიპი გამოირჩევა: 1) ორგანული ნივთიერებების ჩართვის, მათი გარდაქმნის და გახრწნის პროცესების ერთნაირი ტიპით; 2) მინერალური მასის დაშლის და მინერალური და ორგანულ-მინერალური ახალქმნილებების სინთეზის ერთნაირი ტიპის კომპლექსით; 3) ნივთიერებების მიგრაციის და აკუმულაციის ერთნაირი ტიპის ხასიათით; 4) ნიადაგური პროფილის ერთნაირი ტიპის შენებით; 5) ნიადაგების ნაყოფიერების გადიდების და შენარჩუნების ღონისძიებების ერთნაირი მიმართულებით.

ნიადაგური ტიპის ეს განმარტება გულისხმობს, რომ გენეზისურ საფუძველზე ნიადაგების კლასიფიკაციის დამუშავებასთან ერთად უნდა ხდებოდეს უმთავრესი ნიადაგური თვისებების და პროცესების ტიპიზაცია და დაჯგუფება.

ნიადაგურ ტიპზე უფრო დაბალი ტაქსონომიური ერთეულებია: ქვეტიპი, გვარი, სახეობა, სახესხვაობა და თანრიგი.

ქვეტიპი გამოიყოფა ტიპის ფარგლებში; ნიადაგების ჯგუფი, რომელიც ხარისხობრივად განსხვავდება ძირითადი და შეწყობილი ნიადაგწარმოქმნის პროცესების გამომჟღავნებით და გარდამავალი საფეხურია ტიპებს შორის.

გვარები გამოიყოფა ქვეტიპის ფარგლებში, ხარისხობრივი გენეზისური თავისებურებანი განისაზღვრება ადგილობრივი პირობების კომპლექსის გავლენით: ნიადაგწარმომქმნელი ქანების შედგენილობით, გრუნტის წყლების ქიმიზმით და ა.შ., მათ შორის, გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის წინამორბედი ფაზების პროცესში შეძენილი თვისებებით (რელიქტური ჰორიზონტები და ძველი ნიადაგწარმოქმნის ნიშნები).

სახეობა გამოიყოფა გვარის ფარგლებში და განსხვავდება ნიადაგწარმოქმნის პროცესის განვითარების ხარისხით (გაეწერების ხარისხით, ჰუმუსირების სიღრმით და ხარისხით, დამლაშების ხარისხით და ა.შ.) და მათი ურთიერთკავშირით.

სახესხვაობა განისაზღვრება ზედა ნიადაგური ჰორიზონტების და ნიადაგწარმომქმნელი ქანების მექანიკური შედგენილობით.

თანრიგი განპირობებულია ნიადაგწარმომქმნელი ქანების გენეზისური თვისებებით (მყარი ქანები, ალუვიური, საფარი და ა.შ.).

22.2. ნიადაგების ნომენკლატურა და დიაგნოსტიკა

ნიადაგების ნომენკლატურა არის ნიადაგების დასახელება მათი თვისებების და საკლასიფიკაციო მდგომარეობის შესაბამისად.

თავიდანვე ნიადაგები გამოიყოფოდა ზედა ნიადაგური ჰორიზონტების დამახასიათებელი თავისებურებების გათვალისწინებით. ასე გაჩნდა ტერმინები გენეზისური ტიპებისთვის: შავმიწა, ეწერი, წითელმიწა ტყის რუხი, მურა. მოგვიანებით მათ დაემატა: ყვითელმიწა, ნაბლა, ყავისფერი ნიადაგები და ა.შ.

ზოგიერთი ნიადაგური ტიპის დასახელების დროს გათვალისწინებული იყო ზედა ნიადაგური ჰორიზონტის თავისებურება: ბიცი, ბიცობი, ტორფიან-გალეხებული, კორდიან-კარბონატული და ა.შ.

იმის გათვალისწინებით, რომ ნიადაგების ხსვადასხვა გენეზისური ტიპის ზედა ნიადაგური ჰორიზონტის შეფერილობა ზოგჯერ იყო მსგავსი, ამიტომ გახდა აუცილებელი იმ პირობების, სადაც ფორმირდება ნიადაგი, მოკლე ეკოლოგიური დახასიათების დამატება. ასე გაჩნდა ტერმინები: ტყის ყომრალი ნიადაგები, რუხი ტყის ნიადაგები და ა.შ. შემდგომ, რათა ფერად დასახელებებს მისცემოდათ მეტი გარკვეულობა და კონკრეტულობა, უფრო ფართოდ დაიწყეს მოკლე ეკოლოგიური დამატებების გამოყენება.

ზოგიერთი ტიპის ნიადაგისთვის ეკოლოგიური დასახელება გახდა ძირითადი – ჭაობიანი, მდელოს, ტუნდრის და ა.შ., რადგანაც ეს ტერმინები ძალიან კარგად ახასიათებენ ნიადაგწარმოქმნის ბიოგენურ არსს. ნიადაგების ქვეტიპების ნომენკლატურა ყალიბდებოდა ქვეტიპების სისტემის დამუშავების პარალელურად.

ყოველ გენეზისურ ტიპში გამოიყოფა „ცენტრალური" ქვეტიპი, რომლისთვის გამოიყენება ტერმინი „ტიპური" ან „ჩვეულებრივი" და ქვეტიპები „გარდამავალი", რომელშიც შეიძლება აღინიშნოს ნიშნები, რომლებიც განსხვავდება „ცენტრალური" ქვეტიპისგან ან უკავშირდება მეზობელ ტიპებს. ამ ნიშნების აღნიშვნისათვის იყენებენ ტერმინებს: დამატებითი პროცესების დასახასიათებლად (ყავისფერი გამოტუტული, ყავისფერი კარბონატული, შავმიწა გამოტუტული); მორფოლოგიური თავისებურებების გამოსაველენად, კერძოდ, ფერის შეცლა „ცენტრალურ" ქვეტიპთან შედარებით (ღია რუხი-ყავისფერი, მუქი რუხი-ყავისფერი); ნიადაგურ ზონაში ქვეტიპის მდებარეობის მიმთითებელი (შავმიწა სამხრეთის, რუხი სამხრეთის).

ნიადაგების გვარების ნომენკლატურისთვის გამოიყენება ტერმინები: ნიადაგების დამახასიათებელი თვისებების განმსაზღვრელი (ბიცი, ბიცობი, კონტაქტურლებიანი და ა.შ.), ნიადაგწარმოქმნის წინა ფაზიდან დარჩენილი რელიქტური თვისებების მანიშნებელი (ნარჩენ-მდელოს, ნარჩენ-ეწერი და ა.შ.).

ნიადაგების სახეობის ნომენკლატურაში გვხვდება ტერმინები, რომლებიც რაოდენობრივად ახასიათებენ ნიადაგების თვისებებს და ნიადაგური პროცესების გამოხატულებას. გამოიყენება ტერმინების სამი კატეგორია: შემცველობის (მცირე-, საშუალო-, ბევრჰუმუსიანი); ცალკეული ნიადაგური ჰორიზონტის და მთელი პროფილის სიმძლავრის ან განლაგების სიღრმის (მცირე სიმძლავრის, საშუალო სიმძლავრის, მძლავრი და ა.შ.); მოვლენების გამოხატულების (სუსტად, საშუალოდ, ძლიერ ეწერი და ა.შ.) დამახასიათებელი.

ნიადაგების სახესხვაობის ნომენკლატურისთვის გამოიყენება მექანიკური შედგენილობის დასახელებები და ნიადაგების თანრიგების ნომენკლატურისთვის

– ტერმინები, რომლებიც ახასიათებენ ლითოლოგიას და ნიადაგწარმომქმნელი ქანების გენეზის.

ნიადაგის სრული დასახელება იწყება ტიპის დასახელებით, შემდეგ მოდის: ქვეტიპი, გვარი, სახეობა, სახესხვაობა, თანრიგი. მაგალითად, ყავისფერი (ტიპი), ტიპური (ქვეტიპი), ნარჩენ-მდელოს (გვარი), საშუალოპუმუსიანი (სახეობა), მძიმე თიხნარი (სახესხვაობა), ქვიშნარი (თანრიგი).

ნიადაგების დიაგნოსტიკა – ნიადაგის ნიშნების ერთობლიობა, რომლითაც შესაძლებელია მათი გამოყოფა და ამა თუ იმ საკლასიფიკაციო ქვედანაყოფისთვის მიკუთვნება. ნიადაგების დიაგნოსტიკისთვის პირველ რიგში გამოიყენება ნიადაგური გამოკვლევების, ნიადაგური პროფილის მორფოლოგიური შესწავლის დროს ადვილად დასადგენი ნიშნები და მარტივი ანალიზები. მაგრამ მთელი რიგი ნიადაგის განსაზღვრისთვის ეს ნიშნები საკმარისი არ არის. მაშინ გამოიყენება უფრო რთული ანალიზების შედეგები (შთანთქმული კატიონების შედგენილობა, ჰუმუსის შედგენილობა, ნიადაგის და ლექის ფრაქციის მთლიანი ქიმიური შედგენილობა და ა.შ.), და აგრეთვე ნიადაგების ჰიდროთერმული რეჟიმის დამახასიათებელი ზოგიერთი მასალა.

22.3. ნიადაგების ძირითადი კლასიფიკაციები

პირველი კლასიფიკაციები დგებოდა ნიადაგების ზედა ჰორიზონტების ლითოლოგიური თავისებურებების გათვალისწინებით და მიიღეს აგროგეოლოგიურის სახელწოდება.

ნიადაგმცოდნეობის დაფუძნების შემდეგ, XIX საუკუნის მეორე ნახევარში, ნიადაგზე დამკვიდრდა შეხედულება, როგორც განსაკუთრებული ბუნებრივი ორგანულ-მინერალური სხეული, რომელიც ვითარდება გარემოსთან მჭიდრო ურთიერთმოქმედებაში; შეიქმნა სწავლება ნიადაგების გენეზისურ ტიპებზე და საკლასიფიკაციო მიდგომამ მიიღო გენეზისურის სახელწოდება.

ნიადაგების ეკოლოგიურ-გენეზისურ კლასიფიკაციაში კავშირი ნიადაგების გენეზისურ ტიპებს შორის დგინდებოდა არა მარტო მათი თვისებებით, არამედ განლაგების თავისებურებების და გეოგრაფიული გავრცელების მოხედვით. ნიადაგების პირველი ეკოლოგიურ-გენეზისური კლასიფიკაცია დამუშავებულ იქნა ნიადაგმცოდნეობის ფუძემდებლის – პროფ. ვ. დოკუჩაევის მიერ. ნიადაგები განლაგების მიხედვით დაყოფილი იყო სამ ჯგუფად: ნორმალური, გარდამავალი და ანომალიური. ნორმალური ნიადაგები წარმოშობის მიხედვით დაყოფილი იყო კლასებად: ხმელეთ-მცენარეული, ხმელეთ-ჭაობიანი და ჭაობიანი – ტიპური. ხმელეთ-მცენარეული ნიადაგები ნიადაგწარმომქმნელების ურთიერთობით იძლევიან ნიადაგების ძირითად ზონალურ რიგს. კლასების ფარგლებში პირველად იყო გამოყოფილი ნიადაგების გენეზისური ტიპები. ამ კლასიფიკაციების ვარიანტებს მიეკუთვნება კლასიფიკაცია, რომელშიც ნიადაგები დაყოფილია ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების გავლენის მიხედვით – გარეშე (ეგზოდინამომორფული) და ნიადაგწარმომქმნელი ქანების (ენდოდინამომორფული). კიდევ ერთ ვარიანტში ნიადაგები დაყოფილი იყო ზონალურ, ინტრაზონალურ და განუვითარებელ კლასებად მომდევნო დაყოფით კლიმატური პირობებით, რელიეფით და ნიადაგწარმომქმნელი ქანებით.

ეკოლოგიურ-გენეზისური კლასიფიკაციები ასახავენ რეალურ ბუნებრივ კანონზომიერებებს: ნიადაგების თვისებებს, ნიადაგწარმოქმნის რეჟიმებს და მათ კავშირს გარემოსთან. ამიტომ ისინი იძლევიან პასუხს პრაქტიკის მრავალ კითხვაზე და ფართოდ გამოიყენება მიწის რესურსების ხარისხობრივი აღრიცხვის დროს.

მორფოგენეზისური კლასიფიკაცია ეყრდნობა ნიადაგის უმნიშვნელოვანეს თვისებას, მაგრამ აგრეთვე მოიცავს ნიადაგწარმოქმნის პირობების ანალიზს.

ევოლუციურ-გენეზისური კლასიფიკაცია იხილავს ნიადაგწარმოქმნის პროცესის განვითარებას დროში ტუტე ნიადაგწარმოქმნის საწყისი სტადიიდან მჟავე ნიადაგწარმოქმნამდე ან ნიადაგწარმოქმნის ჰიდრომორფული ფაზიდან ავტომორფულამდე.

ისტორიულ-გენეზისურ კლასიფიკაციაში ნიადაგების ტიპები დაკავშირებულია განვითარების ერთ უწყვეტ ჯაჭვში და იხილება, როგორც ხმელეთის ზედაპირულ მინერალურ ჰორიზონტებზე ბუნების ბიოლოგიური ელემენტების ზემოქმედების ერთიანი ისტორიული პროცესის სტადიები.

დასავლეთევროპულ კლასიფიკაციებში ხდება ნიადაგურ-მინერალოგიური მიდგომის შერწყმა გენეზისურ ნიადაგმცოდნეობასთან.

ამერიკული კლასიფიკაციაც არის აგრეთვე გენეზისური, თუმცა პირველ ორ უმაღლეს დონეზე (ნიადაგების რიგი და ქვერიგი) ნიადაგების დაყოფა ხდება მორფოლოგიური ნიშნებით დამახასიათებელი „დიაგნოსტიკური ჰორიზონტის" პრინციპიდან გამომდინარე, ხოლო მომდევნო ტაქსონომიურ ერთეულებში – ნიადაგურ ჯგუფებში და ქვეჯგუფებში – უფრო ფართოდ გამოიყენება გენეზისური პრინციპები.

გასული საუკუნის ბოლო მეოთხედში ფაო და იუნესკოს მიერ მსოფლიოს ნიადაგური რუკისთვის დამუშავებული ნიადაგების კლასიფიკაცია იყო უაღრესად მნიშვნელოვანი, რადგანაც წარმოადგენს საერთაშორისო თანამშრომლობის წარმატებულ მაგალითს. ამ კლასიფიკაციის წარმატებამ ბევრად განაპირობა ყველაზე სრულყოფილი, თანამედროვე კლასიფიკაციის – ნიადაგების რესურსების მსოფლიო კორელაციური ბაზის – დანერგვა.

22.4. ნიადაგური რესურსების მსოფლიო კორელაციური ბაზა

ნიადაგმცოდნეობის საერთაშორისო კავშირი (IUSS) ხანგრძლივი დროის მანძილზე მუშაობს ნიადაგების საერთაშორისო კლასიფიკაციის შექმნაზე. ჯერ კიდევ 1970 წლებში ეს სამუშაოები დაიწყო პროფ. რ. დუდალის იდეით, გამოეყენებინა ფაო/იუნესკოს მსოფლიოს ნიადაგური რუკის ლეგენდა, როგორც საერთაშორისო კლასიფიკაციის საფუძველი, ანუ, როგორც ნიადაგების მონაცემების რეფერატული ბაზის (World Reference Base for Soil Resources – WRB) მთავარი ელემენტი. ამჟამად ნიადაგების მონაცემების რეფერატული ბაზა (WRB) ამერიკულ ნიადაგების ტაქსონომიასთან (Soil Taxonomy) ერთად წარმოადგენს მსოფლიოში ყველაზე გავრცელებულ საკლასიფიკაციო-დიაგნოსტიკურ სისტემას, რომელიც მიზნად ისახავს, შეიმუშაოს ურთიერთობის საერთაშორისო ენა, არ უარყოს ნიადაგების ეროვნული კლასიფიკაციები, მაგრამ მისცეს სპეციალისტებს საშუალება „გაუგონ" ერთმანეთს. უკვე დიდი ხნის მანძილზე ნიადაგების მონაცემების რეფერატული

ბაზა მრავალი ქვეყნის ნიადაგმცოდნეების მიერ გამოიყენება, როგორც ნიადაგების სამუშაო საერთაშორისო დიაგნოსტიკა, კლასიფიკაცია და ნომენკლატურა, რომელიც იძლევა საშუალებას „ითარგმნოს" ეროვნული კლასიფიკაციების ენა საერთო ენაზე. ეს აუცილებელია ნიადაგებზე საუბრის დროს, რათა სპეციალისტებმა ერთმანეთს გაუგონ.

ნიადაგების მონაცემების რეფერატული ბაზა წარმოადგენს სუბსტანტიურ-გენეტიკური მიდგომის წარმატებულ მაგალითს. მისი სუბსტანტიურობა გამოიხატება იმაში, რომ ნიადაგური ჰორიზონტების დიაგნოსტირებისთვის გამოყენებული ნიშნების, თვისებების და მაჩვენებლების უმრავლესობა ახასიათებს ნიადაგების მყარი ფაზის ხარისხს და რაოდენობას. ეს ნიშნები არის ყველაზე მყარი, ჩვეულებრივ, ადვილად დასადგენი და გამოსაყოფი ერთი და იმავე ან სხვადასხვა ნიადაგმცოდნეების მიერ. გენეტიკურობა მდგომარეობს იმაში, რომ ნიადაგების დიაგნოსტიკური ნიშნების არჩევანი არ არის შემთხვევითი და ემყარება გენეტიკური ნიადაგმცოდნეობის ფუნდამენტურ დებულებებს, რომელიც იხილავს ნიადაგს, როგორც ნიადაგწარმოქმნის ფაქტორების და პროცესების ფუნქციას, ე.ი. განსაზღვრავს ნიადაგს მისი ფორმირების განსაკუთრებული ხერხის – გენეზისის გათვალისწინებით.

ნიადაგმცოდნეობა გლობალური მეცნიერებაა და მიმართულია მთელი მსოფლიოს ნიადაგებისკენ. ამიტომ სხვადასხვა ქვეყნის ნიადაგმცოდნე უნდა ლაპარაკობდეს არა მარტო „მშობლიურ ენაზე", არამედ „საერთო ნიადაგურ ენაზე", რათა გაუგოს სხვას.

ნიადაგების მონაცემების რეფერატული ბაზა არ ცვლის ეროვნულ ნიადაგურ კლასიფიკაციებს. ჯერ ერთი, ისინი წარმოადგენენ ეროვნული კულტურის და ქვეყნის მეცნიერული საუნჯის ნაწილს და, მეორეც, ყოველი კონკრეტული ქვეყნის ნიადაგების კლასიფიკაცია უფრო დეტალურია და უკეთ ასახავს მისი ნიადაგური საფრის თავისებურებებს.

მსოფლიოს ნიადაგების მონაცემების რეფერატული ბაზის (WRB) პრინციპები მიღებულ იქნა 1980 და 1981 წლებში სოფიაში ჩატარებულ თათბირებზე და მუშავდებოდა სპეციალიზებული სამუშაო ჯგუფების მიერ. მათი არსი შემდეგშია:

* ნიადაგების კლასიფიკაცია ეფუძნება ნიადაგების თვისებების ერთობლიობას, რომელიც დაყოფილია 3 კატეგორიად: დიაგნოსტიკური ჰორიზონტები, დიაგნოსტიკური ნიშნები, დიაგნოსტიკური მასალა (სუბსტრატები); მათი თვისებები უნდა იყოს მაქსიმალურად ზომვადი და ხილვადი საველე აღწერის დროს.
  დიაგნოსტიკური ჰორიზონტების და დიაგნოსტიკური თვისებების შერჩევის დროს მხედველობაში მიიღება მათი კავშირი ნიადაგწარმომქმნელ პროცესებთან. ნიადაგწარმომქმნელი პროცესების ცოდნა ხელს უწყობს ნიადაგის სრულ დახასიათებას, მაგრამ თავისთავად წარმოდგენა პროცესებზე არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს განცალკევებულ კრიტერიუმად.
  განზოგადების მაღალ დონეზე საჭიროა ისეთი დიაგნოსტიკური ნიშნების შერჩევა, რომლებსაც მნიშვნელობა აქვთ ნიადაგების გამოყენების დროს.
  კლიმატური პარამეტრები არ გამოიყენება ნიადაგების კლასიფიკაციის დროს.
  მსოფლიოს ნიადაგების მონაცემების რეფერატული ბაზა (WRB) წარმოადგენს საყოველთაო საკლასიფიკაციო სისტემას, რომელიც საშუალებას იძლევა მასთან ეროვნული კლასიფიკაციების შეჯერებისა და მოიცავს ორ ბლოკს:
  – რეფერატულ ბაზას, შეზღუდული პირველი დონით; შედგება 32 რეფერატული ჯგუფისგან.

– საკლასიფიკაციო სისტემას, რომელიც შედგება კვალიფიკატორები-წინსართების და კვალიფიკატორები-სუფიქსების სერიების კომბინაციებიდან, რომელიც ემატება რეფერატული ჯგუფის სახელს ისე, რომ შესაძლებელია ძალიან ზუსტად მოვახდინოთ ნიადაგური პროფილების დახასიათება და კლასიფიცირება.

რეფერატული ჯგუფები უნდა წარმოადგენდნენ მსოფლიოს ძირითად ნიადაგურ რაიონებს, რათა უზრუნველყონ ხმელეთის ნიადაგური საფრის სრული მიმოხილვა.

მსოფლიოს ნიადაგების მონაცემების რეფერატული ბაზა (WRB) არ უნდა ენაცვლებოდეს ეროვნულ კლასიფიკაციებს. ის ასრულებს გამაერთიანებელი სისტემის ფუნქციას, რომელიც იძლევა სხვადასხვა ქვეყნის სპეციალისტების ურთიერთობის საშუალებას.

მსოფლიოს ნიადაგების მონაცემების რეფერატული ბაზის (WRB) შექმნის საფუძველს წარმოადგენს მსოფლიოს ნიადაგური რუკის (FAO, 1988) „განახლებული ლეგენდა„, რომელიც აჯამებს საერთაშორისო კორელაციების მნიშვნელოვან გამოცდილებას.

ნიადაგური ერთეულების განმარტებასა და აღწერებში ასახულია ლანდშაფტებში ნიადაგებს შორის სივრცობრივი კავშირები (რადიალური და ლატერალური).

თვით დასახელება, რეფერატული ბაზა, ასახავს მნიშვნელოვან ფუნქციას, როგორც „საერთო მნიშვნელი“, ამიტომ სისტემის ჩარჩოები უნდა იყოს საკმარისად ფართო, რათა განახორციელოს ეროვნული სისტემების ნიადაგების კორელაცია.

გარდა „საერთო მნიშვნელის“ ფუნქციისა ან სხვადასხვა სისტემებს შორის დამაკავშირებელი ჯაჭვისა, მსოფლიოს ნიადაგების მონაცემების რეფერატული ბაზა (WRB) განკუთვნილია მსოფლიოს ნიადაგების შესახებ მონაცემთა ბაზის შესაქმნელად, საკადასტრო ამოცანების შესასრულებლად და მსოფლიოს ნიადაგური რესურსების მონიტორინგისთვის.

მსოფლიოს ნიადაგების მონაცემების რეფერატულ ბაზაში (WRB) გამოყენებული ნიადაგური ნომენკლატურა მოიცავს ნიადაგების ტრადიციულ სახელწოდებებს, ან სახელწოდებებს, რომლებიც ადვილად შეიძლება იყოს ჩართული თანამედროვე ენობრივ კონსტრუქციებში. გაუგებრობის თავიდან ასაცილებლად, ნიადაგების სახელწოდებებს უნდა ჰქონდეს ერთმნიშვნელოვანი განმარტებები. მიუხედავად იმისა, რომ მსოფლიოს ნიადაგების მონაცემების რეფერატული ბაზის (WRB) სისტემა შექმნილია „ფაო“-ს ლეგენდის საფუძველზე, რომელიც შეიცავს ორ ტაქსონომიურ დონეს და რეკომენდაციებს მესამე დონის გამოსაყოფად, ახალი რეფერატული ბაზის სისტემაში გადაწყდა ერთი დაბალი დონით შეზღუდვა. ყოველ რეფერატულ ნიადაგურ ჯგუფს მიეცემა შესაძლებელი კვალიფიკატორების – წინსართების და სუფიქსების გარკვეული ნაკრები გარკვეული თანმიმდევრობით; მათი კომბინაციებიდან დგება ნიადაგის სახელწოდება. სახელწოდებების აგების საერთო წესებს მიეკუთვნება შემდეგი:

ჯგუფების გამოყოფა ნამყვანი ნიადაგწარმომქმნელი პროცესის მიხედვით, რაც იწვევს დამახასიათებელი ნიშნების წარმოქმნას. გამონაკლისს წარმოადგენენ განსაკუთრებული დედაქანები, რომელთა თვისებებს აქვთ გარკვეული მნიშვნელობა ნიადაგების ზოგიერთი ჯგუფისათვის.

ნიადაგების დაყოფა მეორე დონეზე ხორციელდება ძირითადი ნიადაგწარმომქმნელი პროცესის დამატებითი ნიშნებით, რომელიც შესამჩნევად ცვლის ძირითად ნიადაგურ თვისებებს. ზოგიერთ შემთხვევაში ამ დონეზე ითვალისწინებენ პრაქტიკულად მნიშვნელოვან ნიადაგურ თვისებებს.

ზოგიერთი რეფერატული ნიადაგური ჯგუფი გვხვდება სხვადასხვა კლიმატურ პირობებში, მაგრამ ნიადაგების განსაცალკევებლად გადაწყდა, არ ყოფილიყო შემოღებული კლიმატური პარამეტრები, რათა ნიადაგების კლასიფიკაცია არ ყოფილიყო დამოკიდებული კლიმატურ მონაცემებზე.

ამჟამად გამოიყოფა მსოფლიოს რეფერატული ნიადაგების 32 ჯგუფი.

აკრისოლები (Acrisols) (ლათინური acris – ძალიან მჟავე) ხასიათდება დაბალი ქიმიური აქტივობის თიხების (მაგ. კაოლინიტი) დაგროვებით, ნიადაგის პროფილში სიღრმით ლექის ნათელი გადიდებით; თიხების ფუძეებით შთანთქმის დაბალი ხარისხით. აკრისოლები ჩვეულებრივ გვხვდება ტროპიკებში, სუბტროპიკებში და ოლქებში თბილი, ზომიერად-ტენიანი ჰავით პლეისტოცენურ ან უფრო ძველ ზედაპირზე, ძირითადში მჟავე ქანების გამოფიტვის პროდუქტებზე. მათი საერთო ფართობია 1 მლრდ ჰა, ამასთან, ფართობის ერთი მესამედი მოდის სამხრეთ და ცენტრალურ ამერიკაზე (ამაზონიის სამხრეთ ნაწილზე), აშშ სამხრეთ-აღმოსავლეთზე, ხოლო 25 % – სამხრეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაზე. ტროპიკებში აკრისოლების დიდი ნაწილი ჯერ კიდევ იმყოფება სხვადასხვა ტყის ქვეშ, ნვიმის ტყიდან სავანამდე. ხანგრძლივი სამიწათმოქმედო ათვისების დროს საჭიროა სასუქების შეტანა და მოკირიანება.

ალბელიუვისოლები (Albeluvisols) (ლათინური albus – თეთრი და eluviere – გამორეცხვა). ამ ნიადაგებისთვის დამახასიათებელია მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის, მოთეთრო, რკინის ნაერთებით გაღარიბებული მასალის (ენების სახით) შეღწევა ქვემოთ მდებარე თიხიან ჰორიზონტში. ელუვიურ ჰორიზონტში ორგანული ნივთიერების და რკინის ნაერთების დაბალი შემცველობა სტრუქტურის დაბალი მდგრადობის მიზეზია: ჰორიზონტი ნაკლებად მდგრადია მექანიკური ზემოქმედების მიმართ და გამკვრივებულია. ალბელიუვისოლები იკავებენ დაახლოებით 320 მლნ ჰა და მეტ-ნაკლებად თანაბრად არიან განაწილებული ევროპაში, ჩრდილოეთ და ცენტრალურ აზიაში, ნაკლებად გვხვდება ჩრდილოეთ ამერიკაში. ამასთან, გამოიყოფა ორი ძირითადი არეალი, რომელიც დაკავშირებულია კლიმატურ პირობებთან. ამ არეალებში ალბელიუვისოლების თვისებები გარკვეულად განსხვავდება. პლეისტოცენში მზრალობის პირობებით ცივი კონტინენტალური ჰავის ალბელიუვისოლების არეალს აქვს დიდი ზომა და მოიცავს ევროპის ჩრდილო-აღმოსავლეთს, აზიის ჩრდილო-დასავლეთს და კანადის სამხრეთ-დასავლეთს. ტენიანი ზომიერად თბილი ჰავის ალბელიუვისოლების არეალი მოიცავს სამხრეთ-დასავლეთ საფრანგეთს და ჩრდილოეთი საფრანგეთის ცენტრს, ბელგიის ცენტრს, ნიდერლანდების ჩრდილოეთ-აღმოსავლეთს და გერმანიის დასავლეთ ნაწილს. ალბელიუვისოლებზე ბუნებრივი მცენარეულობა წარმოდგენილია ტაიგით, ნიწვიანი და შერეული ტყით. სასოფლო-სამეურნეო გამოყენების შემზღუდავ ფაქტორებს მიეკუთვნება: გადიდებული მჟავიანობა, კვების ელემენტების შეზღუდული მარაგი, ნიადაგის დამუშავებასთან დაკავშირებული სიძნელეები, პროფილში ტენის სიჭარბე და აგრეთვე ჰავის თავისებურებანი – მოკლე საეგეტაციო პერიოდი და მკაცრი ზამთარი.

ალისოლები (Alisols) (ლათინური alumen – ალუმინი) ცალკე ჯგუფად ცოტა ხნის წინ გამოიყო. ისინი აერთიანებენ მჟავე ნიადაგებს მკვრივი, ლექით გამდიდრებული შუა ჰორიზონტით. გავრცელებულია ტენიან ტროპიკებში და სუბტროპიკებში და აგრეთვე ტენიანი და თბილი ჰავის რაიონებში. ამ პირობებისთვის დამახასიათებელი გამოფიტვის ინტენსიური პროცესები იწვევენ შრეობრივი სილიკატების მესრით 2:1 დაშლას და ალუმინის (შესაძლებელია მაგნიუმის) დიდი რაოდენობით განთავისუფლებას, რაც განაპირობებს მჟავე რეაქციას. ალისოლები გავრცელებულია ლათინურ ამერიკაში (ეკვადორი, ნიკარაგუა, ვენესუელა, კოლუმბია, პერუ (ანდების მთისწინები), ბრაზილია, ვესტ-ინდოეთში (კუნძულები: იამაიკა, მარტინიკა, სანტა-ლუჩია) და აგრეთვე დასავლეთ აფრიკაში, აღმოსავლეთ აფრიკის მაღალმთიანეთში, მადაგასკარზე და ავსტრალიის ჩრდილოეთზე. სუბტროპიკებში ალისოლები აღწერილი იყო ჩინეთში, იაპონიაში და აშშ ჩრდილო-აღმოსავლეთში. ხმელთაშუა ზღვის ქვეყნებში (იტალია, საფრანგეთი და საბერძნეთი) ალისოლები გვხვდება იშვიათად. ალისოლების სასოფლო-სამეურნეო გამოყენება შეზღუდულია, რაც დაკავშირებულია პროფილის ზედა ნანილში ტოქსიკური ალუმინის არსებობასთან და ზედა ჰორიზონტების სტრუქტურულ არამდგრადობასა და მათ ეროდირებასთან. ალისოლები ხშირად გამოიყენება საძოვრების ქვეშ.

ანდოსოლები (იაპონური *„An"* – შავი და *„Do"* – ნიადაგი) პირველად აღწერილი იყო იაპონიაში. ანდოსოლებს მიეკუთვნება ნიადაგები ვულკანურ ფერფლზე, ტუფებზე, პემზებზე და სხვა ეფუზურ ვულკანურ მასალაზე, ნანილობრივ სხვა სილიკატურ ნაფენზე, რომლებიც ფორმირდება გორაკიან და მთის რელიეფზე თერმული პირობების ფართო დიაპაზონში და სხვადასხვა მცენარეული თანასაზოგადოების ქვეშ. ფორული სუბსტრატის სწრაფი გამოფიტვა იწვევს მდგრადი ორგანულ-მინერალური ნაერთების დაგროვებას და სუსტად დაკრისტალიზებული მინერალების, კერძოდ, ალოფანების და იმოგოლიტების წარმოქმნას. ანდოსოლების კლასიფიცირების დროს ითვალისწინებენ დიაგნოსტიკურ ნიშნებს: „ვიტრიკ" და „ანდიკ". პირველისთვის დამახასიათებელია მინერალურ ნაწილში ვულკანური მინის სიჭარბე, ხოლო ანდიკის შემთხვევაში ნიადაგში მრავლად არის ალუმო-ჰუმუსოვანი კომპლექსები და ალოფანები. ანდოსოლების ზედა ჰორიზონტებს აქვთ მუქი ფერი, თიხნარი შემადგენლობა, ფხვიერი აგებულება და წვრილკოშტოვანი სტრუქტურა; ისინი გამდიდრებულია ჰუმუსით, რომელიც მჭიდროდ არის დაკავშირებული მინერალურ ნაწილთან. ამ ნიადაგებისთვის დამახასიათებელია თავისებური ფიზიკური თვისებები: მცირე მოცულობითი წონა, მაღალი მიკროფორიანობა (60-90 %) და წყალშეკავებითი უნარი, კოლოიდების მიდრეკილება შეუქცევადი დეჰიდრატაციისადმი, გადიდებული სტრუქტურული მდგრადობა, კოლოიდური ფრაქციის მცირე დისპერგირება, დაფანტვა გაშრობისას. ანდოსოლების ჯგუფი დიდია და ნაირგვარი. ისინი იკავებენ 110 მლნ ჰა-ზე მეტს (ხმელეთის ფართობის 1% ნაკლები) ძირითადში წყნარი ოკეანის სარტყლის ვულკანურ რეგიონებში. ანდოსოლები გვხვდება სხვადასხვა კლიმატურ და ლანდშაფტურ პირობებში, სხვადასხვა ქანზე, მათი ასაკი აგრეთვე ძლიერ მერყეობს. ანდოსოლების დიდი არეალები ცნობილია სამხრეთი და ცენტრალური ამერიკის დასავლეთ სანაპიროზე, კლდოვან მთებში, ალიასკაზე, იაპონიაში, ინდონეზიაში, ფილიპინებზე, პაპუა-ახალ გვინეაში და ახალ ზელანდიაში. ანდოსოლები ჭარბობენ წყნარი ოკეანის ზოგიერთ კუნძულზე: ფიჯი, ვანუათუ, ახალი კალედონია, სამოა და ჰავაები. აფრიკაში ანდო-

სოლები გავრცელებულია რიფული სისტემების გასწვრივ ეთიოპიაში, კენიაში, რუანდაში და აგრეთვე კამერუნსა და მადაგასკარზე. ანდოსოლები აგრეთვე გვხვდება ვესტ-ინდოეთში, კანარის კუნძულებზე, იტალიაში, საფრანგეთში, გერმანიაში და ისლანდიაში. ანდოსოლებს ხშირად თელიან ძალიან ნაყოფიერ ნიადაგებად მათში ადვილად გამოფიტვადი ვულკანური მინის და სხვა პირველადი მინერალების მაღალი შემცველობის და ორგანული ნივთიერების აზოტით, ფოსფორით და გოგირდით გამდიდრების გამო. ბუნებრივი მცენარეულობის ქვეშ და დაურღვეველ მდგომარეობაში ანდოსოლები გამოირჩევიან სტრუქტურულ მდგრადობასთან ერთად საკმაოდ მაღალი ფორიანობით. ყოველივე ეს უზრუნველყოფს ნალექების სწრაფ შეწოვას და ზღუდავს ეროზიის განვითარებას. მთავარი პრობლემაა ფოსფორის არაგაცვლითი ფიქსაცია, ნაკლებად – გადიდებული მჟავიანობა და ალუმინის ტოქსიკური ფორმების არსებობა.

ანტროსოლების (Antrosols) ქვეშ იგულისხმება ნიადაგები, რომლებშიც ანტროპოგენურმა ზემოქმედებამ იმდენად ძლიერად შეცვალეს საწყისი პროფილი, რომ ის პრაქტიკულად გახდა გამოუცნობი, ან საწყისი პროფილი დამარხულია ნაფენების ქვეშ, რომლებიც დაკავშირებულია ადამიანის საქმიანობასთან. გამოიყოფა რამდენიმე „ანტროპედოგენური პროცესი“: ღრმა ხვნა, ნაკელის შეტანა, უცხო მასალის მოხვედრა, მღვრიე წყლით მორწყვა, ბრინჯის ხანგრძლივი მოყვანა. ჩვეულებრივ, ანდოსოლები უკავშირდება ტერიტორიებს საკმაოდ ძველი მიწათმოქმედებით და ნებისმიერ ქანს. ადამიანის ზემოქმედება ხშირად იზღუდება ზედა პორიზონტით და ასეთი ჰორიზონტი გამოიყოფა, როგორც ანტროპოგენური. დაყრილ მასალაში ხშირად გვხვდება არტეფაქტები: აგურის და კერამიკის ნამტვრევები; ის დიდი რაოდენობით შეიცავს ფოსფორს. დამარხული ნიადაგები შეიძლება შენარჩუნებულ იქნეს გარკვეულ სიღრმეზე და ასახავდნენ ტერიტორიის ათვისებამდე არსებულ პირობებს. ანტროსოლების ქიმიური და ფიზიკური თვისებები საკმაოდ არაერთგვაროვანია. მაგრამ მათი გენეზისის მთავარი საერთო თვისებები დაკავშირებულია ორგანული ნივთიერების მდგომარეობასთან. მაშასადამე, ანტროპოგენური ჰორიზონტები საკმარისი ან დიდი რაოდენობით შეიცავენ ორგანულ ნახშირბადს. ანტროპოგენური ჰორიზონტების უმეტესი ნაწილი დიდი რაოდენობით შეიცავენ საკვებ ელემენტებს და გააჩნიათ კულტურული მცენარეებისთვის ხელსაყრელი ფიზიკური თვისებები (კარგად ფორმირებული სტრუქტურა, მაღალი ფორიანობა, მაღალი წყალშეკავებითი უნარი).

ნიადაგებზე ანტროპოგენური ზემოქმედება მკვეთრად გაძლიერდა უკანასკნელ ათწლეულებში, გახდა საყოველთაო და ინტენსიური. ანტროსოლები იკავებენ დასავლეთ ევროპაში დაახლოებით 0,5 მლნ ჰა (ძირითადად: ნიდერლანდებში, ბელგიაში, გერმანიაში, შოტლანდიაში, დიდ ბრიტანეთში და ირლანდიაში). სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში ანტროსოლების დიდი არეალები დაკავშირებულია ბრინჯის კულტურასთან.პატარა ნაკვეთები ანტროსოლებით შეიძლება მოიძებნოს მსოფლიოს ნებისმიერ ქვეყანაში. რადგანაც ანტროსოლების თვისებები ძლიერ მერყეობს, მათ უყენებენ სხვადასხვა მოთხოვნას. მათი გამოყენების ერთიანი შეფასება და რეკომენდაციები არ არსებობს.

არენოსოლები (ლათინური *arena* – ქვიშა) ქვიშიანი ნიადაგებია, ნიადაგური პროცესების სუსტი ან საშუალი გამოხატულებით. არენოსოლებზე წარმოდგენის საფუძველია მათი მსუბუქი გრანულომეტრული შედგენილობა (ქვიშა ან ქვიშნარი),

რაზედაც დამოკიდებულია მათი ყველა თვისება. ქვიშები – დედაქანი შეიძლება იყოს როგორც კვარცით მდიდარი ქანების გამოფიტვის, ისე აკუმულაციის შედეგი. ერთადერთი შესაძლებელი ჰორიზონტები შეიძლება იყოს „ოქრიკი" (ზედაპირული ჰორიზონტი, რომელიც მოკლებულია ღია ან სუსტი შეფერილობის მქონე წვრილმარცვლოვან მასალას) ან „ალბიკი" (ღია ჰორიზონტი, საიდანაც გამოტანილია ლექის ნაწილაკები და რკინის თავისუფალი ოქსიდები). სტრუქტურა ჩვეულებრივ არ აღინიშნება ან განვითარებულია ძალიან სუსტად. არენოსოლები განსხვავდებიან წყალგამტარობის და შეწოვის სისწრაფის მაღალი მაჩვენებლებით, ჰიდროლოგიური გამტარობით და დაბალი წყალშეკავების უნარით. ორგანული ნივთიერების, კვების ელემენტების და pH მაჩვენებლები ძლიერ მერყეობს (უკიდურესად დაბლიდან საშუალომდე), რადგანაც არენოსოლები გვხვდება სრულებით განსხვავებულ ბუნებრივ პირობებში. არენოსოლები მიეკუთვნება მსოფლიოში ყველაზე გავრცელებულ ნიადაგებს, ისინი იკავებენ დაახლოებით 900 მლნ ჰა, ე.ი. ხმელეთის ფართობის 7 % (ან 10 % განიავებული ქვიშების და მოძრავი დიუნების გათვალისწინებით). უდიდესი სივრცეები მძლავრი ეოლური ქვიშებით ცენტრალური აფრიკის პლატოზე ეკვატორსა და ს. გ. 30° შორის წარმოქმნიან ყველაზე დიდ ქვიშიან მასივს მსოფლიოში. ჩვეულებრივ მათ აერთიანებენ კალახირის ქვიშების სახელწოდებით. აფრიკაში ერცელი ქვიშიანი მასივები იმყოფება სახელის ზონაში და საქარას უდაბნოში, ავსტრალიაში – კონტინენტის ცენტრსა და დასავლეთ ნაწილში. არენოსოლები აგრეთვე გვხვდება ახლო აღმოსავლეთის უდაბნოებში და ჩინეთში. ქვიშიანი ზღვისპირა ვაკეები და დიუნები იკავებენ მცირე ფართობს, მაგრამ მათ აქვთ დიდი ეკონომიკური მნიშვნელობა. არიდულ ქვეყნებში არენოსოლები გამოიყენება ექსტენსიური მეცხოველეობისათვის. არენოსოლების სამიწათმოქმედო გამოყენების წარმატება როგორც მორწყვით, ისე უწყლოდ სემიარიდულ და სუბჰუმიდურ რაიონებში განისაზღვრება ნიადაგდაზოგვითი ტექნოლოგიების დაცვით. ტენიან ტროპიკებში საჭიროა არენოსოლების შენარჩუნება ბუნებრივი მცენარეულობის ქვეშ.

კალციოსოლები (ლათინური სიტყვიდან *calx* – კირი) წარმოადგენენ ნიადაგებს, რომლებშიც ხდება კალციუმის კარბონატების მნიშვნელოვანი აკუმულაცია. მეორადი (ახალქმნილები) კარბონატების აკუმულაცია განსხვავებულია გენეზისით: გამოტუტვა ზედა ჰორიზონტებიდან, დაგროვება კატენაზე ლატერალური მიგრაციით, კარბონატული მტვრის ეოლური დაგროვება, ხისტი გრუნტის წყლებით დატენიანება. კალციოსოლების მორფოლოგიური თავისებურებანი ძირითადში დამოკიდებულია კარბონატების აკუმულაციის ფორმებზე. კალციოსოლები ყოველთვის მაძღარია ფუძეებით. pH სიდიდეები მდებარეობენ ნეიტრალურ – სუსტ ტუტე არეში, ორგანული ნივთიერების შემცველობა დაბალია. კალციოსოლები მეტად გავრცელებული ნიადაგებია. მათი საერთო ფართობი უახლოვდება 1 მლრდ ჰა. ყველაზე ხშირად კალციოსოლები გვხვდება ხმელთაშუა ზღვის კლიმატის პირობებში და ორიენტ ნახევარსფეროს სემიარიდულ სუბტროპიკებში ქსეროფიტული ბუჩქნარების და ტყეების (ზოგჯერ ეფემერებით ქვედა იარუსში) ქვეშ. კალციოსოლები ჩვეულებრივ გამოიყენება ექსტენსიური ძოვებისთვის. მაქსიმალურ პროდუქტიულობას აღწევენ მორწყვის პირობებში. მიწათმოქმედებაში კალციოსოლების გამოყენების მალიმიტირებელ ფაქტორს წარმოადგენს ქვიანობა.

კამბისოლის (ლათინური სიტყვიდან – cambiare – *შეცვლა)* სახელწოდება მიუთითებს, რომ ნიადაგწარმოქმნა მდგომარეობს სტრუქტურის, შეფერილობის (გაყ-

ომრალება) შეცვლაში, ლექის შემცველობის ზრდაში, კარბონატების გამოტუტვაში პროფილის შუა ნაწილში. კამბისოლების ძირითადი დიაგნოსტიკური ნიშანია გამოფიტვის ჰორიზონტის არსებობა ნიადაგწარმოქმნის საწყისი მაჩვენებლებით. კამბისოლების საერთო მინერალოგიური, ფიზიკური და ქიმიური მახასიათებლების დადგენა შეუძლებელია, რადგანაც ისინი გვხვდება ნებისმიერ კლიმატურ პირობებში და ნებისმიერი მცენარეულობის ქვეშ. მაგრამ კამბისოლების უდიდესი ნაწილი შეიცავს მტვრიან და ქვიშიან ფრაქციაში თუნდაც ცოტა გამოფიტულ მინერალებს. კამბისოლებს აქვთ თიხნარი გრანულომეტრული შედგენილობა, მყარი სტრუქტურა, მაღალი ფორიანობა და წყალშენახვითი უნარი, კარგი შიდანიადაგური დრენაჟი. კამბისოლებს უმეტესად აქვთ ნეიტრალური ან სუსტად ნეიტრალური რეაქცია, მათთვის დამახასიათებელია ნიადაგური ფაუნის მაღალი აქტიურობა. კამბისოლები იკავებენ მსოფლიოში 1,5 მლრდ ჰა, ე.ი. მიეკუთვნება ყველაზე გავრცელებულ ნიადაგებს. ყველაზე მეტად ისინი არიან ზომიერად თბილ და ბორეალურ რაიონებში, რომლებმაც განიცადეს გამყინვარება პლეისტოცენში. მყინვარულ ოლქებთან კავშირი აიხსნება, ერთი მხრივ, დედაქანების ახალგაზრდობით, მეორე მხრივ – ნიადაგწარმოქმნის დაბალი სიჩქარით დაბალი ტემპერატურების და ზოგჯერ მზრალობით ჩრდილოეთ განედებში. ეროზიულ-აკუმულატიური ციკლები ხსნიან კამბისოლების კავშირს მთიან ტერიტორიებთან. არსებობს ზომიერად თბილი კლიმატის პირობებში კამბისოლების ფართო გავრცელების განსაკუთრებული მიზეზები. მათ მიეკუთვნება საშუალო ინტენსიურობის გამოფიტვა, დედაქანების თვისებების გამო თიხის მიგრაციის უქონლობა ან კლიმატის თავისებურებანი, რომლებიც ხელს არ უწყობენ გამოტანის პროცესებს, მაგალითად, ზაფხულის წვიმები (დასავლეთი და ცენტრალური ევროპა). არიდულ ქვეყნებში კამბისოლები ნაკლებად გვხვდება. უფრო ნაკლებად არიან ისინი გავრცელებული ტროპიკებსა და სუბტროპიკებში, სადაც ინტენსიური გამოფიტვა და ნიადაგწარმომქმნელი ქანების დიდი ასაკია უფრო წესი, ვიდრე გამონაკლისი. კამბისოლების გამოყენება ბევრად არის დამოკიდებული იმ კლიმატზე, სადაც ისინი არიან გავრცელებული, მაგრამ ძირითადში მათი თვისებები საკმაოდ ხელსაყრელია სოფლის მეურნეობის გაძღოლისთვის.

ჩერნოზემები (რუსული სიტყვიდან – черный – შავმიწები) – ნიადაგები მძლავრი შავი და მაღალჰუმუსიანი ზედა ჰორიზონტით განსაზღვრული იყო რუსეთში ვ. დოკუჩაევის მიერ 1883 წელს, როგორც კონტინენტალური ჰავის მაღალბალახა სტეპების „ზონალური“ ნიადაგები. ვრცელი ტერიტორიები, რომლებიც მდებარეობენ ზომიერ სარტყელში, ხასიათდება ცივი ან ძალიან ცივი ზამთრით და მოკლე ცხელი ზაფხულით. ჩერნოზემებისთვის დამახასიათებელია მძლავრი მაღალჰუმუსირებული ჰორიზონტი, რომელიც სიღრმით იცვლება ჰორიზონტით მეორადი კარბონატებით (რბილი მოთეთრო სეგრეგაციები) ან ლაქებით. ჩერნოზემებში ორგანული ნივთიერების მაღალი შემცველობა (4-16 %) ხსნის მაღალ ფორიანობას და წყალტევადობას. ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის აგრეგატები განსხვავდებიან მნიშვნელოვანი წყლის სიმკვრივით, რაც უზრუნველყოფს მორწყვის შესაძლებლობას. ჩერნოზემებს აქვთ ნეიტრალური რეაქცია, მაძღარია ფუძეებით, რომელთა შორის მკვეთრად ჭარბობს კალციუმი. მსოფლიოში ჩერნოზემებს უკავიათ 230 მლნ ჰა. ძირითადად გვხვდება შუა განედებში, ევრაზიის და ჩრდილოეთ ამერიკის სტეპებში. მძლავრი ტიპური ჩერნოზემები ითვლება მსოფლიოში ერთ-ერთ საუკეთესო ნიადაგად. ხელსაყრელი ფიზიკური და ქიმიური თვისებები, პირველ რიგში მაღალი

ფორიანობა და მისაწვდომი ტენის დიდი მარაგი, ორგანული ნივთიერებით და კვების ელემენტებით სიმდიდრე, pH ნეიტრალური მაჩვენებელი უზრუნველყოფს ჩერნოზემების მაღალ ნაყოფიერებას. ჩერნოზემებზე მოჰყავთ, ხორბალი, სიმინდი, ქერი და ბოსტნეული; მიწების ნაწილი გამოიყენება მეცხოველეობის პროდუქციის საწარმოებლად. ჩერნოზემების გამოყენების შესაძლებლობები იზღუდება გვალვებით მშრალ წლებში და სიმინდის მაღალი მოსაელის მისაღებად საჭიროა მორწყვა.

კრიოსოლები (ბერძნული სიტყვიდან kraios – სიცივე) მიეკუთვნება ნიადაგებს, რომლებშიც წამყვანი პროცესები კრიოგენურია. კრიოსოლები ფართოდაა ცნობილი, როგორც მზრალი ნიადაგები. კრიოსოლები გვხვდება სხვადასხვა ქანზე, მათ შორის მორენული, ეოლური, ალუვიური და დელუვიური ნაფენები. მცენარეულობა შეიძლება წარმოდგენილი იყოს როგორც ტუნდრებით მცენარეული საფრის სხვადასხვა სიხშირით, ისე წიწვიანი, შერეული და ფოთოლმცვენი ტყით. კრიოსოლებს აქვთ მუდმივი მზრალობა პროფილის ქვედა ნაწილში. მათი გენეზისი და თვისებები წარმოადგენენ ისეთი კრიოგენური პროცესების შედეგს, როგორიცაა: კრიოტურბაცია (მზრალური გადარევა), ამობურცვა (ნიადაგის მინერალური მასის შეცვლა), ბზარწარმოქმნა (მკვეთრი გაცივების დროს მინერალური გრუნტის სწრაფი შეკუმშვის შედეგი) და ყინულის წარმოქმნა ნიადაგში. გაყინვის-გალღობის ციკლები იწვევენ ზედა მინერალური ჰორიზონტების მარცვლოვანი, ფილიანი და ნესტიანი სტრუქტურის წარმოქმნას. ქვედა ჰორიზონტები, როგორც წესი, გამკვრივებულია, განსაკუთრებით, მძიმე ნიადაგებში. კრიოსოლები იკავებენ 180 მლნ კმ² არქტიკაში, ანტარქტიკაში, სუბარქტიკულ და ბორეალურ ოლქებში ცივი კონტინენტალური, ჰუმიდური, სუბჰუმიდური და სემიარიდული კლიმატის პირობებში. ისინი ფართოდაა გავრცელებული რუსეთში (100 მლნ ჰა), კანადაში (25 მლნ ჰა), ჩინეთში (19 მლნ ჰა), ალიასკაზე (11 მლნ ჰა) და მონღოლეთში. კრიოსოლების მცირე არეალები გვხვდება აგრეთვე ჩრდილოეთ ევროპის ქვეყნებში, გრენლანდიაში, ყინულისგან თავისუფალ ანტარქტიკული სანაპიროს მონაკვეთებზე. ჩრდილოეთ ამერიკის და ევრაზიის კრიოსოლები ძირითადად რჩება ბუნებრივი მცენარეულობის ქვეშ და გამოიყენება საძოვრებად.

დიურისოლებისთვის (ლათინური სიტყვიდან – durus – მყარი) დამახასიათებელია 1 მ ფარგლებში მყარი ჰორიზონტის – დიურიპენის ან მყარი კონკრეციებისგან შემდგარი შრის (ნოდული) არსებობა. დიურისოლები წარმოადგენენ ნიადაგებს კარგი შიდანიადაგური დრენაჟით, ჩვეულებრივ მსუბუქი გრანულომეტრული შედგენილობით, გავრცელებულს არიდული ან სემიარიდული კლიმატის პირობებში სილიკატურ ქანებზე. როგორც დიურიპენი (ნიადაგების მთლიანი, ძალიან მკვრივი ჰორიზონტი), ისე ცალკეული ნოდულების შრეები შეცემენტებულია მეორადი კაჟმიწით; დიურიპენის ნიმუშები, აღებული მშრალ მდგომარეობაში და რამდენიმე ხნით ჩაშვებული წყალში ან მარილმჟავაში, არ იშლება. დიურიპენის სიმძლავრე მერყეობს 30 სმ-დან 4 მ-მდე; ყველაზე ხშირად გვხვდება მცირე სიღრმეზე – 50 სმ ნაკლები. მცირე სიღრმეზე განლაგებული დიურიპენი ხელს უშლის ფესვების განვითარებას. დიურისოლები გავრცელებულია ავსტრალიაში, სამხრეთ აფრიკაში და აშშ. ნაკლებად ცნობილია ეს ნიადაგები ცენტრალურ და სამხრეთ ამერიკაში და კუვეიტში. დიურისოლები გამოსადეგია მხოლოდ ექსტენსიური მეცხოველეობისთვის. ეს ნიადაგები შეიძლება გამოყენებულ იქნენ მორწყვის დროს, ამასთან, საჭიროა დიურიპენების დაშლა და, შეძლებისდაგვარად, პროფოლიდან მოცილება.

ფერალსოლები (ლათინური სიტყვებიდან ferrum – რკინა და alumen – ალუმინიუმი) გამოირჩევა ნახევრად ჟანგეული ოქსიდების მაღალი შემცველობით. ფერალსოლებს მიეკუთვნება ნიადაგები ჰორიზონტით „ფერალიქ". ეს ჰორიზონტი წარმოადგენს ხანგრძლივი და ინტენსიური გამოფიტვის შედეგს. ამიტომაც ლექის ფრაქციაში ჭარბობენ მინერალები დაბალი ქიმიური აქტიურობით, მაშინ როდესაც, მტვრიან და ქვიშნარ ფრაქციებში – განსაკუთრებით მყარი მინერალები – კვარცი, ჰეტიტი, ჰემატიტი, ჰიბსიტი, რკინის, ალუმინის, მანგანუმის და ტიტანის ოქსიდები. ფერალსოლების დამახასიათებელ ფიზიკურ თვისებებს მიეკუთვნება მყარი, სუსტად ფორმირებული სტრუქტურა, მტვრის ლექთან ვინრო შეფარდება, გამოფიტვისადმი არამდგრადი მინერალების მცირე რაოდენობა. ფერალსოლებით დაკავებული საერთო ფართობი შეადგენს 750 მლნ ჰა. ფერალსოლები იკავებენ დიდ სივრცეებს ტენიან ტროპიკებში ძველ კრისტალურ ფარებზე სამხრეთ ამერიკაში (ბრაზილია) და აფრიკაში (კონგო, ცენტრალური აფრიკის რესპუბლიკის სამხრეთი, დასავლეთი ანგოლა, გვინეია და მადაგასკარის აღმოსავლეთი ნაწილი). ამის გარდა, ფერალსოლები გავრცელებულია ცხელ და ტენიან კლიმატში ფუძე-ქანებსა და მათ დერივატებზე სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში და წყნარი ოკეანის კუნძულებზე. ფერალსოლების ფიზიკური თვისებები უზრუნველყოფენ მიწათმოქმედებაში მათი გამოყენების კარგ შესაძლებლობას. დიდი სიმძლავრის, სტრუქტურიანობის და წყალგამტარობის გამო ეს ნიადაგები, ტროპიკების სხვა ნიადაგებთან შედარებით ნაკლებად განიცდიან ეროზიას. ფერალსოლების ქიმიური თვისებები არ არის ხელსაყრელი, გაცვლის ტევადობა დაბალია, ისე როგორც კვების ელემენტების მარაგი, რომელიც სწრაფად იხარჯება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანის დროს. მაგრამ ფერალსოლებზე მინათმოქმედების ყველაზე მწვავე პრობლემაა ფოსფორის არაგაცვლითი სორბცია (ფოსფატების >85 % მიუწვდომელია მცენარეებისთვის). ამჟამად ტროპიკული ტყეების უმეტესი ნაწილი განლაგებულია ფერალსოლებზე.

ფლიუვისოლები (Fluvisols) (ლათინური fluvius – მდინარე) აერთიანებენ ნიადაგებს, რომლებიც ფორმირდებიან ჭალებში და ალუვიურ ნაფენებზე. წარმოქმნის პირობები, პირველ რიგში, წყლებიდან შეწონილი ნაწილაკების დალექვა, იწვევს ალუვიური ნიადაგების დედაქანების შრეობრიობას. სწორედ სტრატიფიკაცია წარმოადგენს მთავარ ნიშანს, რომელიც განასხვავებს ფლიუვისოლებს სხვა ნიადაგებისგან. ჩვეულებრივ ის ადვილად განისაზღვრება გრანულომეტრული შემადგენლობით და ორგანული ნივთიერების შემცველობით. ფლიუვისოლები არ ამუღავნებენ ნათელ დიფერენციაციას ჰორიზონტებზე, მათში ნათლად აღინიშნება დაჟანგვის/აღდგენის ნიშნები და კარგად არის გამოხატული ზედა ჰორიზონტი. ქიმიური მახასიათებლებით ფლიუვისოლები არის მდიდარი ნიადაგები, მიახლოებული ნეიტრალურ რეაქციასთან. ზღვისპირა ფლიუვისოლებში შესაძლებელია დამლაშება და გაბიცობება, რაც ზღუდავს მათი გამოყენების შესაძლებლობას. არც ერთი ნიადაგწარმომქმნელი პროცესი, გარდა ორგანული ნივთიერების დაგროვებისა ზედა ჰორიზონტში, არ ტოვებს თავის კვალს ფლიუვისოლების პროფილში. 25 სმ ქვემოთ ახალგაზრდა ფლიუვისოლებში აღინიშნება მხოლოდ გალეება. ფლიუვისოლები გვხვდება ყველა კონტინენტზე და ნებისმიერ კლიმატში. მათი საერთო ფართობი შეადგენს 350 მლნ ჰა, ამასთან, ისინი შედარებით თანაბრად არიან განაწილებული. ამასთან ერთად, ფლიუვისოლების ყველაზე დიდი

არეალები გვხვდება შემდეგ რეგიონებში: მსხვილ დელტებში (განგ-ბრახმაპუტრა, ინდი, მეკონგი, მისისიპი, ნილოსი, ზამბეზი, ნიგერი, ვოლგა, ორინოკო, ლა-პლატა, პო, რეინი); დიდი და მცირე მდინარეების და ტბების გასწვრივ (ამაზონიის აუზი, განგის ვაკე, ტბა ჩადის ვაკეები, ბოლივიის და ჩრდილოეთ არგენტინის ალუვიური ჭაობები); ზღვისპირა ვაკეებზე (სუმატრა, კალიმანტანი, იავა). მუავე სულფატური ფლიუვისოლები იყო აღწერილი სამხრეთ-აღმოსავლეთი აზიის (ინდონეზია, ვიეტნამი, ტაილანდი), დასავლეთ აფრიკის (სენეგალი, ზამბია, გვინეა-ბისაუ, სიერა-ლეონე, ლიბერია) ზღვისპირა ვაკეებზე და აგრეთვე სამხრეთ ამერიკის ჩრდილოეთ-აღმოსავლეთი სანაპიროს განსწვრივ (ვენესუელა, გვიანა). მრავალ ჭალაში შენარჩუნებულია ბუნებრივი ჭაობის მცენარეულობა, კერძოდ, მანგრები ტროპიკული ზღვის სანაპიროების მიმოქცევით ზოლში. სასურველია მათი დატოვება ბუნებრივ მდგომარეობაში შეშის, თევზის ჭერის და ნადირობის შეზღუდული გამოყენებით. ფლიუვისოლები გამოიყენება, როგორც მდელოს საავარგულები ან როგორც სახნავები კულტურები ფართო სპექტრით. როგორც წესი, ფლიუვისოლები საკმაოდ ნაყოფიერია. სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში ფლიუვისოლებზე ხშირად მოჰყავთ ბრინჯი, რაც საკმაოდ მომგებიანია იმის გათვალისწინებით, რომ წელიწადში იღებენ სამ მოსავალს.

გლეისოლები (რუსული სიტყვიდან – глей – ბლანტი, გადატენიანებული მიწა) ან ნიადაგები ლების თვისებებით განიცდიან მუდმივ ან დროებით ჭარბ დატენიანებას გრუნტის წყლებიდან და მათში ვითარდება აღდგენითი პროცესები. ამ მიზეზით პროფილის ზედა ნაწილის ფერი არაერთგვაროვანია, ლაქობრივი (აერაციის პერიოდის არსებობისას), ან ჰორიზონტი იძენს ფერს, რომელიც განპირობებულია აღდგენითი პროცესებით. ლების თვისებები ვითარდება იმ პერიოდში, როდესაც ნიადაგი სრულად არის გაჯერებული წყლით. ეს პერიოდი უნდა იყოს საკმარისად ხანგრძლივი, რათა შესაძლებელი იყოს აღდგენითი პროცესების განვითარება: ტროპიკებში ეს შეიძლება იყოს რამდენიმე დღე, ხოლო სხვა რაიონებში – რამდენიმე კვირა. აღდგენით პირობებში მყოფ ნიადაგურ მასალას წყალმაძღარ მდგომარეობაში აქვს ძირითადი მასის ლების შეფერილობა (თეთრიდან შავამდე და ცისფერიდან მწვანემდე). დაჟანგვითი ნიშნები მჟღავნდება დაჟანგვითი და აღდგენითი პირობების მონაცვლეობისას. დაჟანგვის მდგომარეობის ნიშნებს მიეკუთვნება შეფერილობის ლაქიანობა. გლეისოლები ფორმირდებიან დადაბლებებში, ველების ფსკერებზე და იმყოფებიან გრუნტის წყლების მუდმივი გავლების ქვეშ. ისინი არსებითად განსხვავდება ეკოლოგიით და სამეურნეო გამოყენების შესაძლებლობებით. გლეისოლები განსხვავდება ზომიერი ნაყოფიერებით, რომელიც დაკავშირებულია მათ ქიმიურ თვისებებთან, საშუალო და მძიმე გრანულომეტრულ შემადგენლობასთან და მდგომარეობით გეოქიმიური ჩამონადენის პროდუქტების აკუმულაციის ოლქში. ორგანული ნარჩენების დაშლა ნელა მიმდინარეობს. გლეისოლები, როგორც აზონალური ნიადაგები, გვხვდება ნებისმიერ კლიმატურ პირობებში – ჭარბტენიდან არიდულებამდე. ისინი იკავებენ 720 მლნ ჰა. გლეისოლების ყველაზე მსხვილი არეალი იმყოფება ბორეალურ ოლქებში – დაახლოებით 200 მლნ ჰა. გლეისოლები იყო აღმოჩენილი ტროპიკებში – ამაზონიაში, ეკვატორიულ აფრიკაში და სამხრეთ-აღმოსავლეთი აზიის სანაპირო რაიონებში. გლეისოლები ყველაზე ხშირად იმყოფება ბუნებრივი ჭაობის მცენარეულობის ქვეშ ან გამოიყენება საძოვრებად. ტროპიკებსა და სუბტროპიკებში გლეისოლებზე ხშირად მოჰყავთ ბრინჯი. ნიადაგები ხე-

ლოენური დრენაჟით წარმატებით გამოიყენება მიწათმოქმედებაში, სარძევე მეცხოველეობაში და მებაღეობაში. გლეისოლების გამოყენების ერთ-ერთი პრობლება უკავშირდება სასოფლო-სამეურნეო და სხვა სახის ტრანსპორტის გადაადგილების მოუხერხებლობას.

გიპსისოლებს (ბერძნული სიტყვიდან – Gipsios – თაბაშირი) მიეკუთვნება ნიადაგები თაბაშირის ($CaS0_4.2H_20$) ახალქმნილების შესამჩნევი აკუმულაციით. გიპსისოლები უკავშირდება ყველაზე მშრალ ტერიტორიებს არიდულ ქვეყნებში. გიპსისოლების მთავარი თავისებურებაა გიპსიკის ჰორიზონტის არსებობა. ის შეიცავს მეორადი თაბაშირის აკუმულაციას. თაბაშირის წყაროს წარმოადგენენ თაბაშირშემცველელი ქანები, რომლებიც იფიტებიან, თაბაშირის მტვერი, გრუნტის წყლები და კალციუმის სულფატის შემცველელი ზედაპირული ჩამონადენის წყლები. გამოიყოფა თაბაშირის ახალქმნილებების 5 მორფოლოგიური ფორმა: 1) ფსევდომიცელიუმი, 2) კომპაქტური მტვრიანი თაბაშირი, 3) მსხვილკრისტალური თაბაშირი, 4) ძლიერ შეცემენტებული თაბაშირიანი ქერქი და 5) პოლიგონალური თაბაშირიანი ქერქი. ნიადაგის ფერი დამოკიდებულია თაბაშირის შემცველობაზე. მისი მაქსიმალურად შესაძლებელი რაოდენობის შემთხვევაში (დაახლოებით 90 %) ნიადაგი ხდება მოთეთრო. გრანულომეტრული შემადგენლობა ძლიერ იცვლება სხვადასხვა დედაქანებზე. მდინარეულ ტერასებზე გიპსისოლები შეიცავენ წვრილ კენჭებს. გიპსისოლები გავრცელებულია ოლქებში არიდული ჰავით. მსოფლიოში მათი ფართობი უახლოვდება 90 მლნ ჰა. ისინი ვითარდება არიდული ტერიტორიების ყველაზე მკაცრ ნაწილებში: იემენის და სომალის, ჩრდილოეთ ერაყის და სირიის, ნამიბიის და ლივიის, სამხრეთ და ცენტრალური ავსტრალიის, აშშ სამხრეთ-დასავლეთის უდაბნოებში. გიპსისოლები ხშირად გვხვდება კალცისოლებთან ერთად უზბეკეთსა და ყაზახეთში. გიპსისოლები ძირითადში გამოიყენება საძოვრების ქვეშ. ნიადაგები წარმოადგენენ ინტერესს რელიეფის ახალგაზრდა ფორმებზე (ჭალებში, დაბალ მდინარეულ ტერასებზე, დელუვიურ შლეიფებზე, მთათაშორის ქვაბულებსა და დეპრესიებში) ზედა 30 სმ 10% ნაკლები თაბაშირის შემცველობის შემთხვევაში.

ჰისტოსოლები (ბერძნული სიტყვიდან – histos – ქსოვილი) აერთიანებენ მრავალ ნიადაგს ორგანულ (ტორფიან და ნეშომპალა) დედაქანზე და აგრეთვე ტენიანი ტროპიკების მანგრის და ჭაობიანი ტყეების ნიადაგებს. ჰისტოსოლები გამოიყოფა „ჰისტიკ" ჰორიზონტის არსებობით, რომელიც ფორმირდება ორგანულ სუბსტრატში (ე.ი., ძირითადში, ტორფში), რის გამოც მისი ფიზიკური, ქიმიური და მექანიკური თვისებები მკვეთრად განსხვავდება მინერალური ნიადაგური ჰორიზონტების თვისებებისგან. ნიადაგი ფორმირდება ჭარბტენიან პირობებთან კარგად შეგუებული მცენარეულობით პროდუცირებული ორგანული ნივთიერების დაგროვების შედეგად. ორგანული ნარჩენების გარდაქმნის ბიოქიმიური პროცესები დამუხრუჭებულია დაბალი ტემპერატურებით და/ან ხანგრძლივი დატბორვით, მაღალი მჟავიანობით და გარემოს ოლიგოტროფულობით და/ან ელექტროლიტების ან ორგანული ტოქსინების დიდი რაოდენობით არსებობით. ორგანული ნივთიერების გახრწნის სისწრაფე ძლიერ ვარირებს და წარმოადგენს ჰისტოსოლების გაყოფის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან კრიტერიუმს. ჰისტოსოლების მინერალური კომპონენტის შემადგენლობა ალბათ ნაკლებად ახდენს გავლენას მათ თვისებებზე, გამოყენების შესაძლებლობებსა და პერსპექტივებზე. ფართობი, რომელსაც იკავებენ ჰისტოსოლები, მსოფლიოში შეადგენს 325-375 მლნ ჰა, დაახლოებით ნახევარი მოდის

ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ბორეალურ, სუბარქტიკულ და არქტიკულ ზონებზე და მხოლოდ 1/10 შეადგენს ტროპიკული დაბლობების ჭაობები. ჰისტოსოლები ქმნიან ფონს ცენტრალური კანადის, ჩრდილოეთ ფინეთის, დასავლეთ შოტლანდიის და დასავლეთ ციმბირის ნიადაგურ საფარში. ჩვეულებრივ ჰისტოსოლები შეხამებულია სხვა, სუსტად დრენირებულ ნიადაგებთან, მაგალითად, გლეისოლებთან ალიასკასა და რუსეთის ჩრდილოეთში. ტყის მუავე ჭაობების დაახლოებით 20 მლნ ჰა გარს აკრავს ზონდის სრუტეს სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში, მცირე მასივები უკავშირდება დელტებს, მაგალითად, ორინოკოსა და მეკონგის. ჰისტოსოლების თვისებები, მათი გამოყენების ხერხები და პერსპექტივები განისაზღვრება, სხვასთან ერთად, ორგანული მასალის ხასიათით (სტრატიფიკაცია, გახრწნის ხარისხი, ბოტანიკური შემადგენლობა, შენების სიმკვრივე, მერქნიანი ფრაგმენტების შემადგენლობა), ჭაობის ტიპით (მაღლივი, დაბლივი) და აგრეთვე ზედაპირის მდგომარეობით არსებული და მომავალი ჰიდროქსელის მიმართ. ჰისტოსოლების გამოყენების მიმართულება და ტექნოლოგია ბევრად განისაზღვრება ისეთი სპეციფიკური თვისებებით, როგორიცაა მცირე მოცულობითი მასა და წინაღობა შეკუმშვისადმი (რაც წარმოადგენს შეზღუდვას ტრანსპორტის მოძრაობისას და ხეების ფესვების არასაკმარისად მდგრადი დამაგრება), დაშრობის შედეგად ორგანული ნივთიერების სწრაფი მინერალიზაცია. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ქვეშ ათვისებისას საჭიროა მოკირიანება და სასუქების შეტანა.

კასტანოზემები (ლათინური სიტყვიდან – castanea – წაბლი და რუსული – зем – მიწა) წარმოადგენენ კონტინენტური ჰავის დაბალბალახოვანი სტეპების ზონალურ ნიადაგებს. კასტანოზემები განსხვავდებიან ჩერნოზემებიდან (შავმინებისგან) ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ნაკლები სიმძლავრით, უფრო ღია შეფერილობით და კარბონატების უფრო აქტიური აკუმულაციით. კასტანოზემები ფორმიდებიან სტეპების ზონის ყველაზე თბილ და მშრალ ნაწილებში. ბუნებრივი მცენარეულობა წარმოდგენილია ხორბლოვანი თანასაზოგადოებებით ვეგეტაციის მოკლე ციკლით, რომელიც პროდუცირებს ფესვთა მასის 3-დან 4- ტ/ჰა (მშრალი წონა). ფესვთა მასის ნახევარი მოდის ზედა 25 სმ, რაც იწვევს მუქი ყომრალი „მოლიკის„ (ლათინ. mollis – რბილი, სტრუქტურული მუქი ზედაპირული ჰორიზონტი ფუძეებით მაძღრობის მაღალი ხარისხით და ორგანული ნივთიერების საშუალოდან მაღალ შემცველობამდე) ჰორიზონტის წარმოქმნას 2-4 % ორგანული ნივთიერების შემცველობით. არ არის გამორიცხული პროფილის ქვედა ჰორიზონტებსა და დედაქანებში თაბაშირის ცალკეული კრისტალების არსებობა. არეს რეაქცია ნეიტრალურიდან სუსტ ტუტემდეა, რაც აიხსნება „მოლიკ“ ჰორიზონტის ქვედა ნაწილში და უფრო ღრმად, მათ შორის დედაქანში, რბილი ფხვნილისებრი კარბონატული ახალქმნილებების არსებობით. კასტანოზემები ყოველთვის მაძღარია ფუძეებით. მათი გამოყენების მთავარ მალიმიტირებელ ფაქტორებს მიეკუთვნება წყლის- და ქარისმიერი ეროზია. კასტანოზემების ფართობი შეადგენს 465 მლნ ჰა; ისინი ფორმირდებიან დაბალბალახოვანი სტეპების (რუსეთის სამხრეთი ნაწილი, მონღოლეთის ცენტრი), ჩრდილოეთი ამერიკის (კანადის სამხრეთიდან ტეხასამდე და მერე მექსიკამდე) დაბალბალახოვანი პრერიების ქვეშ. სამხრეთ ამერიკაში კასტანოზემები გვხვდება ჩრდილოეთ არგენტინის და გრან-ჩაოს პამპებში და აგრეთვე პარაგვაისა და სამხრეთ ბოლივიაში. კასტანოზემებს გააჩნიათ მაღალი პოტენციალური ნაყოფიერება. ისინი იზღუდება სავეგეტაციო პერიოდში ნიადაგში წყლის უკმარისობით, მაგრამ მორწყვის

გამოყენება იძლევა ამ პრობლების წარმატებით გადაწყვეტის საშუალებას. კასტანოზემებზე ხშირად ეწევიან მომთაბარე მეცხოველეობას. იმის გათვალისწინებით, რომ მცენარეული საფარი შეკრული არ არის, საჭიროა საძოვრების დატვირთვის ძლიერი კონტროლი, რათა არ მოხდეს გადაძოვება.

ლეპტოსოლები (ბერძნული სიტყვიდან leptos – თხელი) წარმოადგენენ აზონალურ ნიადაგების ჯგუფს არასრული პროფილით მყარ ქანებზე, რომლებიც დიდი რაოდენობით შეიცავენ სხვადასხვა ხარისხით გამოფიტულ ქანების ნამტვრევებს. ლეპტოსოლებს მიეკუთვნება ნიადაგები, რომელთა პროფილის სუსტი განვითარების მიზეზი შეიძლება იყოს: 1) მყარი ქანის ახლო განლაგება – ზედაპირიდან 25 სმ ფარგლებში; 2) იმავე მოცულობაში (ზედა 25 სმ ფარგლებში) მყარი კარბონატული ქანების დიდი რაოდენობით არსებობა; 3) ნიადაგური პროფილის (მისი დიდი სიმძლავრის პირობებში) მაღალი ხირხატიანობა. ლეპტოსოლები შეიძლება განვიხილოთ ან როგორც ნიადაგწარმოქმნის პირველი სტადიის ნიადაგები, ან როგორც ძლიერი ეროზიის პროდუქტი. ლეპტოსოლებს მიეკუთვნება ყველა მცირე სიმძლავრის ნიადაგები ან ძლიერქვიანი ნიადაგები, ე.ი. ნიადაგები, რამლებიც განლაგებულია მყარ ქანზე ან ქანზე, რომელიც შეიცავს 20 % ნაკლებ წვრილმიწას. ლეპტოსოლების დიაგნოსტიკა ეფუძნება იმას, რომ გარკვეული სიღრმის ფარგლებში არ აღინიშნება თვისებები, რომლებიც დამახასიათებელია სხვა ჯგუფის ნიადაგებისთვის. ლეპტოსოლების ქიმიური, ფიზიკური და ბიოლოგიური თავისებურებანი ბევრად არის დამოკიდებული დედაქანზე. როგორც კრიოსოლები, ლეპტოსოლები წარმოადგენენ დედამიწაზე მეტად გავრცელებულ ნიადაგებს და მათ მიერ დაკავებული ფართობი უახლოვდება 1655 მლნ ჰა. ისინი გვხვდება ყველგან, ტროპიკებიდან პოლიარულ ტუნდრებამდე, ზღვის სანაპიროებიდან მაღალმთიანეთამდე. ლეპტოსოლები გაბატონებულია მთის ყველა სისტემაში, ყველაზე მეტად კი აზიის და სამხრეთ ამერიკის მთებში და აგრეთვე საჰარასა და არავიის უდაბნოებში, ნახევარკუნძულ უნგავაში ჩრდილოეთ კანადაში და ალიასკის მთებში. ამის გარდა, ლეპტოსოლები გვხვდება გამოფიტვისადმი მდგრად მთის ქანებზე, თუ ეროზიის ტემპები უახლოვდება ნიადაგწარმოქმნის ტემპებს, მაგალითად, კლდიან გაშიშვლებებზე და ძალიან ციცაბო ფერდობებზე, სადაც ნიადაგურ შრეს აქვს მინიმალური სიმძლავრე. ყველაზე მეტად გავრცელებულია ლეპტოსოლები, რომელთა პროფილის სიმძლავრე 10 სმ ნაკლებია. ლეპტოსოლები აგრეთვე გვხვდება ძლიერ ეროზირებულ ზედაპირზე, სადაც საწყისი ნიადაგი განადგურებულია ეროზიით. ლეპტოსოლები შეიძლება გამოყენებულ იქნენ ძოვებისთვის ტენიან სეზონში და როგორც ტყის მინები. ლეპტოსოლებს მრავალი შეზღუდვა გააჩნიათ მინათმოქმედებაში გამოსაყენებლად, მაგრამ ხეები კარგად გრძნობენ თავს, თუმცა გასამაგრებლად მათ ფესვებს უხდებათ ღრმად ნაპრალებში შეღწევა.

ლიკისოლები (ლათინური სიტყვიდან lixivia – ნივთიერებების გამორეცხვა) წარმოადგენენ ძლიერ გამოფიტულ ნიადაგებს, რომლებშიც ხდება თიხის გამოტანა ელუვიური ჰორიზონტიდან და მისი აკუმულაცია ჰორიზონტ „არჯიკში", სადაც ჭარბობენ თიხამინერალები დაბალი ქიმიური აქტივობით, მაგრამ ფუძეებით მაძღრობის ზომიერი და მაღალი ხარისხით. ლიკისოლები დიაგნოსტირდება თიხის აკუმულაციით ჰორიზონტ „არჯიკში" ქიმიურად დაბალპროდუქტიულ თიხასთან შეხამებაში ფუძეებით ზომიერი ან მაღალი მაძღრობის ხარისხით. ფუძეებით გადიდებული მაძღრობა განსაზღვრავს უკეთეს სტრუქტურიანობას. ლიკისოლებს აქვთ მცირე

სიმძლავრე და ორგანული ნივთიერების დაბალი შემცველობა. ლიკსისოლები ძირითადად გვხვდება სეზონურ-ტენიან ტროპიკებში, სუბტროპიკებში და ზომიერად თბილი კლიმატის პირობებში, აგრეთვე ოლქებში მტვრის ხშირი ეოლური დაგროვებით, პლეისტოცენურ და უფრო ძველ ზედაპირებზე. ლიკსისოლების ფართობი შეადგენს 435 მლნ ჰა, ამასთან, მათი არეალის ნახევარი მოდის აფრიკაზე და დაახლოებით მეოთხედი – სამხრეთ და ცენტრალურ ამერიკაზე, დანარჩენი – ინდოეთსა და ავსტრალიაზე. ლიკსისოლებზე ბუნებრივ მცენარეულობას წარმოადგენს სავანები და გაიშვიათებული ფოთოლმცვენი ტყეები, სადაც ხშირად ხდება საქონლის ნაკლებად ინტენსიური ძოვება. ლიკსისოლებზე უმჯობესია მრავალწლიანი კულტურების მოყვანა. ორგანული ნივთიერების მარაგის შესანარჩუნებლად რეკომენდებულია ერთწლიანი კულტურების მორიგეობა და საძოვრების გაუმჯობესება.

ლუვისოლები (ლათინური სიტყვიდან eluviere – რეცხვა, გამორეცხვა) ხასიათდება თიხის გამორეცხვით პროფილის ზედა ნაწილიდან, რაც იწვევს მათ გაღარიბებას ლექით და მისი დაგროვებით პროფილის შუა ნაწილში. ლუვისოლები ხასიათდება საშუალოდ და მაღალაქტიური თიხის არსებობით და ფუძეებით მაღალი მაძღრობით. ლუვისოლები გამოირჩევა ტექსტურული დიფერენციაციით და ფუძეებით მაძღრობით. ლუვისოლები ჩვეულებრივ კარგად დრენირებულია. ეს ნიადაგები იკავებენ 500-600 მლნ ჰა, სადაც შედის ცენტრალური და დასავლეთ ევროპის, აშშ ჰუმიდური და სუბჰუმიდური ზომიერად თბილი რაიონების უმეტესი ნაწილი, ხმელთაშუა ზღვა და სამხრეთ ავსტრალია. სუბტროპიკებსა და ტროპიკებში ლუვისოლები დაკავშირებულია ახალგაზრდა ზედაპირებთან. ლუვისოლების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები ხელსაყრელია მრავალი სასოფლო-სამეურნეო კულტურის საწარმოებლად იმ შემთხვევაში, თუ მოხდება ჭარბი ტენის ხელოვნური მოცილება. ზომიერი კლიმატის ლუვისოლებზე მოჰყავთ წვრილმარცვლოვანი ხორბლოვნები, შაქრის ჭარხალი და საკვები კულტურები, ფერდობებზე აშენებენ ბაღებს, ტყეებს და აძოვებენ საქონელს.

ნიტისოლები (ლათინური სიტყვიდან nitidus – ბრჭყვიალა) წარმოადგენენ ნიადაგებს მძლავრი, კარგად განვითარებული და დრენირებული პროფილით, კარგად გამოხატული კაკლოვანი ან ბლოკური სტრუქტურით, რომლებშიც ნათლად შეიმჩნევა ბზინვა წახნაგებზე. პროფილს აქვს მკრთალი წითელი ან მუქი წითელი ფერი, მძიმე გრანულომეტრული შედგენილობა. ამ ნიადაგებისათვის დიაგნოსტიკურია ჰორიზონტი „ნიტიკი", რომელიც მოიცავს სამ მაჩვენებელს: 1) ლექის შემცველობა არ უნდა იყოს 30 % ნაკლები; 2) სტრუქტურა უნდა იყოს კარგად გამოხატული. ის შეიძლება იყოს კაკლოვანი ან ბლოკური: 3) ნანიბურები უნდა იყოს ბრტყელი და ამა თუ იმ ხარისხით ბრწყინვალე. ნიტისოლები ძალიან ფხვიერია ან მომკვრივო ტენიან მდგომარეობაში, ტენის სიჭარბის დროს, ხდებიან ბლანტი და პლასტიკური, გამოშრობისას ხდებიან მყარი. ორგანული ნივთიერების რაოდენობა ძლიერ მერყეობს, ისევე, როგორც pH-ის მნიშვნელობა (მჟავედან ნეიტრალურამდე). ყველა ნიტისოლის საერთო ნიშანია თიხამინერალებში თიხების სიჭარბე დაბალი ქიმიური აქტივობით. ნიტისოლებით დაკაებული ფართობი აჭარბებს 200 მლნ ჰა, ამასთან, ნახევარზე მეტი მოდის აღმოსავლეთ აფრიკაზე. ნიტისოლები გავრცელებულია ეთიოპიაში, კენიაში, ჩრდილოეთ ტანზანიაში, აღმოსავლეთ ზაირში. სხვა კონტინენტებზე ნიტისოლები ცნობილია სამხრეთ ბრაზილიაში, მეზოამერიკაში, კუბაზე და სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში (იავა, ფილიპინები). ნიტისოლები მიეკუთვნება

ტროპიკების ყველაზე ნაყოფიერ ნიადაგებს. მძლავრი პროფილი მაღალი წყალგამტარობით და მდგრადი სტრუქტურა უზრუნველყოფენ ფესვების ღრმად შეღნევას და მცირე ეროზირებას. ისინი მარტივია დამუშავებაში, კარგად დრენირებულია, გააჩნიათ საკმარისი წყალშეკავებითი უნარი. ყოველივე ეს, ხელსაყრელ ქიმიურ თვისებებთან, ადვილად გამოფიტვად მინერალებთან და ზომიერ ჰუმუსირებასთან ერთად, განაპირობებს მათ მაღალ პროდუქტიულობას. ნიტისოლებზე ჩვეულებრივ განლაგებულია ყავის და კაკაოს, კაუჩუკის ხეების პლანტაციები, მცირე ფერმებზე მოყავთ ანანასი.

ფაიოზემები (ბერძნული სიტყვიდან Phaeos – მუქი და რუსული – зем – მიწა) ორგანული ნივთიერებით მდიდარი მუქი ფერის ნიადაგებია. ფაიოზემები დაკავშირებულია ზომიერად კონტინენტური კლიმატის ბალახა და ტყის თანასაზოგადოებებთან. ისინი დამახასიათებელია სტეპის ზონის (და პრერიების) ტენიანი და თბილი ნაწილებისთვის, ე.ი. სხვა სტეპის ნიადაგებთან შედარებით ისინი იღებენ მცენარეული ნარჩენების დიდ მოცულობას. ზედა ჰორიზონტებისთვის დამახასიათებელია კარგი აერაცია, მდგრადი სტრუქტურა. ისინი შეიცავენ კვების მრავალ ელემენტს და წარმოადგენენ შესანიშნავ ნიადაგებს მიწათმოქმედებისთვის, თუმცა მშრალ სეზონში აღინიშნება ტენის მცირე დეფიციტი. ზოგჯერ პროფილის შუა ნაწილში აღინიშნება თიხის სუსტი დაგროვება. მსოფლიოში ფაიოზემების საერთო ფართობი შეადგენს 190 მლნ ჰა. ფაიოზემების ყველაზე დიდი არეალი – აშშ ცენტრალური ველები და დიდი ვაკეების აღმოსავლეთი განაპირა მხარე (დაახლოებით 70 მლნ ჰა) – მდებარეობს ზომიერ სარტყელში. მეორე მსხვილი არეალი (თითქმის 50 მლნ ჰა) მდებარეობს არგენტინის პამპების ტენიან ნაწილში და ურუგვაიში, სუბტროპიკულ სარტყელში. მესამე არეალი (18 მლნ ჰა) იკავებს ტენიან ზოლს სემიარიდული ტერიტორიების პერიფერიაზე ჩინეთის ჩრდილოეთ-აღმოსავლეთში. ამის გარდა, ფაიოზემების დიდი ფართობები დაკავებულია ცენტრალურ რუსეთში. ცალკეული მცირე არეალები გვხვდება ცენტრალური ევროპის ცენტრსა და სამხრეთ-აღმოსავლეთში: უნგრეთში დუნაის გასწვრივ და მეზობელ ქვეყნებში (9 მლნ ჰა). შესანიშნავი ფიზიკური და ქიმიური თვისებები, განსაკუთრებით წყალმაგარი სტრუქტურა, მაღალი ფორიანობა და მისაწვდომი ტენის დიდი მარაგი, ორგანული ნივთიერების გადიდებული შემცველობა, საკვები ელემენტებით შედარებითი სიმდიდრე, ფუძეებით მაძღრობის საშუალო და მაღალი ხარისხი განსაზღვრავს ფაიოზემების ძალიან მაღალ ნაყოფიერებას. ზომიერად თბილ და სუბტროპიკულ კლიმატურ სარტყლებში ფაიოზემებზე იღებენ სიმინდის, სოიოს და ბოსტნეულის მაღალ მოსავალს მორწყვის გარეშე. გრილ კლიმატში მოჰყავთ ხორბალი, ქერი და ბოსტნეული. ფაიოზემებზე აწყობენ გაუმჯობესებულ საძოვრებს. მალიმიტირებელ ფაქტორებს მიეკუთვნება პერიოდული გვალვა, ქარისმიერი და წყლისმიერი ეროზია.

პლანოსოლები (ლათინური სიტყვიდან *Planus* – ბრტყელი) ხასიათდება მოთეთრო ღია ელუვიური ჰორიზონტით, რომელიც მკვეთრად იცვლება მყარით, ჰორიზონტების კონტაქტზე ლექის შემცველობის ნახტომისებრი შემცველობის ზრდით. პლანოსოლი – ნიადაგი, მტვრიანი თიხნარი ზედა ჰორიზონტით ან მცირე სიმძლავრის მეორე რიგით უფრო მსუბუქი ჰორიზონტით პერიოდული გადატენიანების აუცილებელი ნიშნებით, რომელიც გადადის მყარ ჰორიზონტში. დამახასიათებელია მკვეთრი ტექსტურული საზღვარი, ე.ი. მკვეთრი ნახტომი ლექის შემცველობაში, რაც ინვევს დროებით გადატენიანებას. პლანოსოლები ჩვეულებრივ გვხვდება

სწორ ზედაპირებზე (პლატო), დამრეც და სწორ ფერდობებზე, მდინარეების ვე-ლებსა და დელტებში, წყალმოვარდნის გარეშე პერიოდულად გადიდებული დატე-ნიანებისას, თიხიან ალუვიონზე ან დელუვიონზე მეჩხერი ტყეების და მდელოების ქვეშ. მკვეთრი ტექსტურული საზღვარი მოთეთრო და ქვედა ჰორიზონტს შორის უკავშირდება „ფეროლიზის“ პროცესს, რომელიც გულისხმობს თიხამინერალების პროგრესულ დაშლას დატენიანების და დაშრობის რეჟიმების ცვლის შედეგად. მსოფლიოში პლანოსოლები იკავებენ 130 მლნ ჰა. პლანოსოლები ყველაზე ხშირად გვხვდება ლათინურ ამერიკაში, არგენტინიდან სამხრეთ ბრაზილიამდე, სამხრეთ და აღმოსავლეთ აფრიკაში და აგრეთვე ავსტრალიაში. ლოკალურად პლანოსოლები გამოვლენილ იქნა სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში (ბანგლადეშიდან ვიეტნამამდე), აღმოსავლეთ აშშ და აფრიკაში. ბუნებრივი მცენარეულობა წარმოდგენილია მდე-ლოს თანასაზოგადოებებით, ბუჩქებით ან ხეებით არაღრმა ფესვთა სისტემებით, რომელიც მისადაგებულია ჭარბ ტენიანობასთან, რომელიც პერიოდულად იქმნება ელუვიურ ჰორიზონტში. მშრალი და ტენიანი პერიოდების ცვლა აძნელებს მშრა-ლი სეზონების კულტურების მოყვანას. ამის გარდა, მინათმოქმედებისთვის შეზ-ღუდვას წარმოადგენს თავისუფალი ალუმინის მაღალი შემცველობა, ჟანგბადის უკმარისობა ტენიან სეზონში. პლანოსოლებზე დანერგილია ექსტენსიური მეცხ-ოველეობა, სატყეო მეურნეობის გაძღოლა ეფექტური არ არის. ზომიერ კლიმატში პლანოსოლებზე აწარმოებენ საკვებ ბალახებს, იშვიათად, ხორბალსა და შაქრის ჭარხალს, ხოლო ტროპიკებსა და სუბტროპიკებში – ბრინჯს.

პლინტოსოლები (ბერძნული სიტყვიდან *Plintos* – აგური) წარმოადგენენ ნიად-აგებს, რომლებიც ზედაპირიდან მცირე სიღრმეზე შეიცავენ მყარ „პლინტიტს“, „პეროპლინტიტს“ ან „პიზოლიტს“. პლინტიტი წარმოადგენს რბილ ლაქებიან სუბ-სტრატს, რომელიც წარმოადგენს კაოლინიტური თიხების და ინტენსიური გამოფიტ-ვის (მაგალითად, ჰიბსიტის) სხვა პროდუქტებთან ნარევს კაჟმიწასთან, რომელიც დიდი რაოდენობით შეიცავს რკინის და მანგანუმის ოქსიდებს. პლინტიტი მდებარე-ობს პროფილში მცირე სიღრმეზე და დაშრობის და დატენიანების ციკლების ხშირი მონაცვლეობისას შეუქცევად მაგრდება და გადაიქცევა მყარ შრედ – პიზოლიტად. პლინტოსოლებში ჩვეულებრივ არსებობს რკინის წარმონაქმნის ორი ტიპი: 1) პლინ-ტიტი – კაოლინიტის თიხების, კაჟმიწის და რკინის ოქსიდების ნარევი. ჩვეულებრივ ახალქმნილების ამ ტიპს აქვს ლაქისებრი შეფერვა, შერობრივი, პოლიგონალური ან ბადისებრი სტრუქტურა. მუდმივ ტენიან ნიადაგებში პლინტიტს აქვს მნიშვნელო-ვანი სიმკვრივე, მაგრამ მაინც იჭრება ბარით; 2) პეტროპლინტიტი – გამაგრებული მასალის მთლიანი შრე რკინის ოქსიდების ცემენტაციით, რომელთა შემცველობა აღემატება 30 %, ხოლო ორგანული ნივთიერება არის ძალიან ცოტა. შრე შეიძლება იყოს მთლიანი ან შედგებოდეს სწორკუთხა, ფიქალისებრი ან სვეტისებრი ბლოკე-ბიდან, რომელშიც შეიძლება იყოს რბილი სუბსტრატი. პლინტოსოლები შეიცავენ ბევრ რკინას და/ან ალუმინს, ცოტა ჰუმუსს და ჩვეულებრივ სუსტად მაძღარია ფუძეებით. მსოფლიოში ამ ნიადაგებით დაკავებული ფართობი შეადგენს 60 მლნ ჰა. ისინი გავრცელებულია ტროპიკებში, ვრცელ, ბრტყელსუსტად დრენირებულ ვაკეებზე, ამაზონის დაბლობის სამხრეთ ნაწილში; აფრიკაში – კონგოს აუზში, სა-დაც ისინი იკავებენ სტრუქტურულ პლატოს; ცენტრალურ ან სამხრეთ ინდოეთში, მეკონგის სათაოეებში და ჩრდილოეთ ავსტრალიაში. პლინტოსოლების გამოყენ-

ების შესაძლებლობების შეფასებისას იქმნება სანინააღმდეგო პრობლემის ორი ჯგუფი: დადაბლებულ და ვაკე ნაკვეთებზე პლინტოსოლები გადატენიანებულია, ამაღლებულ და კარგად დრენირებულზე – მცენარეები პლინტოსოლებზე განიცდიან გვალვას პეტროპლინტიტის არსებობისას. ამ ნიადაგების გამოყენება ხშირად იზღუდება ექსტენსიური მეცხოველეობით, რადგანაც პლინტიტი წარმოადგენს სერიოზულ დაბრკოლებას ფესვების გავრცელებისთვის და ტენის მოძრაობისთვის. ამავდროულად, ხელოვნური დრენაჟი შეუძლებელია, რადგანაც გამოიწვევს პლინტიტის შეუქცევად გამკვრივებას.

პოდზოლები (რუსული სიტყვიდან *подзол* – ეწერი) წარმოადგენენ ნიადაგებს ზედაპირის ქვედა ჰორიზონტით, რომელიც გარეგნულად წააგავს ნაცარს აგრესიული ორგანული მჟავეებით გაუფერულების შედეგად და რკინის გამოტანით, რომელიც ილუვიურ ჰუმუსთან ერთად აყალიბებს ქვემოთ მდებარე აკუმულაციურ ჰორიზონტს. პოდზოლებში ყოველთვის არსებობს ჰორიზონტი „სპოდიკი". ის შედგება მასში აკუმულირებული პროფილის ზედა ნაწილიდან ატმოსფერული ტენით გამოტანილი ალუმო- და რკინა-ორგანული კომპლექსების და ორგანული ნაერთებისგან. ქვიშებზე პოდზოლების პროფილები ნორმალური დრენაჟის პირობებში ძალიან კონტრასტულია ელუვიური და ილუვიური ჰორიზონტების მიმართ. პოდზოლები ძალიან მჟავე ნიადაგებია: pH მაჩვენებლები ზედა ჰორიზონტებში მერყეობს 3,5-დან 4,5-მდე და იზრდება 5,5-მდე – ქვედებში. გაცვლის ტევადობა განისაზღვრება ორგანული ნაერთებით და მაძღრობის ხარისხი ძალიან მცირეა. C/N შეფარდება ორგანულ ნივთიერებაში ფართოა, განსაკუთრებით ზედა ჰორიზონტებში (C/N > 20 და მეტი), რაც მეტყველებს დაბალ ბიოლოგიურ აქტივობაზე და ორგანული ნარჩენების შენელებულ გახრწნაზე. პოდზოლები იკავებენ 485 მლნ ჰა, ძირითადში ზომიერად თბილ და ბორეალურ კლიმატში ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში. ყველაზე მეტია პოდზოლები სკანდინავიაში, ჩრდილო-დასავლეთ რუსეთში და კანადაში. ამ ზონალურ პოდზოლებთან ერთად ზომიერ კლიმატსა და ტროპიკებში ზოგჯერ გეხვდება ინტრაზონალური პოდზოლები. ტროპიკული პოდზოლები აღნერილი იყო სამხრეთ ამერიკაში რიო ნეგრუს გასწვრივ, გვიანასა და სურინამში, ჩრდილოეთ ავსტრალიაში და ინდონეზიაში (ზღვისპირა ზოლი კალიმანტანში, სუმატრას აღმოსავლეთ ნაწილში და ირიანულ იავაში). აფრიკისთვის პოდზოლები დამახასიათებელი არ არის, მაგრამ მათი არსებობა აღინიშნებოდა დასავლეთ ზამბიაში. ზონალური პოდზოლები გავრცელებულია სოფლის მეურნეობისთვის ნაკლებად ვარგისი კლიმატის რაიონებში. ინტრაზონალური პოდზოლები უფრო მეტად გამოიყენება მინათმოქმედებაში, განსაკუთრებით ზომიერი კლიმატის პოდზოლები. ძირითადში პოდზოლები რჩება ტყეების ქვეშ, ზოგჯერ შეზღუდული ძოვებით.

რეგოსოლები (ბერძნული სიტყვიდან *Regos* – საბანი, საფარი) წარმოადგენენ ახალდალექილი ფხვიერ ან ეროზიის პროცესებით დღის ზედაპირზე ექსპონირებულ ნაფენებზე ნიადაგწარმოქმნის საწყისი ეტაპის ნიადაგებს. იგულისხმება, რომ ნიადაგწარმოქმნა ნაკლებად ინტენსიურია და ზედაპირის ქვედა და უფრო ღრმა ფენები ინარჩუნებენ დედაქანების იერს. ნიადაგწარმოქმნის სუსტი ეფექტურობა დაკავშირებულია მისი არასაკმარისი ხანგრძლივობით ან მუდმივი ეროზიით. მეორე მხრივ, ნიადაგწარმოქმნა შეიძლება იზღუდებოდეს უდაბნოს მშრალი და ცხელი კლიმატით, მუდმივი მზრალობით. რეგოსოლების ცენტრალური იერი წარმოად-

გენს საკმაოდ მძლავრ დრენირებად თიხნარ მინერალურ სისქეს დიაგნოსტიკური მახასიათებლების მინიმალური გამომჟღავნებით. რეგოსოლები გავრცელებულია ნებისმიერ ლანდშაფტში, მაგრამ უფრო ხშირად ისინი გვხდება არიდულ და მთის ლანდშაფტებში. რეგოსოლების თითქმის ყველა თვისება განისაზღვრება დედაქანით, ნაწილობრივ – კლიმატით. პირველადი ნიადაგწარმოქმნა შეიძლება აღმოჩენილ იქნეს მსოფლიოს ნებისმიერ კუთხეში. მსოფლიოში რეგოსოლების საერთო ფართობი შეადგენს 260 მლნ ჰა. მათ შორის, არიდულ ზონაში – 170 მლნ ჰა, 52 მლნ ჰა – მშრალ ტროპიკებში და 36 მლნ ჰა – მთებში. ისინი გავრცელებულია აშშ შუა დასავლეთში, ჩრდილოეთ აფრიკაში, ახლო აღმოსავლეთში და ავსტრალიაში. მაგრამ რეგოსოლების არეალები შეიძლება იყოს იმდენად მცირე, რომ ნიადაგურ რუკაზე მასშტაბში 1:1 მლნ ისინი ნაჩვენებია, როგორც „ჩანართები“ იმ კარტოგრაფიულ ერთეულებში, რომლებიც წარმოადგენენ გაბატონებულ ნიადაგებს. უდაბნოს ლანდშაფტებში რეგოსოლები არ წარმოადგენენ ინტერესს სოფლის მეურნეობისთვის. თუ ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა შეადგენს 500-1000 მმ, ისინი გამოიყენება სარწყავ მიწათმოქმედებაში. ამ დროს სასურველია დაწვიმება ან წვეთოვანი მორწყვა, რომელიც ყოველთვის ეკონომიურად არ არის მიზანშეწონილი. მთებში რეგოსოლებზე აძოვებენ საქონელს, უძღვებიან სატყეო მეურნეობას ან, საერთოდ, არ იყენებენ.

სოლონჩაკები (რუსული სიტყვიდან *Солонец* – მარილი და შუაასიური *чак* – დამლაშებული ადგილი) არის ნიადაგები წლის გარკვეულ სეზონში ადვილად ხსნადი მარილების მაღალი კონცენტრაციით ზედა ჰორიზონტში. მარილების დაგროვების მიზეზი შეიძლება იყოს აორთქლებითი კონცენტრაცია გრუნტის წყლებიდან არიდულ და სემიარიდულ რეგიონებში, მეორადი დამლაშება მორწყვის რეჟიმის დარღვევის დროს. დამლაშებულ ნიადაგებს მიეკუთვნება ნიადაგები, რომლებიც შეიცავენ თაბაშირზე უფრო ხსნადი მარილების მნიშვნელოვან რაოდენობას. დამლაშების დროს მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ ნატრიუმის, კალციუმის, მაგნიუმის და კალიუმის კატიონები, განსაკუთრებით ნატრიუმის. ნიადაგურ ხსნარში ნატრიუმის მაღალი კონცენტრაცია, ისევე როგორც მაგნიუმის კონცენტრაცია უკარბონატი არეში, განაპირობებს ნატრიუმის შეღწევას შთამნთქავ კომპლექსში. დამლაშებულ ნიადაგებს ყოფენ მათში კატიონების შეფარდებით, კერძოდ, ორვალენტიანის ერთვალენტიანებთან. I – დამლაშებული ნიადაგები კალციუმის სიჭარბით; ნიადაგურ ხსნარში და შთამნთქავ კომპექსში კალციუმის და მაგნიუმის ჯამი ნატრიუმის და კალიუმის ჯამზე მეტია. Ca+Mg/Na+K შეფარდება მერყეობს 1 და 4 შორის, ხოლო Ca/Mg შეფარდება >1; II – დამლაშებული ნიადაგები ნატრიუმის სიჭარბით; ნატრიუმი იკავებს წამყვან ადგილს შთამნთქავ კომპლექსში; Ca+Mg/Na+K შეფარდება ნიადაგური ხსნარში <1; III – დამლაშებული ნიადაგები მაგნიუმის სიჭარბით კალციუმის თითქმის სრული უქონლობის ფონზე, Ca+Mg/Na+K < 1, Ca+Mg ≤ 1, ხოლო Na/Mg < 1. სოლონჩაკები გვხვდება მსოფლიოს მრავალ რაიონში. მათ მიერ დაკავებული ფართობი მერყეობს 260 და 340 მლნ ჰა შორის, რაც აიხსნება განსხვავებებით დიაგნოსტიკურ კრიტერიუმებში. სოლონჩაკები ფართოდაა გავრცელებული ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში – ჩრდილოეთ აფრიკის არიდულ და სემიარიდულ ნაწილებში, ახლო აღმოსავლეთში, ყოფილ საბჭოთა კავშირში და ცენტრალურ აზიაში, აუსტრალიაში, სამხრეთ და ჩრდილოეთ ამერიკაში. მარილების მაღალი

შემცველობა ზღუდავს მცენარეულობის შემადგენლობას მარილგამძლე სახეობებით, რაც აიხსნება როგორც მარილების ტოქსიკურობით, ისე კვების ელემენტების მცირე მისაწვდომობით და აგრეთვე მაღალი ოსმოსური წნევით გამონვეული ფიზიოლოგიური სიმშრალით. სასოფლო-სამეურნეო გამოყენება მოითხოვს განსაკუთრებულ სიფრთხილეს. მეორადი დამლაშების, სტრუქტურის დეგრადაციის და დამლაშებული ნიადაგების აღდგენის პრობლემები მეტად აქტუალურია მესამე ქვეყნის ქვეყნებში სარწყავი სისტემების განვითარებასთან დაკავშირებით.

სოლონცები (რუსული სიტყვიდან *Соль* – მარილი) წარმოადგენენ ნიადაგებს თიხიანი სტრუქტურული ჰორიზონტით, რომლის შთამნთქავ კომპლექსში დიდია ნატრიუმის და მაგნიუმის წილი. სოლონცებისთვის დამახასიათებელია ჰორიზონტი „ნატრიკი“ (მყარი ჰორიზონტი ლექის უფრო მაღალი შემცველობით, ზედა ჰორიზონტთან შედარებით და შთამნთქავ კომპლექსში ნატრიუმის და/ან მაგნიუმის დიდი შემცველობით) ზედა ჰუმუსირებული ჰორიზონტის ქვეშ და დამლაშებით პროფილის შუა ნაწილში. სოლონცების პროფილი ნათლად დიფერენცირებულია ფერით, სტრუქტურით, სიმკვრივით და გრანულომეტრული შემადგენლობით. რელიეფის დადაბლებულ ადგილებში განლაგებული სოლონცები გამორჩევიან მძლავრი და სტრუქტურული ზედა ჰორიზონტებით ორგანული ნივთიერების გადიდებული შემცველობით. სოლონცები იკავებენ 135 მლნ ჰა, მათი ცალკეული არეალები დაკავშირებულია დამლაშებულ ქანებთან – ზღვიურ თიხებთან ან დამლაშებულ ალუვიონთან. სოლონცებს ხშირად მოიხსენებენ უკრაინაში, რუსეთში, ყაზახეთში, უნგრეთში, ბულგარეთში, რუმინეთში, ჩინეთში, აშშ, სამხრეთ აფრიკაში, არგენტინასა და ავსტრალიაში. სოლონცებზე სპეციფიკური მცენარეულობა წარმოადგენს ინდიკატორს ლაქობრივი (კომპლექსური) მცენარეული საფრის პირობებში. სოლონცები მძლავრი და მუქი ზედა ჰორიზონტით დაკავებული ბალახოვანი ასოციაციებით გამოიყენება ძოვებისთვის. სოლონცების მელიორაცია გულისხმობს თაბაშირის ან, თუნდაც, კალციუმის ქლორიდის შეტანას. თაბაშირის და კარბონატების არაღრმად მდებარეობის შემთხვევაში ღრმა ხვნა შესაბამისი ჰორიზონტების არევით A ჰორიზონტთან ითვლება სოლონცების გაუმჯობესების ერთ-ერთ ჩვეულებრივ და იაფ ხერხად.

სტაგნოსოლები (ლათინური სიტყვიდან *Stagnare* – დატბორვა) – ნიადაგები ზედაპირული წყლების პერიოდული დგომით, სტაგნიკური (ჟანგვა-აღდგენითი) ფერადი გამით. სტაგნოსოლები ძლიერ დატენიანებულია მთელ პროფილში და შეიძლება იყვნენ გაუფერავი და/ან შეიცავდნენ კონკრეციებს. სტაგნოსოლები ფორმირდება სხვადასხვა ფხვიერ ნაფენებზე, მათ შორის მორენულ, თიხნარ ეოლურ, ალუვიურ და დელუვიურ, აგრეთვე არგილიტებსა და ალევროლიტებზე, რომლებმაც განიცადეს ფიზიკური გამოფიტვა. ყველაზე დამახასიათებელი პირობებია ბრტყელი და ტალღისებრი ვაკეები, ტენიანი და ძლიერ ტენიანი ზომიერი და სუბტროპიკული კლიმატი. სტაგნოსოლები იკავებენ მსოფლიოში 150-200 მლნ ჰა. ყველაზე მეტად ისინი არიან დასაველეთ და ცენტრალური ევროპის, ჩრდილოეთ ამერიკის, სამხრეთ-აღმოსავლეთი ავსტრალიის ტენიან და ჭარბტენიან რაიონებში და არგენტინაში. სტაგნოსოლების სასოფლო-სამეურნეო გამოყენება იზღუდება ჟანგბადის დეფიციტით, რაც უკავშირდება ატმოსფერული წყლის დაგროვებას პროფილის ზედა ნაწილში, მაშასადამე, რეკომენდებულია ხელოვნური დაშრობა.

ტექნოსოლები (Technosols) აერთიანებენ ნიადაგებს, ნიადაგურ პროცესებს და თვისებებს, რომლებიც განისაზღვრება ძირითადში მათი ინდუსტრიული (ტექნიკური) წარმოშობით. ტექნოსოლებს მიეკუთვნება სამრეწველო საყრელების და ნარჩენების ნიადაგები, ქვაფენილები მათ ქვეშ ფხვიერი ნაფენებით და ხელოვნური ნიადაგები. მათ ხშირად განმარტავენ, როგორც ქალაქის ნიადაგებს ან მოპოვებითი მრეწველობით შეცელილ ნიადაგებს. ტექნოსოლები ფორმირდებიან ხელოვნურად შექმნილ ან ინდუსტრიული საქმიანობის შედეგად და არა სხვა გზით ზედაპირზე მოხვედრილ ნებისმიერ სუბსტრატზე. ამ მასალის შედგენილობა და შენება მთლიანად განსაზღვრავს ნიადაგწარმოქმნის მსვლელობას, რომელიც მიმდინარეობს ქალაქებში ან სამრეწველო ტერიტორიებზე, ჩვეულებრივ ძალიან ლოკალურად და რთულ სივრცობრივ კომბინაციებში სხვა ნიადაგებთან. ტექნოსოლებს ჩვეულებრივ არა აქვთ პროფილი, თუმცა ძველ ნაყარებზე მყღავნდება ბუნებრივი ნიადაგური პროცესების ნიშნები, მაგალითად, ლექის გადაადგილება. ტექნოსოლებს ძლიერი ქიმიური დაჭუჭყიანებით აქვთ საწყისი ბუნებრივი ნიადაგის მორფოლოგიური პროფილი. ტექნოსოლები გვხდება მთელ მსოფლიოში, სადაც ადამიანებმა შექმნეს ხელოვნური ნიადაგები, დალუქეს ბუნებრივი ან ამოიღეს ზედაპირზე სილრმითი ქანები, რომლებსაც არ გააჩნიათ ჰიპერგენური პროცესების ნიშნები. ტექნოსოლებს აქვთ ის თვისებები, რომლებიც მათ შეიძინეს საწყისი სუბსტრატებიდან. ჩვეულებრივ, ისინი უფრო დაჭუჭყიანებულია, ვიდრე სხვა რეფერატული ჯგუფის ნიადაგები და მათთან საჭიროა ფრთხილი ურთიერთობა, რადგანაც ისინი შეიძლება შეიცავდნენ ტოქსიკურ ან მავნე ნივთიერებებს. ხდება მრავალი ტექნოსოლის, განსაკუთრებით დაყრილ სუბსტრატებზე, რეკულტივაცია – ბუნებრივი მასალის შრით გადაფარვა, რომელზეც შეიძლება არსებობდეს მცენარეულობა.

უმბრისოლები (ლათინური სიტყვიდან *Umbra* – ჩრდილი) ნიადაგები ჰუმუსაკუმულაციური მუქი, მჟავე და არამაძღარი ჰორიზონტით. ეს არის კარგად დრენირებული, თიხნარი, საკმაოდ მძლავრი, მაგრამ არა მონიფული ნიადაგი, რომლის ერთადერთი დამახასიათებელი ნიშანია ორგანული ნივთიერებით მაღალი შემცველობის, კარგად განვითარებული, მუქი, მჟავე ზედა ჰორიზონტის არსებობა. არამაძღარი ზედაპირული ორგანო-მინერალური მასალის ქვეშ იგულისხმება ჰუმუსის ნებისმიერი ფორმები, რომლებიც მრავალჯერ იყო აღწერილი როგორც მჟავე ან ოლიგოტროფული „მული", „მოდერი", უხეში ჰუმუსი და ტორფი. ბუნებრივ ან ნახევრად ბუნებრივ პირობებში მსგავსი სუბსტრატი ფორმირდება მცირე ბიოლოგიური აქტივობის და ბიოლოგიური წრებრუნვის დამუხრუჭების შედეგად მჟავიანობასთან, გადატენიანებასთან, დაბალ ტემპერატურებთან ან ამ ფაქტორების ნებისმიერი კომბინაციით. უმბრისოლები გვხდება გრილი და ტენიანი კლიმატის პირობებში, პრაქტიკულად მშრალი სეზონის გარეშე, მჟავე ქანების გამოფიტვის პროდუქტებზე, ხშირად მთებში. მსოფლიოში ისინი იკავებენ დაახლოებით 100 მლნ ჰა. სამხრეთ ამერიკაში უმბრისოლები გვხვდება კოლუმბიის, ეკვადორის და, ნაკლებად, ბოლივიის, ვენესუელის და პერუს ანდებში. ისინი აღმოჩენილ იქნა მცირე სიმაღლეებზე სიერე დუ მარში ბრაზილიაში. ჩრდილოეთ ამერიკაში უმბრისოლები გვხვდება ჩრდილოეთით წყნარი ოკეანის სანაპიროს გასწვრივ, ვაშინგტონის და ორეგონის შტატებში (აშშ), აფრიკაში – ლესოტოსა და დრაკონის მთებში. ევროპაში ისინი ჭარბობენ ჩრდილოეთით ატლანტიკური სანაპიროს ქვეყნებში: ბრიტანეთის

კუნძულებზე, პორტუგალიის ჩრდილო-დასაელეთ ნაწილში და ესპანეთში. აზიაში ისინი ქმნიან შეხამებას ლეპტოსოლებთან და კამბისოლებთან ბაიკალისპირა მთებში, ჰიმალაებში, ჩინეთის და ბირმის მთებში. ავსტრალიაში უმბრისოლები აღნერილი იყო სუმატრას ქედების ფერდობების ზედა ნაწილებში, ირანულ იავაში და თოვლიან მთებში ავსტრალიის სამხრეთ-აღმოსავლეთში და ახალ ზელანდიაში. უმბრისოლების უმეტესი ნაწილი რჩება ბუნებრივი ან მასთან მიახლოებული მცენარეულობის ქვეშ. ფერდობების გაბატონება და ტენიანი, ხშირად ცივი კლიმატი წარმოადგენს შეზღუდვას უმბრისოლების სამინათმოქმედო გამოყენებისთვის და მათ იყენებენ საძოვრების ქვეშ. ამ შემთხვევაში მელიორაციული ღონისძიებებით ხდება ბალახეული მცენარეულობის გაუმჯობესება და ნიადაგების მჟავიანობის შემცირება მოკირიანებით; ზოგჯერ, როგორც ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები, ხორციელდება ტერასირება და კონტურული ხვნები. ზოგან ყველაზე ხელსაყრელ პირობებში უმბრისოლებზე მოჰყავთ მარცვლოვნები ან ძირხვენები (აშშ, ევროპაში და სამხრეთ ამერიკაში), ჩაი ან ყავა (სამხრეთ აზიაში და ინდონეზიაში).

ვერტისოლები (ლათინური სიტყვიდან *Vertere* – გადატრიალება) წარმოადგენენ მძლავრ თიხა (> 30 %) ნიადაგებს, თიხამინერალების შემადგენლობაში სმექტიტის დომინირებით, რომლებიც განიცდიან გაჯირჯვებას დატენიანებისას და შეკუმშვას დაშრობისას. მშრალ პერიოდებში ნიადაგებში წარმოიქმნება ზედაპირიდან დაწყებული ღრმა (50 სმ-მდე) ბზარები. ვერტისოლების ბუნება განისაზღვრება დედაქანით: ისინი ფორმირდება ბაზალტების, ტუფების, ფუძე მეტამორფული ქანების, კირქვების, მერგელების დერივატებზე და აგრეთვე ალუვიური ტბურ და ზღვიურ ნაფენებზე, დადაბლებულ ადგილებში და ბრტყელ ან სუსტად დახრილ ნაკვეთებზე ტროპიკულ და სუბტროპიკულ კლიმატში. მათი ფორმირების აუცილებელი პირობაა მშრალი სეზონის არსებობა. ტენიანი სეზონის დროს ნაპრალები ქრება და ნიადაგი ხდება ბლანტი და პლასტიკური, ხოლო მისი ზედაპირი – სრიალა, ასე რომ, მასზე ძნელია გადაადგილება. მშრალ პერიოდში ნიადაგები ძალიან მკვრივდება. ვერტისოლებში ჰუმუსის შემცველობა დაბალია, pH მერყეობს ნეიტრალურიდან სუსტ ტუტემდე, მაძლრობის ხარისხი, როგორც წესი, მაღალია, ზოგჯერ შეიცავენ კარბონატებს. ვერტისოლები გვხვდება ტროპიკებში და სუბტროპიკებში მშრალი და ტენიანი სეზონების ცვლის მკვეთრი გამოხატულებით. ისინი დაკავშირებულია რელიეფის დადაბლებულ ადგილებთან – მდინარეულ ტერასებზე, მშრალი ტბების ფსკერებთან და სხვა ლანდშაფტებში პერიოდულად ჭარბტენიან პოზიციებთან. მსოფლიოში ვერტისოლები იკავებენ 335 მლნ ჰა, მათ შორის 150 მლნ ჰა გამოიყენება სახნავად. ტროპიკებში ისინი იკავებენ 200 მლნ ჰა, აქედან 1/4 შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მინათმოქმედებაში. ვერტისოლების ყველაზე დიდი არეალები დაკავშირებულია თიხიან ნაფენებთან (სუდანი), ბაზალტის პლატოსთან (ინდოეთი და ეთიოპია), ისინი აგრეთვე დიდი რაოდენობითაა ავსტრალიაში, სამხრეთ აფრიკაში, აშშ სამხრეთ-აღმოსავლეთში (ტეხასში), ურუგვაიში, პარაგვაიში და არგენტინაში. მიუხედავად ვერტისოლების მაღალი პოტენციური ნაყოფიერებისა, მათი დამუშავება ძალიან ძნელია მშრალ მდგომარეობაში დაწიდულობის და ტენიან მდგომარეობაში – მდებარეობის გამო. ვერტისოლებზე ადამიანის საქმიანობა ნაირგვარია: ნაკლებად ინტენსიური (შეზღუდული ძოვება, შეშის დამზადება, ხის ნახშირის მიღება), ზომიერი (მცირე ფართობებზე მშრალი სეზონის დასაწყისში

ისეთი კულტურების მოყვანა, როგორიცაა: ფეტვი, ბამბა, სორგო, ცერცველა) და ინტენსიური. უკანასკნელ შემთხვევაში ირწყვება როგორც ბრინჯი, ასევე ბამბა, ხორბალი და სორგო.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რაში მდგომარეობს ნიადაგის კლასიფიკაციის შედგენის პრინციპები?
2. რით გამოირჩევა ნაიდაგური ტიპი?
3. რას ნიშნავს ნიადაგის ნომენკლატურა და დიაგნოსტიკა?
4. ჩამოთვალეთ ნიადაგის ძირითადი კლასიფიკაციები.
5. რას წარმოადგენს ნიადაგური რესურსების მსოფლიო კორელაციური ბაზა?
6. დაახასიათეთ მსოფლიო რეფერატული ნიადაგების ძირითადი ჯგუფები.

თავი 23. საქართველოს ძირითადი ნიადაგების თვისებები, გენეზისი და გეოგრაფია

23.1. ნითელმიწა (ნიტისოლს ფერალიკ – NITISOLS FERRALIC)[1]

ზოგადი დახასიათება. ნითელმიწა ხასიათდება ნითელი ფერის შეფერილობით, გათიხებით და ჩვეულებრივ მძლავრი პროფილით. ნიადაგის პროფილს აქვს შემდეგი აგებულება: A-AB-B-BC-C.

ნითელმიწის საერთო ფართობი საქართველოში შეადგენს 1,9% (130400 ჰა). ეს ნიადაგები გავრცელებულია ტენიანი სუბტროპიკული ზონის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში (აჭარა, გურია), აგრეთვე გვხვდება სამეგრელოსა და აფხაზეთში. ნითელმიწები გავრცელებულია ზღვის დონიდან 100-300 მეტრამდე და უკავიათ ბორცვიან-გორაკიანი რელიეფი. ისინი ემიჯნება ყვითელ-ყომრალ (აჭარაში), ყვითელმიწა (გურიაში, იმერეთსა და აფხაზეთში) და ყვითელმიწა-ეწერ და ყვითელმიწა-ეწერლებიან ნიადაგებს (სამეგრელოში).

შესწავლის ისტორია. ნითელმიწის პირველი მკვლევრები იყვნენ ა. კრასნოვი (1894) და ვ. დოკუჩაევი (1899), რომლებიც მათ აიგივებდნენ ლატერიტებთან. შემდეგ კ. გლინკამ (1906) ნიადაგების პირველ მსოფლიო რუკაზე ცალკე გამოყო „ნითელმიწები", „ლატერიტები", „ყვითელმიწები". მისი აზრით, ნითელმიწა რელიქტური ნიადაგია, რომელშიც ამჟამად მიმდინარეობს ეწერწარმოქმნის პროცესი. გასული საუკუნის 30-იან წლებში ბ. პოლინოვის (1933, 1936, 1956) ხელმძღვანელობით ჩატარდა ნითელმიწის ფუნდამენტური გამოკვლევები. ამ სამუშაოებით დამტკიცდა, რომ: 1) დასავლეთ საქართველოს ტენიან სუბტროპიკებში ნითელი ფერის გამოფიტვის ქერქზე ეითარდება ნიადაგწარმოქმნის მჟავე ფორმები; 2) გამოფიტვის ქერქის სხვადასხვა ფორმას უკავშირდება ნიადაგის განსხვავებული ვარიანტების ფირმირება; 3) უმეტეს შემთხვევაში თანამედროვე ნიადაგი ასაკით უფრო ახალგაზრდაა, ვიდრე გამოფიტვის ქერქი.

ქართველი ნიადაგმცოდნეებიდან ეს ნიადაგი კინტრიშის ხეობის მაგალითზე პირველად შეისწავლა დ. გედევანიშვილმა (1912). მ. საბაშვილის (1936, 1948) შრომებში განხილული იყო ნითელმიწის სხვადასხვა ვარიანტის დახასიათება და გეოგრაფიული გავრცელების კანონზომიერებანი. ამ ნიადაგის ფიზიკური თვისებები, ჰიდროლოგიური რეჟიმი, ნიადაგური ტენის შედგენილობა შესწავლილი აქვს მ. დარასელიას (1935, 1939, 1949, 1974). საქართველოს ნითელმიწას მონოგრაფიული ნაშრომები უძღვნა ა. რომაშკევიჩმა (1974) და შ. ფალავანდიშვილმა (1987).

ეკოლოგია. ნიადაგწარმომქმნელი ქანები წარმოდგენილია ფუძე ამონაღარი ქანების (ძირითადში ანდეზიტების) და მათი დერივატების გამოფიტვის ნითელი ფერის პროდუქტებით. ნითელმიწების სახელწოდება განპირობებულია მათი შე-

[1] ნიადაგების რესურსების მსოფლიო მონაცემთა ბაზის 84 (WRB) მიხედვით.

ფერილობით და უშუალოდ უკავშირდება ნიადაგწარმომქმნელი ქანების შემადგენლობას. ქანების ფერი განპირობებულია თიხის ნაწილაკების ზედაპირზე მყარად დაკავშირებული Fe (III) ჰიდროქსიდების არსებობით. ეს კავშირი იმდენად მყარია, რომ ის არ ირღვევა მუავე ნიადაგური წყლებით ხანგრძლივი გამორეცხვის დროსაც. რკინის ჰიდროქსიდები ამცირებენ თიხის ნაწილაკების შთანთქმისუნარიანობას და აკავშირებენ მყარ მიკროაგრეგატებში. მათზე ფორმირებული ნიადაგები მყარად ინარჩუნებენ წითელი ფერის პროდუქტების გამოფიტვის ყველა თავისებურებას. გრუნტის წყლის დგომის სიღრმე 8-10 მ აღწევს.

კლიმატი – ტენიან-სუბტროპიკულია. საშუალო წლიური ტემპერატურა საკმაოდ მაღალია – 13,7-15,1 °C, ყველაზე ცივი თვის – იანვრის ტემპერატურა 4,8-6,8°C, ხოლო ყველაზე თბილი თვის – აგვისტოს – 21,9-24,5°C. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა რვა თვეა. ნალექების წლიური რაოდენობა 1200-დან 2500 მმ-მდეა. ნალექების მინიმუმი მოდის გაზაფხულზე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3500-4700 °C.

ბუნებრივი მცენარეულობა წარმოდგენილია ფრაგმენტულად შერეული სუბტროპიკული ტყით, რომელშიც გვხვდება წაბლი, ჰართვისის მუხა, წიფელი, რცხილა და სხვ. ეს ტყე ხასიათდება მარადმწვანე ქვეტყით. ამჟამად ამ ტყის დიდი ნაწილი გაჩეხილია, გაშენებულია სუბტროპიკული კულტურები და ჩაის პლანტაციები.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

წითელმიწის პროფილს აქვს შემდეგი შენება:

A – ჰუმუსოვანი, წითელ-ყავისფერი ან ნარინჯ-ყავისფერი სიმძლავრით 12- 25 სმ, კოშტოვანი, მარცვლოვან-კოშტოვანი, თიხიანი ან მძიმე თიხნარი, ფხვიერი, გადასვლა თანდათანობითი.

AB – გარდამავალი, ნარინჯის ან ყავისფერ-წითელი ფერის, საერთო სიმძლავრით 20-35 სმ, კოშტოვანი ან კაკლოვან-კოშტოვანი, გადასვლა ნათელი.

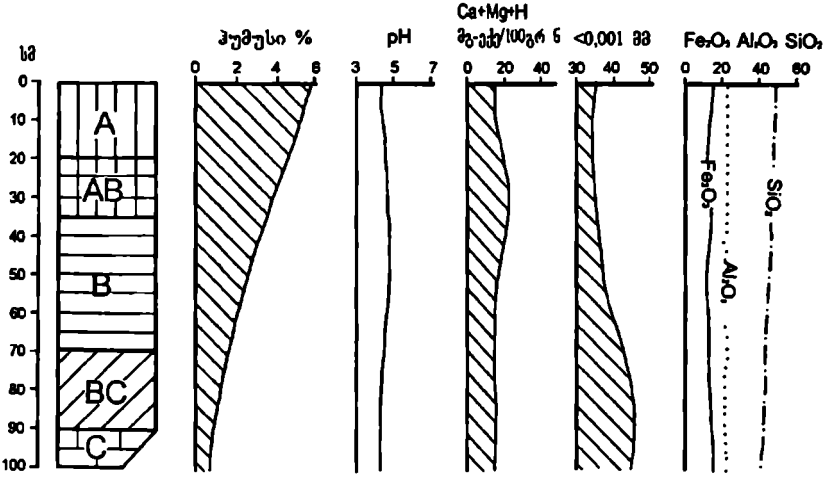
B – არაერთგვაროვანი შეფერილობით, ყავისფერ-წითელი ან ყავისფერ-ნარინჯი საერთო სიმძლავრით 30-45 სმ, გამკვრივებული, კოშტოვან-დაკუთხული, გადასვლა თანდათანობითი.

BC – არაერთგვაროვანი, წითელი, გამკვრივებული, კოშტოვანი.

C – წითელი ან ნარინჯისფერი გამოფიტვის ქერქი, გვხვდება რკინის და მანგანუმის ახალქმნილებები.

ამგვარად, წითელმიწა ხასიათდება მძლავრი პროფილით, წითელი ან ნარინჯი შეფერილობით, ძირითადში კოშტოვანი სტრუქტურით.

მიკრომორფოლოგიის მონაცემებით, ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი წარმოადგენს ყვითელ-ყავისფერ თიხნარ მასას. რკინა-თიხიანი პლაზმური მასალა მაღალი ოპტიკური ორიენტაციისაა. გარდამავალი ჰორიზონტი ყვითელი, მტვრიან-თიხნარი, რკინა-თიხიანი პლაზმა სუსტი ოპტიკური ორიენტაციის. ილუვიური ჰორიზონტი მოყვითალო, დისპერსული, მომკვრივო, მტვრიან-პლაზმური, ძლიერი გარკინებით. ქანის გარდამავალი ჰორიზონტი ყომრალ-ღია-რუხი ან მოყვითალო ზოლებით, მიკროაგებულება ქვიშიან-მტვრიან-პლაზმური, სუსტად შესამჩნევი ოპტიკურად ორიენტირებული წვრილი ბოჭკოვანი სტრუქტურით, მძლავრი თიხოვანი ნაღვენთების მაღალი გარკინებით.



ნახ. 31. წითელმინის პროფილი და ძირითადი თვისებები

წითელმინა ხასიათდება მჟავე რეაქციით, ამასთან – pH სიდიდე უმნიშვნელოდ იცვლება პროფილის მიხედვით. ჰუმუსის შემცველობა საშუალო ან მაღალია; ჰუმუსის ტიპი ფულვატურია. შთანთქმის ტევადობა დაბალი და საშუალოა. შთანთქმულ კატიონებში, როგორც წესი, ჭარბობს გაცვლითი წყალბადი. წითელმინა ხასიათდება მძიმე თიხნარი, თიხა და მძიმე თიხა მექანიკური შემადგენლობით. ნიადაგი გაღარიბებულია კაჟმიწით და ფუძეებით და გამდიდრებულია ერთნახევარჟანგეულებით. მინერალური ნაწილი ხასიათდება ფერალიტური გამოფიტვით. თიხამინერალები წარმოდგენილია კაოლინიტით, ჰალუაზიტით, ჰეტიტითა და ჰიბსიტით. წითელმინაში სილიკატური რკინა ჭარბობს არასილიკატურს. რკინის ცალკეული ფორმები პროფილის მიხედვით მეტ-ნაკლებად თანაბრადაა განაწილებული.

წითელმინა განსხვავდება ყვითელმინისგან, რომელიც ვითარდება იგივე ბიოკლიმატურ პირობებში კაჟმიწით მდიდარ ქანებზე, წითელი შეფერილობით, უფრო მყარი და ნაკლებად უხეში სტრუქტურით, მეტი გამოფიტვით.

წითელმინის ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებია: ფერალიტიზაცია, გათიხება და ჰუმუსწარმოქმნა.

კლასიფიკაცია. წითელმინა იყოფა ორ ქვეტიპად: ტიპური და გაეწრებული.

ტიპური წითელმინა ფართოდაა გავრცელებული წითელმინის არეალის სამხრეთ ნაწილში და ფორმირდება ანდეზიტო-ბაზალტების გამოფიტვის ქერქზე, იშვიათად – ქვამრგვალების და, უფრო იშვიათად, ზებრისებრ თიხებზე.

გაეწრებული წითელმინა ფორმირდება რელიეფის გავაკებულ ელემენტებზე, ჩვეულებრივ ზებრისებრ თიხებზე.

წითელმინის ქვეტიპებში გამოჰყოფენ გვარებს:

განვითარებული ამონაღვარი ქანების ელუვიონზე – ხასიათდება ერთნახევარჟანგეულების მაღალი შემცველობით (40-50%), მკვრივი მიკროსტრუქტურიანობით, ყველაზე მაღალი შთანთქმისუნარიანობით.

განვითარებული ქვარგვალების ელუვიონზე – ხასიათდება ერთნახევარჟანგეულების დაბალი შემცველობით (35%-მდე), დაქვეითებული შთანთქმისუნარიანობით და უფრი მყარი მიკროსტრუქტურიანობით.

განვითარებული ზებრისებრ თიხებზე – ხასიათდება ერთნახევარჟანგეულების ყველაზე დაბალი შემცველობით (25-30%), დაბალი შთანთქმისუნარიანობით და ძალიან სუსტად გამოხატული მიკროსტრუქტურიანობით.

განვითარებული დანალექ წითელმიწა მასალაზე – ხასიათდება შრეობრიობით, ჭრელი შეფერილობის უქონლობით, ქანში შეუმჩნეველი გადასვლით, ნაკლებად ხელსაყრელი ფიზიკური თვისებებით.

წითელმიწა იყოფა სახეობად ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის სიმძლავრით: ღრმად ჰუმუსირებული (>30 სმ), არაღრმად ჰუმუსირებული (30-დან 20 სმ-მდე) და წვრილ-ჰუმუსირებული (<20 სმ).

გენეზისი. ფერალიტიზაცია მიმდინარეობს რამდენიმე სტადიით. გამოფიტვის პირველ სტადიაზე, როდესაც მიმდინარეობს პირველადი მინერალების ინტენსიური ჰიდროლიზი და თავისუფლდებიან ფუძეები და თავისუფალი კაჟმინა, ადგილი აქვს თიხა მასალის მონტმორილონიზაციას. გამოფიტვის შემდგომ სტადიაზე, როდესაც გამოფიტული სისქე სულ უფრო თავისუფლდება ფუძეებისგან და მყავდება, მონტმორილონიტური თიხების ნაწილები გაიტანება დენუდაციური პროცესებით, ხოლო დანარჩენი გარდაიქმნება ადგილზე. საბოლოო ჯამში წარმოიქმნება ძლიერ გათიხებული მასალა. წითელმინის ფორმირება მიმდინარეობს თავისუფალი დრენაჟის და ინტენსიური წყლის ჩამრეცხი ტიპის პირობებში. ამ ნიადაგის ფორმირებისთვის საჭიროა ინტენსიური და ხანგრძლივი გამოფიტვა. ამიტომ ეს ნიადაგი გვხვდება ტენიან ტროპიკებში და სუბტროპიკებში, სადაც გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის პროცესები მიმდინარეობს განუწყვეტლივ მესამეული პერიოდიდან მუდმივი მაღალი ტემპერატურისა და ტენიანობის პირობებში.

გამოყენება. წითელმინას აქვს განსაკუთრებული სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა. ამ ნიადაგზეა გაშენებული სუბტროპიკული კულტურების მნიშვნელოვანი ნაწილი და აგრეთვე ჩაის პლანტაციები. ამ ნიადაგში კალციუმის, მაგნიუმის, კალიუმის, ფოსფორის, აზოტის დეფიციტი მოითხოვს მათ მუდმივ შეტანას მაღალი მოსავლის მისაღებად. მთელი სირთულე მდგომარეობს იმაში, რომ აზოტოვანი და კალიუმიანი სასუქები სწრაფად ქრება ინტენსიური მიკრობიოლოგიური პროცესების და ატმოსფერული ნალექების ზეგავლენით, ხოლო ფოსფორიანი სასუქები გარდაიქმნება უხსნად ფოსფატებად. ამის გამო, მინერალური სასუქების ეფექტური გამოყენება რთული პრობლემაა.

23.2. ყვითელმიწა (აკრისოლს ჰაპლიკ – ACRISOLS HAPLIC)

ზოგადი დახასიათება. ყვითელმიწა ხასიათდება ყვითელი შეფერილობით, გათიხებით და ჩვეულებრივ მძლავრი პროფილით. ნიადაგის პროფილს აქვს შემდეგი აგებულება: $A_0 – A – AB – B – BC$.

ყვითელმინის საერთო ფართობი საქართველოში შეადგენს 4,5% (317 600 ჰა). ეს ნიადაგი ფართოდ არის გავრცელებული დასავლეთ საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკული ზონის ძველ ზღვიურ ტერასებზე, დანაწევრებულ და მათთან მიმდე-

ბარე მთისწინებზე. ყვითელმიწა გავრცელებულია 300-600 მეტრამდე ზღვის დონიდან; ემიჯნება წითელმიწას (გურიაში, იმერეთსა და აფხაზეთში), ყვითელმიწა-ეწერ და ყვითელმიწა-ეწერ-ლებიან ნიადაგებს (სამეგრელოში) და ყვითელ-ყომრალ ნიადაგს (აფხაზეთში, იმერეთში და გურიაში).

შესწავლის ისტორია. კავკასიაში ყვითელმიწა, როგორც დამოუკიდებელი ნიადაგური წარმონაქმნი, პირველად აღწერილი და შესწავლილი იყო ლენქორანის ოლქში (აზერბაიჯანი) ვ. აკიმცევის (1926) მიერ. სახელწოდება „ყვითელმინა" შემოღებული იყო ყვითელი ფერის გამოფიტვის ქერქზე განვითარებულ დასავლეთ საქართველოს წითელმინის ქვედა ჰორიზონტებთან მსგავსების საფუძველზე. მაგრამ უფრო ადრე ამ ნიადაგებზე ცალკეული მონაცემები მოყვანილია პ. კოსოვიჩის (1910), ი. ვიტინის (1914), ს. ზახაროვის (1913,1924) შრომებში.

ყვითელმინა საფუძვლიანად იყო შესწავლილი მ. საბაშვილის (1926,1948) მიერ. მან პირველმა გამოამჟღავნა ამ ნიადაგის დამოკიდებულება ნიადაგწარმომქმნელი ქანების ხასიათზე. კვლევის საწყის ეტაპზე ყვითელმინა იხილებოდა როგორც წითელმინა-ყვითელმინის ტიპის ქვეტიპი. ამჟამად ეს ნიადაგი გამოიყოფა ცალკე გენეტიკურ ტიპად.

ეკოლოგია. ნიადაგწარმომქმნელი ქანები წარმოდგენილია მჟავე და საშუალოდ მჟავე ქანების (პირველ რიგში ფიქლების) გამოფიტვის პროდუქტებით. ტერასებზე ეს ნიადაგი ჩვეულებრივ ვითარდება ფხვიერ, თიხიან ქანებზე. ნიადაგწარმომქმნელი ქანები მიეკუთვნება სიალიტურ თიხებს, რომლებშიც $SiO_2 : Al_2O_3$ აღწევს 3,20, თუმცა გვხვდება ფერალიტიზირებულიც, შეფარდებით $SiO_2 : Al_2O_3$ <2.50. ნიადაგწარმომქმნელი ქანები ხასიათდება ცუდი ფიზიკური თვისებებით, რაც ხელს უწყობს მათ ჩამორეცხვასა და დამეწყრებას. საერთოდ, ყვითელმინის არეალი, ისე როგორც წითელმინის, განისაზღვრება ქანების გავრცელებით.

ყვითელმინა ფორმირდება ტენიანი სუბტროპიკული კლიმატის პირობებში. საშუალო წლიური ტემპერატურა შეადგენს 13,7-15,1 °C, ყველაზე ცივი თვის – იანვრის – 3,3-6,8 °C, ყველაზე თბილი თვის – 19,3-24,5 °C. სავეგეტაციო პერიოდი გრძელდება რვა თვეს. ნალექების წლიური რაოდენობა დიდია (1100 მმ-დან 2500 მმ-მდე), მაგრამ მათი განაწილება თვეების მიხედვით არათანაბარია. ნალექების მაქსიმუმი აღინიშნება აპრილში, მაისსა და ივნისში. ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა საკმაოდ მაღალია (80%-მდე).

ბუნებრივი მცენარეულობა წარმოდგენილია შერეული სუბტროპიკული ტყით (მუხები, ძელქვა, წაბლი, ლაფანი, ნიფელა, ცაცხვი, ნეკერჩხალი და სხვ.). ამჟამად ტერიტორიის უმეტეს ნაწილზე ბუნებრივი მცენარეულობა განადგურებულია და შეცვლილია სასოფლო-სამეურნეო მინდერების და პლანტაციების მცენარეულობით.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

ყვითელმინის პროფილს აქვს შემდეგი შენება:

A_0 – მკვდარი საფარი სიმძლავრით 1 სმ-მდე, რომელიც ზაფხულის ბოლოს მთლიანად ქრება.

A – მუქი-რუხი, სიმძლავრით 10-15 სმ, კოშტოვანი, ზოგჯერ კოშტოვან-კაკლოვანი. გადასვლა თანთადანობითი.

AB – მორუხო-ყვითელი, გარდამავალი ჰუმუს-მეტამორფული ჰორიზონტი სიმძლავრით 15-20 სმ, გაურკვეველკოშტოვანი, ქვედა ნაწილში ხშირად შეიცავს ნვრილ, წერტილოვან რკინა-მანგანუმის კონკრეციებს. გადასვლა ნათელი.

B – ყვითელი ილუვიური მეტამორფული ჰორიზონტი სიმძლავრით 30-40 სმ, მკვრივი, პრიზმული, წვრილბელტოვანი, ზოგჯერ უსტრუქტურო, ტენიან მდგომარეობაში ბლანტი. გადასვლა თანთადანობითი.

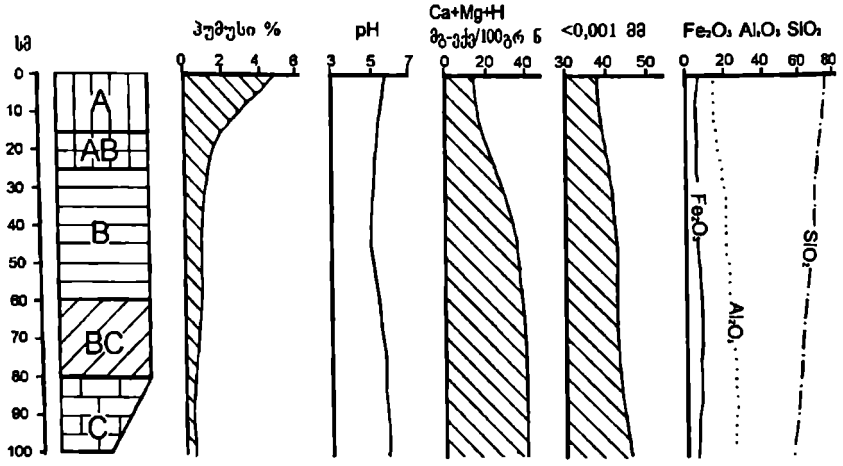
BC – ყვითელი ან ჩალისფერ-ყომრალი, ქანისკენ გარდამავალი სიმძლავრით 20-40 სმ, უსტრუქტურო, ძლიერ გამოფიტული ქანის ნამტვრევებით.

ამგვარად, ყვითელმიწა ხასიათდება მძლავრი პროფილით, ყვითელი შეფერილობით, ძირითადში კოშტოვანი სტრუქტურით.

ყვითელმიწების რეაქცია მჟავეა. ჰუმუსის შემცველობა მერყეობს 2-დან 7%-მდე. სიღრმით ჰუმუსის შემცველობა საკმაოდ მკვეთრად მცირდება. ჰუმუსი ფულვატურია. შთანთქმული კომპლექსი არ არის მაძღარი ფუძეებით, მაგრამ არამაძღრობის ხარისხი მნიშვნელოვნად იცვლება (4-7-დან 60-70%-მდე). მექანიკური შემადგენლობა სიღრმით უმნიშვნელოდ იცვლება. ამორფული რკინის შემცველობა მცირეა, ხოლო არასილიკატურის – საკმაოდ მაღალია.

მთლიანი ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით ძირითადი ჟანგეულები არათანაბრადაა განაწილებული. ლექის ფრაქციაში $SiO_2 : R_2O_3$ შეფარდება დიდ ფარგლებში მერყეობს (1,95-2,71) და მიუთითებს როგორც ფერალიტურ, ისე სიალიტურ გამოფიტვაზე.

ყვითელმიწა განსხვავდება ყვითელ-ყომრალისგან, რომელიც ვითარდება უფრო გრილ პირობებში, ღრმა გამოფიტვით, ერთნახევარჟანგეულების მეტი და კაჟმიწის ნაკლები შემცველობით.



ნახ. 32. ყვითელმიწის პროფილი და ძირითადი თვისებები

ყვითელმიწა განსხვავდება წითელმიწისგან, რომელიც ვითარდება იგივე ბიოკლიმატურ პირობებში, მაგრამ კაჟმიწით ღარიბ ქანებზე, ყვითელი შეფერილობით, ნაკლებად მყარი და უფრო უხეში სტრუქტურით, ნაკლები გამოფიტვით.

ყვითელმინის ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებია: ფერალიტიზაცია, გათიხება, ჰუმუსწარმოქმნა და გალეება.

კლასიფიკაცია. ყვითელმიწა იყოფა სამ ქვეტიპად: ტიპური, გაენრებული და გალებებული.

ტიპური ყვითელმინა გავრცელებულია ისეთ ადგილებში, სადაც არ აღინიშნება მშრალი პერიოდი. შიდანიადაგური გამოფიტვის და ნორმალური ეროზიის პროცესები ამ ნიადაგებში უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს, ვიდრე ზედა ჰორიზონტებიდან ლექის გამოტანა, რაც განსაზღვრავს არადიფერენცირებული პროფილის სუსტ განვითარებას.

გაენრებული ყვითელმიწა ხასიათდება დიფერენცირებული პროფილით, რაც დასტურდება მექანიკური შემადგენლობის და მთლიანი ქიმიური ანალიზის მონაცემებით.

გალებებული ყვითელმიწა ვითარდება ბრტყელ და ჩავარდნილ, სუსტად დრენირებულ წყალგამყოფ ნაკვეთებზე; ხასიათდება გალებების ნიშნებით.

ყვითელმინის ქვეტიპებში გამოჰყოფენ გვარებს:

ჩვეულებრივი – ამ გვარს გააჩნია ყვითელმიწის ქვეტიპების ყველა ნიშანი და თვისება.

ნარჩენ-კარბონატული – ფორმირდება ისეთ ქანებზე, რომლებიც შეიცავენ კარბონატებს. ჩვეულებრივი ნიადაგისგან განსხვავებით, ქვედა ჰორიზონტები ხასიათდება ნეიტრალური რეაქციით და გადიდებული შთანთქმის ტევადობით.

განუვითარებელი – ფორმირდება შედარებით მკვრივი ქანების მცირე სიმძლავრის ელუვიონზე; ხასიათდება ხირხატიანობით.

ქვარგვალიანები – განუვითარებელი გვარის ანალოგიური, მაგრამ მისგან განსხვავებით ფორმირდება ქვარგვალიან ნაფენებზე.

ყვითელმინა იყოფა სახეობად ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის სიმძლავრის მიხედვით: ღრმად ჰუმუსირებული (>30 სმ), არაღრმად ჰუმუსირებული (30-დან 20 სმმდე) და ნვრილჰუმუსირებული (<20 სმ).

გენეზისი. ყვითელმინის გავრცელება და თვისებები განპირობებულია ნიადაგწარმომქმნელი ქანების გავლენით. ნიადაგწარმოქმნის პროცესში ხდება რკინის გადაადგილება და, ამავე დროს, მისი ნაერთების ძლიერი ჰიდრატაცია. ამ უკანასკნელით განისაზღვრება პროფილის ყვითელი შეფერილობა. ყვითელმინის ძლიერი ჰიდრატაცია განისაზღვრება თიხების და თიხა-ფიქლების შინაგანი თვისებებით, კერძოდ, წყლის დიდი რაოდენობით შეკავების უნარით.

გამოყენება. ყვითელმინა ღარიბია კვების მინერალური ელემენტებით და ათვისებისას სწრაფად კარგავს ნაყოფიერებას. მას აგრეთვე გააჩნია არახელსაყრელი ფიზიკური თვისებები: დაბალი წყალგამტარობა, ცუდი აერაცია, სუსტი გასტრუქტურება. ამის გამო, ყველაზე ეფექტურია გამოყენება მუდმივი პლანტაციების ქვეშ (ჩაი, ციტრუსები, ტუნგო). მაღალი მოსავლის მისაღებად საჭიროა ორგანული და მინერალური სასუქების დიდი დოზებით შეტანა.

23.3. ჭაობიანი ნიადაგი (გლეისოლი – GLEYSOLS)

ზოგადი დახასიათება. ჭაობიანი და დაჭაობებული ნიადაგები ძირითადში გვხვდება კოლხეთის დაბლობზე (220 000 ჰა), რომელიც წარმოადგენს სამკუთხედს, რომლის წვერებია ქობულეთი, ოჩამჩირე და სამტრედია. ჭაობიანი ნიადაგი სპორადულად გვხვდება აგრეთვე აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოში.

ჭაობიანი ნიადაგები აერთიანებენ ლამიან-ჭაობიან (130 400 ჰა, ანუ ქვეყნის მთელი ტერიტორიის 1,9%) და ორგანულ (ტორფიან) ჭაობიან (70 600 ჰა – მთელი ტერიტორიის 1%-მდე) ნიადაგს.

შესწავლის ისტორია. კოლხეთის დაბლობის ჭაობიანი ნიადაგის ერთ-ერთი პირველი მკვლევარი იყო დ. გედევანიშვილი, რომელმაც გასული საუკუნის 20-იან წლებში დაამუშავა პირველი გენეზისური კლასიფიკაცია. შემდგომ ნიადაგი შეისწავლეს ს. ზახაროვმა, ბ. ფილოსოფოვმა, რ. პაპისოვმა, გ. კოსტავამ, ა. მოწერელიამ, თ. რამიშვილმა და სხვ.

ეკოლოგია. კოლხეთის დაბლობი დელტურ-აკუმულაციურ ვაკეთა ტიპს ეკუთვნის. აქ მდინარეთა შორის ცენტრალურ ნაწილს ტალვეგური ფორმა აქვს, რადგანაც მდინარეთა ნაპირები შემაღლებულია. ლიტერატურაში აღნიშნულია კოლხეთის დაბლობის ცენტრალური ნაწილის ეპეიროგენური დაძირვის შესახებ.

კოლხეთის დაბლობი ამოვსებულია ალუვიურ-ტერიგენური მასალით, რომლის შემადგენლობაში მონაწილეობს კავკასიონისა და ამიერკავკასიის სამხრეთი მთიანეთის ამგები ქანების დაშლის პროდუქტები. ნაფენები უმეტესად კარბონატულია, ზედა ფენებში თიხის სიჭარბით.

კოლხეთის დაბლობის კლიმატი თბილია, ტენიანი და რბილი. საშუალო წლიური ტემპერატურა შეადგენს 13,7-14,4°C. ყველაზე ცივი თვის – იანვრის ტემპერატურაა 3,6-4,6°C, ხოლო ყველაზე თბილი თვის – აგვისტოს 22,4-23,2 °C. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 8 თვეა. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა ხუთი-ექვსი თვეა. ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა შეადგენს 1157-1757 მმ. ნალექების მინიმუმი მოდის გაზაფხულზე, ხოლო მაქსიმუმი – შემოდგომასა და ზამთარში. საშუალო წლიური ფართობითი ტენიანობა აღწევს 71-82%.

მცენარეულობის გაბატონებული ტიპია – ბარის ტყეები, ხოლო თანმხლები – წყლოვან-ჭაობიანი და პსამოფილური მცენარეულობა. ბარის ტყეები წარმოდგენილია თხმელით. მინარევის სახით გვხვდება იმერეთის მუხა, იფანი, რცხილა, ლაფანი და სხვა. ჭაობში ჩვეულებრივ – ჭილი, ისლი და სხვა.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

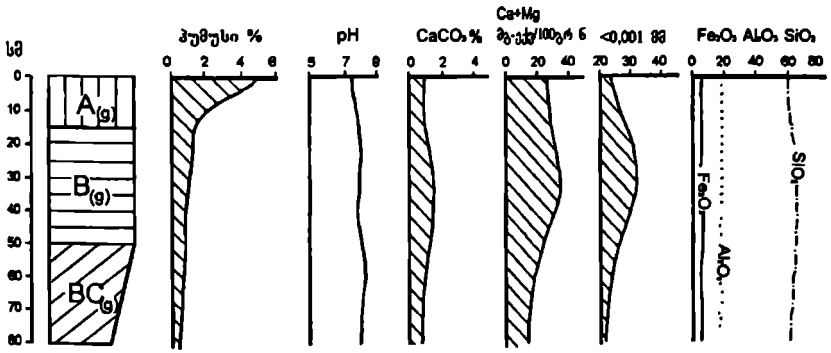
ჭაობიან ნიადაგს აქვს შემდეგი შენება:

A – მუქი-რუხი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, სიმძლავრით 15-20 სმ, კოშტოვანი, მძიმე მექანიკური შედგენილობის, გადასვლა ნათელი.

B – რუხი-ყომრალი, სიმძლავრით 40-60 სმ, კოშტოვანი, დაკუთხული, მძიმე მექანიკური შედგენილობის, გალებების ნიშნებით, გადასვლა შესამჩნევი.

BC – მუქი-ყომრალი, სიმძლავრით 30-50 სმ, ბელტოვანი, მძიმე მექანიკური შემადგენლობის, გალებებული.

ამგვარად, ჭაობიანი ნიადაგი ხასიათდება მძლავრი პროფილით, მძიმე მექანიკური შემადგენლობით, გალებების ნიშნებით.



ნახ. 33. ჭაობიანი ნიადაგის პროფილი და ძირითადი თვისებები

მიკრომორფოლოგიის მონაცემებით, ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი წარმოადგენს არაერთგვაროვან თიხიან მასას, თიხიანი და რკინა-თიხიანი, მაღალი ოპტიკური ორიენტაციის პლაზმით, გარკინებული ნაღვენთებით. მუქი-ყომრალი ილუვიური ჰორიზონტი გამოირჩევა მაღალი ფორიანობით, პლაზმის რკინა-თიხიანი შემადგენლობით, რკინის სხვადასხვა ახალქმნილებებით. ქანისკენ გარდამავალი ჰორიზონტი ყავისფერ-ყომრალია, მომკვრივო, კომპაქტური, თიხიანი, პლაზმის მოზაიკური და ბოჭკოვანი სტრუქტურით, ყომრალი და ყავისფერი რკინის ახალქმნილებების მაღალი შემცველობით.

მინერალურ-ჭაობიანი ნიადაგი ხასიათდება სუსტი ტუტე ან ნეიტრალური რეაქციით, ჰუმუსის დიდი შემცველობით, მძიმე მექანიკური შედგენილობით მთელ პროფილში, მაღალი დისპერსიულობით, შთანთქმულ კატიონებში მკვეთრად ჭარბობს გაცვლითი კალციუმი. მთლიანი ქიმიური ანალიზის მიხედვით ძირითადი ჟანგეულები არათანაბრადაა განაწილებული, რაც მიუთითებს ალუვიურ ბუნებაზე. ჭაობიანი ნიადაგი ხასიათდება რკინის სხვადასხვა ფორმის გადიდებული შემცველობით. ამასთან, აღინიშნება ამორფული რკინის დაგროვება პროფილის ზედა ნაწილში, ხოლო დაკრისტალებულის – სიღრმით.

ჭაობიანი ნიადაგის ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებია: გალებება, გათიხება, ჰუმუსწარმოქმნა და ტორფწარმოქმნა.

კლასიფიკაცია. ჭაობიანი ნიადაგი აერთიანებს ორ ტიპს: მინერალურ-ჭაობიან და ორგანულ-მინერალურ ჭაობიან ნიადაგს. მინერალურ-ჭაობიანი ნიადაგი იყოფა ორ ქვეტიპად: ლამიან-ჭაობიან და მდელოს ჭაობიან ნიადაგად. ლამიან-ჭაობიანი ნიადაგი ფორმირდება ტყის მცენარეულობის ქვეშ, ხოლო მდელოს ჭაობიანი ნიადაგი – ნატყეურ მდელოს ცენოზების პირობებში. ორგანულ-მინერალური ჭაობიანი ნიადაგი იყოფა ორ ქვეტიპად: სუბაქვალური-ჭაობიანი და ტორფიან-ჭაობიანი.

ჭაობიანი ნიადაგის ქვეტიპებში გამოყოფენ გვარებს: ნეიტრალური, მჟავე, ძლიერ მჟავე, ნორმალურ-ნაცრიანი.

გენეზისი. კოლხეთის დაბლობის დაჭაობებაზე განსხვავებული შეხედულება არსებობს. ა. მოწერელიას აზრით, ჭაობების წარმოქმნა ატმოსფერულ ნალექებთან და მდინარეების კალაპოტიდან გადმოსული ზედაპირული წყლების მოქმედებასთა-

ნაა დაკავშირებული. გ. კოსტავას შეხედულებით, დაჭაობების პროცესი უკავშირდება გრუნტისა და ნიადაგ-გრუნტის წყლის მოქმედებას.

გამოყენება. ჭაობიანი ნიადაგური ფონდი ის რეზერვია, რომლის დაშრობითაც სუბტროპიკული ზონის მიწათმოქმედებისთვის საჭირო ფართობი მრავალი ათასი ჰექტრით გაიზრდება. დიდი პერსპექტივა აქვს მეცხოველეობის განვითარებას და აგრეთვე კოლხეთის შემდგომ გარდაქმნას საკურორტო ზონად.

23.4. ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგი (ლუვისოლს ალბიკ – LUVISOLS ALBIC)

ზოგადი დახასიათება. ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგი ხასიათდება მკვეთრი დიფერენცირებული პროფილით შემდეგი აგებულებით: $A-A_1A_2-A_{2(g)}-B_1-B_2-BC-C$. ნიადაგის ძირითადი დიაგნოსტიკური მაჩვენებლებია: კარგად გამოხატული ელუვიური ჰორიზონტი, რომელიც გაღარიბებულია ლექის ფრაქციით და ერთნახევარჟანგეულებით და ყვითელ-ყომრალი ილუვიური ჰორიზონტი.

ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგის საერთო ფართობი საქართველოში შეადგენს 2% (137 600 ჰა). ფართოდაა გავრცელებული დასავლეთ საქართველოს ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში ზღვის დონიდან 30 მ-დან 200 მ-მდე, ძირითადად, კოლხეთის დაბლობის ჩრდილო-აღმოსავლეთი რაიონების მცირედ შემაღლებულ პერიფერიულ ნაწილში ზღვიურ-მდინარეთა ძველ ტერასებზე – ოჩამჩირის, გალის, ზუგდიდის, წალენჯიხის, ჩხოროწყუს, ხობის, სენაკის, მარტვილის, აბაშის, შუდარებით ნაკლებად სამტრედიის, ხონის და წყალტუბოს რაიონებში. ფრაგმენტულად გავრცელებულია გაგრის, გუდაუთის, ლანჩხუთის, ოზურგეთის და ქობულეთის რაიონებში. ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგი ესაზღვრება, ერთი მხრივ, ყვითელმიწას და კორდიან-კარბონატულ ნიადაგს და, მეორე მხრივ, ყვითელმიწა-ეწერლებიან და ჭაობიან ნიადაგს.

შესწავლოს ისტორია. ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგის პირველი მკვლევარი იყო დ. გედევანიშვილი (1912, 1927), რომელმაც უწოდა სუბტროპიკული ეწერი. ამით ის ანსხვავებდა ჩრდილოეთის ეწერებისგან და უკავშირებდა სუბტროპიკულ (ყვითელმიწა) ნიადაგებს. ეს სახელწოდება გაიზიარა მრავალმა მკვლევარმა (ვიტინი 1914; ზახაროვი 1924, 1935; შულგა 1924; კოვდა 1934; პოლინოვი 1930; საბაშვილი 1937, 1948; დარასელია 1949 და სხვ.).

ბ. პოლინოვის (1930) აზრით, ამ ნიადაგის გაიგივება „ნამდვილ" ეწერთან ისეთივე შეცდომაა, როგორც რუხი ნიადაგის მიკუთვნება შავმიწებს.

ვ. კოვდა (1934) მიაკუთვნებდა ამ ნიადაგს ეწერებს შემდეგი ნიშნებით: 1) სუბტროპიკული ეწერწარმოქმნის ნათელი სურათი მჟავიანობისა და ნიადაგის ფუძეებით არამაძღრობის მიხედვით; 2) აშკარად გაეწრებული ჰორიზონტის დიდი სიმძლავრით; 3) R_2O_3 ნაწილობრივი გადაადგილებით უფრო ღრმა ჰორიზონტებში და კონკრეციების დაგროვებით; 4) კაჟმიწისა და ერთნახევარჟანგეულების გამიჯვნით, კაჟმიწის დაგროვებით ზედა ჰორიზონტებში. ამის გარდა, აღინიშნებოდა მთელ ნიადაგურ პროფილში კონკრეციების მნიშვნელოვანი წარმოქმნა.

მ. საბაშვილი (1936) აღნიშნავდა, რომ ამ ნიადაგში ორტშტეინის წარმოქმნა დაჭაობების გარდა აიხსნება ორგანულ ნივთიერებებთან ერთად ერთნახევარჟანგეულების ჩარეცხვით ქვედა ჰორიზონტებში. კ. ბოგატირევი (1954) პირველი შეეც-

ადა ამ ნიადაგის გამოყვანას ენერის ჯგუფიდან და ყურადღება გაამახვილა ზედაპირული გალეებების პროცესების ნამყვან როლზე.

1963 წლის საველე ექსკურსიის (რომელშიც მონაწილეობდა ერთ-ერთი ავტორიც – თ.უ.) შედეგად დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ენერი ნიადაგი ი. გერასიმოვმა მიაკუთვნა სუბტროპიკულ ცრუენერს. ასეთივე აზრის იყო ს. ზონიც (1971, 1974). ცრუენერში წამყვანია ორი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესი: ლესივირება და ზედაპირული გალებება. ამ ნიადაგის პროცესები დაწვრილებით განიხილეს: ა. რომაშკევიჩმა (1966), ს. ზონმა და ნ. შონიამ (1971) და სხვ.

ი. გერასიმოვი (1966) სტატიაში „რა არის აფხაზეთის სუბტროპიკული ენერები?" აღნიშნავდა, რომ კავკასიის შავი ზღვის სანაპიროზე ნამდვილი ენერის არსებობა წარმოადგენს აბსურდულ გეოგრაფიულ პარადოქსს. ს. ზონის აზრით, სუბტროპიკული ნიადაგწარმოქმნა, რომელიც გამოიხატება რკინისა და ალუმინის დაგროვებასა და კაჟმიწის გამოტანაში, გამორიცხავს გაენრებას. ამ ნიადაგის გაუფერულებას აქვს გალეებების და არა გაენერების ბუნება.

ამ ნიადაგის წყლის რეჟიმი განხილულია მ. დარასელიას (1947) და თ. ურუშაძის, ბ. მლოკოსევიჩის (1976) შრომებში. ვ. ლეჟავას, ლ. ილინას, ს. გენდლერის (1984) მიერ შესწავლილი იყო კონკრეციების მორფოლოგია, მიკროსტრუქტურა და მინერალოგიური შედგენილობა, ხოლო ლ. მაჭავარიანის (1989) მიერ მიკრომორფოლოგია და მიკროქიმია.

ამჟამად მიღებულია ყვითელმიწა-ენერის სახელწოდება, რაც საკმაოდ ზუსტად ასახავს ნიადაგის გენეზისს.

ეკოლოგია. ყვითელმიწა-ენერი ნიადაგი ფორმირდება, ძირითადში, ძველ ზღვიურ ტერასებზე. მას აქვს საერთო დახრილობა პერიფერიული ნაწილიდან შავი ზღვის მიმართულებით. ტერასებზე უფრო მაღალი ჰიფსომეტრული ზოლი შედარებით დანაენერებულია და დრენირებული; ტერასების დაბალი ნაწილი კი ხასიათდება ნაკლები წყალწრეტით. ნიადაგის საკმარისად დიდი მასივები გვხვდება მდინარეების: კოდორის, ენგურის, ხობის, რიონის, ყვირილას და სხვ. ძველ ტერასებზე.

ნიადაგწარმომქმნელი ქანები ფხვიერია და, როგორც წესი, ორწევრიანი (ჰეტეროგენურია). მაგალითად, კოლხეთის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში გავრცელებული დაბალი ტერასები წარმოდგენილია თიხნარი ნაფენებით, რომლებიც ფარავენ ქვამრგვალებს, ხოლო ზოგან – თიხა ნაფენებს. კოლხეთის ცენტრალური და ჩრდილოეთ-დასავლეთის მთისწინები წარმოდგენილია მაღალი ტერასებით. აქ ვხედებით ჭრელ მესამეულ თიხებს, ზებრისებრ თიხებს, ქვამრგვალებს. მდინარეების ძველ ტერასებზე გავრცელებულია მძიმე თიხები, რომლებიც გარკვეულ სიღრმეზე იცვლება უფრო მსუბუქი ნაფენებით.

კლიმატი – ტენიანი, სუბტროპიკულია. ზამთარი თბილია (იანვრის საშუალო ტემპერატურა 4,4-დან 6,8 °C). ზაფხული ცხელია (ივლისის საშუალო ტემპერატურა 22,5-დან 24,5 °C). საშუალო წლიური ტემპერატურა 14-19°C ფარგლებში მერყეობს. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი – 4000-დან 4500°C-მდეა. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა რვა თვეა. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 250-290 დღეს. 12-15 წელიწადში ერთხელ აღინიშნება ტემპერატურის მკვეთრი დაქვეითება. ამ დროს ზოგიერთი სითბოს მოყვარული სუბტროპიკული მცენარე იღუპება. ნალექების რაოდენობა საკმაოდ მაღალია – 1500 მმ-მდე. ხშირია ნალექების მოსვლა თავსხმების სახით. ზოგჯერ დღე-ღამეში ნალექების 100-150 მმ მოდის. ნალექების

მოსვლის ასეთი ხასიათი ხშირად არის ძლიერად განვითარებული ეროზიული პროცესების მიზეზი. უხვი ნალექები ხშირად იცვლება გვალვიანი პერიოდით. ყველაზე გვალვიანია მაისი. ზაფხულსა და შემოდგომაზე ფარდობითი ტენიანობა აღწევს 90%, ხოლო მინიმალურ სიდიდეს (67-79%) – გაზაფხულსა და შემოდგომაზე.

წარსულში ამ ზონაში გავრცელებული იყო პოლიდომინანტური კოლხეთის ტიპის ტყე. მრავალ მერქნიან ხესთან ერთად (მუხა, ძელქვა, წაბლი, ხურმა, რცხილა, იფანი, ლაფანი და სხვ.) ჩვეულებრივი იყო ხვიარა ბუჩქები (ეკალღიჭი, კატაბარდა, ღეღეცეცი) და მარადმწვანე ქვეტყე (ბზა, წყავი, დეკა). ამჟამად ბუნებრივი მცენარეულობა ძირითადში დარღვეულია გაჩეხვის და ინტენსიური ძოვების შედეგად. ყოფილი ტყის მასივების ფართობები ათვისებულია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ქვეშ: ჩაი, ციტრუსები, თამბაქო, სიმინდი. კოლხეთის ტყე შემორჩენილია ფრაგმენტული ნაკეთების სახით.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგის პროფილს აქვს შემდეგი შენება:

A – ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, საერთო სიმძლავრე 5-10 სმ, მუქი-რუხი, არამყარ-წვრილკაკლოვანი, თიხნარი, ფესვების დიდი რაოდენობა, გადასვლა თანდათანობითი.

A_1A_2 – ჰუმუსოვან-ილუვიური, სიმძლავრით 5-15 სმ, ჩალისფერ-მორუხო, თიხნარი, არამყარ-წვრილკოშტოვანი, ფხვიერი, ფოროვანი, გადასვლა თანდათანობითი.

A_2 - ელუვიური ჰორიზონტი სიმძლავრით 5-10 სმ, მოთეთრო-ყვითელი, თიხნარი, არამყარკოშტოვანი, ფხვიერი, ფოროვანი, გვხვდება წვრილი კონკრეციები, გადასვლა ნათელი.

B – ილუვიური ჰორიზონტი, სიმძლავრით 20-30 სმ, მოყვითალო-ჟანგისფერი, თიხიანი, მომკვრივო, კოშტოვან-ბელტოვანი, გვხვდება კონკრეციები, გადასვლა თანდათანობითი.

BC – გარდამავალი ჰორიზონტი, სიმძლავრით 20-40 სმ, მოყვითალო, ხშირად არაერთგვაროვანი, თიხნარი ან თიხიანი, მკვრივი, ბელტოვანი.

ამგვარად, ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგი ხასიათდება მკვეთრად დიფერენცირებული პროფილით. ზედა ელუვიური ჰორიზონტები მოთეთრო-ყვითელია, ცუდად გასტრუქტურებული. ილუვიური ჰორიზონტები მოყვითალო-ჟანგისფერი, მომკვრივო, უფრო მძიმე და უკეთესად გასტრუქტურებული.

მიკრომორფოლოგიის მონაცემებით, ყვითელ-ყავისფერი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი გამოირჩევა რკინა-თიხიანი შემადგენლობის და ქერცლოვანი სტრუქტურის ქვიშნარ-მტვრიანი პლაზმით, ოპტიკურად ორიენტირებული თიხიანი კუტანებით, დამრგვალებული რკინის კონკრეციებით. ელუვიური ჰორიზონტი ყვითელ-ყავისფერი, ერთგვაროვანი წვრილმტვრიანი, იზოტროპული პლაზმით, კონკრეციული ნარმონაქმნების გადიდებული შემცველობით. ილუვიური ჰორიზონტის ყვითელ-ჩალისფერი თიხნარი მასა ღრუბლისებრია, ნაწილობრივ ფრაგმენტული მტვრიან-პლაზმური მიკროაგებულებით, თითქმის იზოტროპული თიხიანი პლაზმით, რკინის ახალქმნილებების მცირე რაოდენობით. ქანისკენ გარდამავალი ჰორიზონტი – ღიაყომრალი, ფორიანი, თიხოვანი პლაზმის ოპტიკური ორიენტაციის მაღალი ხარისხით, კონკრეციების მცირე შემცველობით.ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგი ხასიათდება მჟავე რეაქციით, pH მაჩვენებელი ძირითადად მერყეობს 4,5-6,0 ფარგლებში.

ყველაზე მაღალი მჟავიანობით გამოირჩევა ელუვიური ჰორიზონტები. სიღრმით აღინიშნება მჟავიანობის შემცირების ტენდენცია. ჰუმუსის შემცველობა მცირე ან საშუალოა. ჰუმუსოვან ჰორიზონტში ჰუმუსის შემცველობა 2,5-5,5% მერყეობს. ნიადაგები ღრმად ჰუმუსირებულია – ყველაზე ქვედა BC ჰორიზონტში მისი შემცველობა შეადგენს 0,5-0,9%. ჰუმუსის ტიპი ფულვატურია. $C_ჰ : C_ფ$ შეფარდება 0,3-0,9 ფარგლებში მერყეობს. ნიადაგები მიეკუთვნება თიხნარებსა და თიხებს. ჩვეულებრივ ელუვიური ჰორიზონტები გაღარიბებულია წვრილი ფრაქციებით.

მთლიანი ქიმიური ანალიზის მიხედვით, ძირითადად ჟანგეულები არათანაბარი განაწილებით ხასიათდება. ელუვიურ ჰორიზონტში აღინიშნება კაჟმიწის დაგროვება და ერთნახევარჟანგების რაოდენობის შემცირება. სიღრმით, ილუვიურ ჰორიზონტში, პირიქით, კაჟმიწის შემცველობა იზრდება, ხოლო ერთნახევარჟანგების – მცირდება.

ლექის ფრაქციის მთლიანი ქიმიური ანალიზის მიხედვით, ნიადაგში მკვეთრადაა შემცირებული კაჟმიწის და გადიდებულია ერთნახევარჟანგეულების შემცველობა. ამასთან, რკინის ოქსიდი ვერტიკალურ პროფილში თანაბრადაა განაწილებული – სიღრმით მისი რაოდენობა იზრდება, ლექის ფრაქციაში SiO_2 R_2O_3 შეფარდება, როგორც წესი, 2,5 ნაკლებია, რაც ნიადაგის ალიტურ გამოფიტვაზე მიუთითებს. ამ ნიადაგის ერთ-ერთი დამახასიათებელი ნიშანია ორტშტეინიანი ჰორიზონტის არსებობა, რომელიც განაპირობებს ნიადაგის მთელ რიგ უარყოფით თვისებას. მის წარმოქმნაში მონაწილეობს არა მარტო ზედა ჰორიზონტებიდან გამორეცხილი ერთნახევარჟანგები, არამედ რკინით გამდიდრებული ინფილტრაციული წყალი, რომელიც მოჟონავს უფრო მაღალი მდებარეობის ზონიდან. ინფილტრაციულ წყალში არსებული რკინის ნაერთების ხარჯზე ხდება ილუვიური ფენის რკინით გამდიდრება და მძლავრი ორტშტეინის ჰორიზონტის ჩამოყალიბება.

ამ ნიადაგის ლექის ფრაქციაში ჭარბობს კაოლინიტი, ქლორიტი, ჰალუაზიტი და წერილდისპერსული კვარცი.

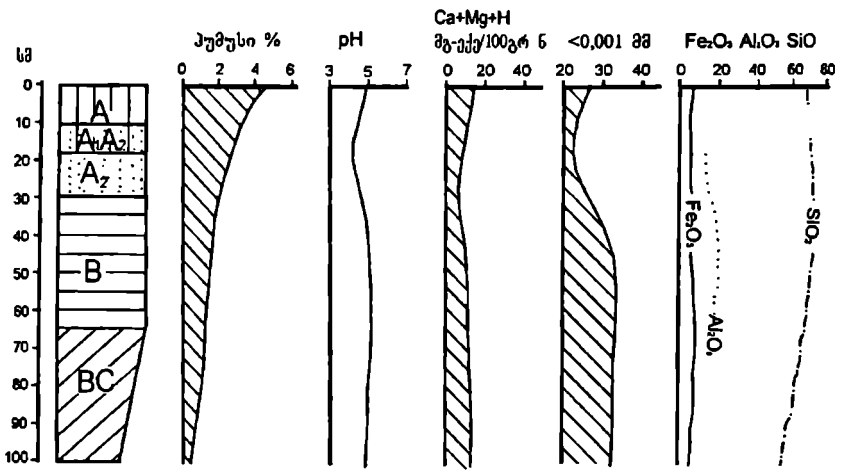
ყვითელმინა-ეწერ ნიადაგში არასილიკატური რკინის შემცველობა ჭარბობს სილიკატურს. რკინის ცალკეული ფორმების განაწილება ორი მაქსიმუმით ხასიათდება – ზედა და ყველაზე ქვედა ფენებში.

ამრიგად, ყვითელმინა-ეწერი ნიადაგი ხასიათდება მჟავე რეაქციით (ელუვიურ ჰორიზონტებში ყველაზე მაღალი მაჩვენებლებით): ჰუმუსის მცირე ან საშუალო შემცველობით, ჰუმუსის ფულვატური ტიპით, შთანთქმის დაბალი ტევადობით, ელუვიური ჰორიზონტების გაღარიბებით წვრილი ფრაქციებით, ძირითადი ჟანგეულების ელუვიურ-ილუვიური განაწილებით, ალიტური გამოფიტვით, არასილიკატური რკინის სიჭარბით.

ყვითელმინა-ეწერი ნიადაგი განსხვავდება ყვითელმიწისაგან და წითელმიწისგან მკვეთრად დიფერენცირებული პროფილით, რკინის კონკრეციების გადიდებული შემცველობით და, ხშირ შემთხვევაში, პროფილის ქვედა ნაწილში ორტშტეინის არსებობით.

ყვითელმინა-ეწერი ნიადაგი განსხვავდება ყვითელმინა-ეწერლებიანი ნიადაგისგან სუსტი გალეებით და კონკრეციების ნაკლები შემცველობით.

ყვითელმინა-ეწერი ნიადაგის ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებია: გაეწრება, ლესივირება, ალიტიზაცია და გამოტუტვა.



ნახ. 34. ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგის ძირითადი თვისებები

კლასიფიკაცია. ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგი იყოფა ორ ქვეტიპად: ტიპური და სუსტად არამაძღარი.

ტიპური ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგი ვითარდება ტიპის არეალის ყველაზე ტენიან ნაწილში. მორფოლოგია და ძირითადი თვისებები შეესაბამება ზემოთ მოტანილ ტიპურ დახასიათებას.

სუსტად არამაძღარი ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგი ძირითადში გვხვდება არეალის შედარებით მშრალ ნაწილში. ნიადაგის ილუვიური ჰორიზონტები გამოირჩევა მოყავისფრო შეფერილობით. მათ გააჩნიათ სუსტი მჟავე რეაქცია, დაბალი არამაძღრობის ხარისხი (20%-ზე ნაკლები). ტენის რეჟიმში რამდენიმე თვის მანძილზე მკვეთრადაა გამოხატული მშრალი პერიოდი, როდესაც ტენის დაღმავალი დენი წყდება.

ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგის ქვეტიპებში გამოყოფენ შემდეგ გვარებს:

ჩვეულებრივი – ვითარდება ერთგვაროვან თიხნარ და თიხა ნიადაგწარმომქმნელ ქანებზე და ყველაზე სრულად აქვთ წარმოდგენილი ცალკეული ქვეტიპების თვისებები.

კონტაქტურ-ლებიანი – ფორმირდება არაერთგვაროვან (მექანიკური შედგენილობით) ნიადაგწარმომქმნელ ქანებზე. ნიადაგების პროფილში მკაფიოდ არის გამოხატული გალებებული ჰორიზონტები, რაც დაკავშირებულია ქანების მექანიკური შედგენილობის ცვლასთან.

ქვამრგვალიანები – წარმოიქმნება თიხნარებსა და თიხებზე, რომლებიც 1 მ-მდე იცვლება ქვამრგვალებით, რაც განსაზღვრავს ნიადაგის მრავალ თვისებას.

კონკრეციული – შეიცავს პროფილის ერთ ან რამდენიმე ჰორიზონტში ნიადაგის საერთო მასიდან კონკრეციებს 20-დან 50%-მდე.

ორტშტეინური – ხასიათდება ნიადაგის სხვადასხვა სიღრმეზე ორტშტეინის შრის არსებობით.

ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგი იყოფა სახეობად შემდეგი ნიშნებით.

გაეწრების სიღრმით (გაეწრებული ჰორიზონტის ქვედა საზღვარი): წვრილ-გაეწრებული (25 სმ-მდე), არაღრმად გაეწრებული (25-50 სმ), ორმაგგაეწრებული (50 სმ ქვემოთ).

გენეზისი. ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგი განსხვავდება ნამდვილი ეწრისგან ნიადაგწარმოქმნის პირობებით (სუბტროპიკული ჰავით, რკინით მდიდარი ნიადაგწარმომქმნელი ქანებით) და, როგორც შედეგი, ამ ნიადაგებში „ნამდვილ", „კლასიკურ" გაეწრებას ანუ პირველადი და მეორადი მინერალების დაშლას და დაშლის პროდუქტების ჩატანას, ან პროფილიდან გატანას ადგილი არა აქვს. ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგის პროფილის დიფერენცია გენეზისურ ჰორიზონტებზე არა ეწერწარმოქმნის პროცესის შედეგია, არამედ ე.წ. „ცრუგაეწრებისა", ანუ „ლესივირებისა" (წვრილი ნაწილაკების გადაადგილება დაუშლელად) და ზედაპირული გალეხებისა. „ლესივაჟის" პროცესი ხელს უწყობს პროფილის შემდგომ დიფერენციაციას და განსაზღვრავს წყალგაუმტარი ფენის წარმოქმნას. ნიადაგისთვის დამახასიათებელია ზედა ჰორიზონტის პერიოდული ჭარბად დატენიანებისა და მასთან დაკავშირებულ ნიადაგში ჟანგვა-აღდგენის პროცესების მონაცვლეობა. ამ ჰორიზონტებში ტენის სიჭარბის დროს აღდგენითი პროცესების შედეგად რკინის ჟანგი (Fe_2O_3) გადადის ქვეჟანგში (FeO) და მოძრავი ხდება. სიმშრალის დროს აერობული პირობების გამო მიმდინარეობს დაჟანგვითი პროცესები და ხდება რკინის ქვეჟანგის მის ჟანგში გადასვლა. აღდგენითი რკინის ნაერთები სიღრმეში გადანაცვლდება და ინტენსიურად გროვდება ილუვიურ ჰორიზონტში. რკინის ნანილი, რომელიც ზედა ჰორიზონტებში რჩება, განიცდის სეგრეგაციას და ამით ხელს უწყობს მათ გაუფერულებას.

უახლესი გამოკვლევებით დასტურდება, რომ ყვითელმიწა-ეწერ ნიადაგში ადგილი აქვს აგრეთვე „ნამდვილ" გაეწრებას.

გამოყენება. ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგი ხასიათდება დაბალი ბუნებრივი ნაყოფიერებით და არახელსაყრელი ფიზიკური თვისებებით. ნიადაგის ერთ-ერთი ძირითადი უარყოფითი მაჩვენებელია ორტშტეინის ჰორიზონტის არსებობა, რომელიც თავისი წყალგაუმტარობის გამო ხელს უწყობს ნიადაგების დაჭაობებას. ნიადაგის გაკულტურების მიზნით მიმართავენ სხვადასხვა ხერხს. ერთ-ერთია ღრმად დასამუშავებელი საპლანტაჟო გუთნით ორტშტეინის დარღვევა-გაფხვიერება. ხშირად პლანტაჟირებულ ფართობებზე კეთდება წყალსანრეტი არხები, რაც ხელს უწყობს ნიადაგის დაწრეტას ზედმეტი წყლისგან და ოპტიმალური წყლის რეჟიმის შექმნას. ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგი ღარიბია საკვები ნივთიერებებით: აზოტით, ფოსფორითა და კალიუმით. ჩაისა და სხვა კულტურების მაღალი და სტაბილური მოსავლის მისაღებად საჭიროა მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენება. სასუქების დოზების, შეტანის წესებისა და ვადების მკაცრი დაცვით აღწევენ სასურველ შედეგს და იღებენ მაღალ მოსავალს. ფართოდ იყენებენ ქიმიურ მელიორაციასაც – მოკირიანებას. ამ გზით ხდება ნიადაგის ძლიერ მჟავე რეაქციის განეიტრალება და ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესება. მოკირიანება დასაშვებია სიმინდის და სხვა მარცვლოვანი კულტურების ნაკვეთებზე; ჩაის ქვეშ ის მიუღებელია ჩაის ბუჩქის კალციფობური ბუნების გამო.

ამ ნიადაგზე მუხნარების საერთო ბიომასა შეადგენს 1500-2500 ც/ჰა: აქედან მიწისზედა ნანილზე მოდის 1300-2300, ხოლო მიწისქვედაზე – 150-340 ც.

ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგი მეტ-ნაკლებად გაჭუჭყიანებულია მძიმე ლითონებით – მანგანუმით, ტყვიით, თუთიით, სპილენძით და ნიკელით. ამის წყაროა მრეწველობა, ავტოტრანსპორტი და სასუქების არასწორი გამოყენება.

23.5. ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი (ლუვისოლს ალბიკ – LUVISOLS ALBIC)

ზოგადი დახასიათება. ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი ხასიათდება მკვეთრად დიფერენცირებული პროფილით შემდეგი აგებულებით: A-A_1A_2-B_1-B_2-BC-CDg-G ან A_1A_2-A_2-A_2B-BCg. განვითარების პირობებით ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი მეტად ახლოს არის ყვითელმიწა-ეწერ ნიადაგთან, მაგრამ განსხვავდება გრუნტის და ზედაპირული ჩამონადენი წყლებით მეტი დატენიანებით. ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგის საერთო ფართობი შეადგენს ქვეყნის მთელი ტერიტორიის 0,7% (14 200 ჰა). ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი ესაზღვრება, ერთი მხრივ, ყვითელმიწას და კორდიან-კარბონატულ ნიადაგს და, მეორე მხრივ, ყვითელმიწა-ეწერ და ჭაობიან ნიადაგს.

შესწავლის ისტორია. ამ ნიადაგის შესწავლის ისტორია იგივეა, რაც ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგის. ა. მოწერელიას (1974) მიაჩნია, რომ კოლხეთის დაბლობის პირობებში ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი იყოფა ორ ქვეტიპად: 1) მდინარეთა თანამედროვე ტერასებზე განვითარებულ და 2) ძველ ტერასებზე განვითარებულ ყვითელმიწა-ეწერლებიან ნიადაგად. მდინარეთა თანამედროვე ტერასებზე განვითარებული ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი გამოირჩევა კარგად გამოხატული გალებების ნიშნების მქონე ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით. სიღრმით გალებება მატულობს და 50-60 სმ ქვემოთ ხშირად აღინიშნება გალებებული ჰორიზონტი. მთელს პროფილში აღინიშნება კონკრეციები. ძველ ტერასებზე ფორმირებული ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგის პროფილი კარგად არის დიფერენცირებული გენეზისურ ჰორიზონტებზე; ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი მცირე სიმძლავრისაა. გალებება აღინიშნება ზედაპირიდანვე და სიღრმით თანდათან მატულობს. კონკრეციები მთელ პროფილშია. ორტშტეინის ფენა არის კარგად გამოხატული.

ეკოლოგია. ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი გავრცელებულია იმავე არეალში, რომელშიც ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგი, მაგრამ იკავებს რელიეფის უფრო ჩადაბლებულ ადგილებს.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

ყვითელმიწა-ეწერლებიან ნიადაგს აქვს პროფილის შემდეგი შენება:

A – ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი საერთო სიმძლავრით 5-10 სმ, მუქი-რუხი, წვრილკაკლოვანი, ფესვები დიდი რაოდენობით, თიხნარი, გალებების ნიშნები, გადასვლა თანდათანობითი.

A_1A_2 – ჰუმუს-ელუვიური, სიმძლავრით 5-20 სმ, ჩალისფერ-მორუხო, თიხნარი, ნვრილკაკლოვანი, ფესვები ნაკლებად, ფხვიერი, გალებების ნიშნებით, ფოროვანი, გადასვლა ნათელი.

B – ილუვიური ჰორიზონტი სიმძლავრით 30-60 სმ, მოყვითალო-ჟანგისფერი, გალებების ნიშნებით, თიხიანი, მომკვრივო, კოშტოვან-ბელტოვანი, გვხვდება კონკრეციები, გადასვლა თანდათანობითი.

BC – გარდამავალი, სიმძლავრით 10-30 სმ, მოყვითალო, ხშირად არაერთგვაროვანი, თიხიანი, მკვრივი, ბელტოვანი, გალებების ნიშნები, გადასვლა თანდათანობითი.

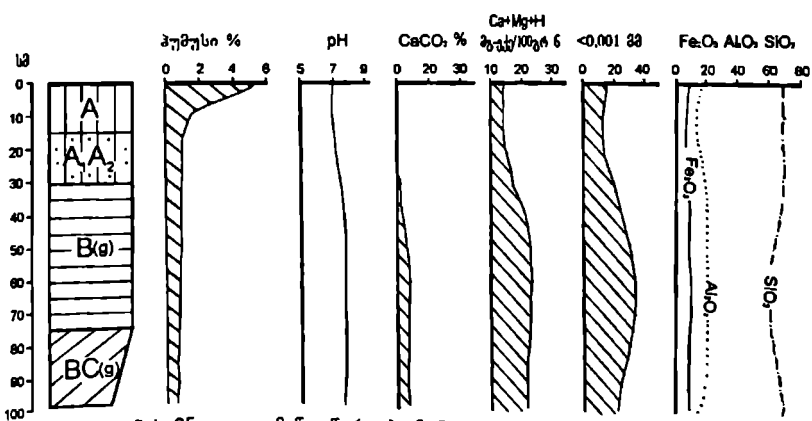
CDg – გარდამავალი, ყვითელ-მოლურჯო, უსტრუქტურო, გალებების ნიშნებით.

G – გალებებული ჰორიზონტი, უსტრუქტურო, ბლანტი.

ამგვარად, ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი ხასიათდება მკვეთრად დიფერენცირებული პროფილით, ინტენსიური გალებებით, კონკრეციებით მთელს პროფილში, ხშირად კარგად გამოხატული ორტშტეინის ფენის არსებობით.

მიკრომორფოლოგიის მონაცემებით, ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი წარმოადგენს კომპაქტური მიკროაგებულების ყვითელ-ყავისფერ თიხნარ მასას. პლაზმური მასალა ჭარბობს ხირხატზე და ხასიათდება წვრილქერცლოვანი ოპტიკური ორიენტაციის სტრუქტურით. პლაზმის შედგენილობა რკინოვან-თიხნარია და ნაწილობრივ ჰუმუსოვან-თიხიანი. გვხვდება წვრილი რკინის კონკრეციები. ელუვიური ჰორიზონტი წარმოადგენს ყვითელ-ყომრალ თიხნარ მასას, მტვრიან-პლაზმური მიკროაგებულებით. წვრილბოჭკოვანი ორიენტაციის პლაზმა, რომელიც ჭარბობს ხირხატზე, ხასიათდება რკინა-თიხიანი შემადგენლობით. აქვე აღინიშნება გარკინებული ზონები წვრილი კონკრეციებით. ილუვიური ჰორიზონტი – ყვითელი ფერის, მტვრიან-პლაზმური აგებულებით, მოუწესრიგებელი ბოჭკოვანი და მოზაიკური ორიენტაციით, რკინა—თიხიანი შემადგენლობით და მსხვილი გარკინებული ზონებით; გალებებული ჰორიზონტი – რუხი და ყავისფერ-ჩალისფერი, მტვრიან-პლაზმური მიკროაგებულების, თიხიანი პლაზმა სუსტი ორიენტაციით, გვხდება რკინა-ორგანული ახალქმნილებები.

ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი ხასიათდება მჟავე, ნეიტრალური ან სუსტი ტუტე რეაქციით, ჰუმუსის ზომიერი შემცველობით და ღრმა ჰუმუსირებით, ჰუმუსის ფულვატური ტიპით. ნიადაგი ფუძეებით მაძღარი ან არამაძღარია. ნიადაგის რეაქცია და, შესაბამისად, მაძღრობა ან არამაძღრობა დაკავშირებულია გრუნტის წყლების ქიმიზმთან. მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით მიეკუთვნება თიხნა-



ნახ. 35. ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგის ძირითადი თვისებები

რებს და თიხებს. ჰუმუსოვანი და ელუვიური ჰორიზონტები გაღარიბებულია წვრილი ფრაქციით. მთლიანი ქიმიური ანალიზის მიხედვით ძირითადი უანგეულები ხასიათდება ელუვიურ-ილუვიური დიფერენციაციით. სილიკატური რკინის შემცველობა ჩვეულებრივ ჭარბობს არასილიკატური რკინის რაოდენობას.

ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგის ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებია: გალებება, გაეწრება, ლესივირება, ალიტიზაცია და გამოტუტვა.

ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი განსხვავდება ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგისგან ინტენსიური გალებებით და მთელს პროფილში კონკრეციების ინტენსიური შემცველობით.

კლასიფიკაცია. ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი იყოფა სამ ქვეტიპად: ზედაპირულლებნარი, ლებნარი და ლებიანი.

ზედაპირულლებნარი ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი ფორმირდება ჭარბტენიანი ზედაპირული დატენიანების ზეგავლენით და აქვს მკაფიოდ გამოხატული გალებება პროფილის ზედა ნაწილში (განსაკუთრებით ელუვიური ჰორიზონტის ქვედა და ილუვიური ჰორიზონტის ზედა ნაწილში). ნიადაგის გავრცელება შეზღუდულია და გვხვდება ფერდობების გაეაკებულ ნაწილებში.

ლებნარი ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული და ვითარდება ჭარბტენიანი გრუნტის დატენიანების პირობებში. გალებება აღინიშნება ილუვიური ჰორიზონტის ქვედა ნაწილში და ნიადაგწარმომქმნელ ქანში. ნიადაგი ხშირად ხასიათდება რკინის აკუმულაციით.

ლებიანი ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი განსხვავდება ლებნარი ნიადაგისგან უფრო ინტენსიური გალებებით და რკინის კონკრეციების გადიდებული შემცველობით და ხშირად ორტშტეინის არსებობით.

ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგის ქვეტიპებში გამოიყოფა შემდეგი გვარები:

ჩვეულებრივი – ვითარდებიან უკარბონატო წვრილმიწა ქანებზე და ყველაზე სრულად აქვთ წარმოდგენილი ცალკეული ქვეტიპების თვისებები.

ნარჩენ-კარბონატული – ფორმირდებიან კარბონატებით მდიდარ ქანებზე.

ქვამრგვალიანი – წარმოიქმნებიან თიხნარებსა და თიხებზე, რომლებიც 1 მ-მდე იცვლებიან ქვამრგვალებით, რაც განსაზღვრავს ნიადაგის მრავალ თვისებას.

კონკრეციული – შეიცავს პროფილის ერთ ან რამდენიმე ჰორიზონტში ნიადაგის საერთო მასიდან კონკრეციებს 20-დან 50 %-მდე.

ორტშტეინური – ხასიათდება ნიადაგის სხვადასხვა სიღრმეზე ორტშტეინის შრის არსებობით.

ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი იყოფა სახეობად შემდეგი ნიშნებით: გაეწრების სიღრმით (გაეწრებული ჰორიზონტის ქვედა საზღვარი 10 სმ-მდეა), წვრილ-გაეწრებული (25 სმ-მდე), არაღრმად გაეწრებული (25-50 სმ), ღრმად გაეწრებული (50 სმ ქვემოთ).

გენეზისი. ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგის ფორმირება ხდება ნიადაგწარმოქმნის ორი ძირითადი პროცესის ერთობლივი მიმდინარეობით: ესაა დაჭაობებისა და გაეწრების პროცესები. დაჭაობების პროცესის შედეგად ფორმირდება მინალებიანი ჰორიზონტი, ხოლო გაეწრების – გაეწრებული და ორტშტეინიანი ჰორიზონტები. ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგისთვის დამახასიათებელია თავისებური ჰიდროლოგიური რეჟიმი – ნალექებიან პერიოდში გრუნტის წყლის დონე მაღლა იწევს, ნიადაგის ფირები წყლით ივსება. ანაერობიოზის შედეგად ნიადაგში

მიმდინარეობს აღდგენითი პროცესები, რაც განაპირობებს მინალებიანი ჰორიზონტის ჩამოყალიბებას. ჭარბტენიან პერიოდში წყლის ჭარბი რეჟიმი ხშირად ნიადაგის ზედაპირიდანვეა, რის შედეგადაც გალებებაც ხშირად აქედანვე იწყება. გვალეიან პერიოდში გრუნტის წყლის დონე დაბლა იწევს და ნიადაგის ზედა ჰორიზონტში ანაერობულ პროცესებს ცვლის აერობულ-დაჟანგვითი პროცესები. ზემოთ აღნიშნული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესების გამოხატულებასთან დაკავშირებით, ნიადაგებში ყალიბდება სხვადასხვა სიმძლავრის გაეწრებული და მინალებიანი ჰორიზონტი.

გამოყენება. ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგის ათვისება დაკავშირებულია მთელ რიგ სიძნელესთან. აქედან უმთავრესია ჭარბტენიანობა. მისი გამოყენება მრავალწლიანი კულტურების ქვეშ წინასწარი მელიორაციის გარეშე ხშირად შეუძლებელია. ნიადაგზე, ძირითადად, ითესება სიმინდი და სხვა ერთწლიანი კულტურა. ისტორიულად იყენებდნენ ნახევრად სფერულ კვლებს, რომელთა კონკრეტული პარამეტრები იცვლება ადგილმდებარეობისა და კულტურების გათვალისწინებით. ნიადაგი საჭიროებს წყალდამწრეტი სადრენაჟო ქსელის მოწყობას. ნიადაგი ორტშტეინიანი გამკვრივებული ფენით ღრმად უნდა დამუშავდეს საპლანტაჟო გუთნით. ნიადაგი საჭიროებს მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენებას. მეტად პერსპექტიულია სასიდერაციო კულტურების თესვა, რომლის მწვანედ ჩახვნა ადიდებს ნიადაგის ორგანულ მასას და ხელს უწყობს ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესებას.

23.6. ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი (აკრისოლს ჰაპლიკ – ACRISOLS HAPLIC)

ზოგადი დახასიათება. ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი ხასიათდება კარგად გამოხატული ჰუმუსოვანი და ყვითელ-ყომრალი ილუვიური ჰორიზონტით. ნიადაგურ პროფილს ჩვეულებრივ შემდეგი აგებულება აქვს: A-AB-B_1-B_2-C_1-C_2 ან A-B_1-B_2-C_1-C_2 ან A-AB-B-B_1B_2-BC. ძირითადი დიაგნოსტიკური მაჩვენებლებია: კარგად გამოხატული ჰუმუსოვანი და ყვითელ-ყომრალი ჰორიზონტი B, ალიტური გამოფიტვა და რკინით გამდიდრება.

ყვითელ-ყომრალი ნიადაგის საერთო ფართობი საქართველოში შეადგენს 1,5% (106 000 ჰა-ს). ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი გავრცელებულია დასავლეთ საქართველოში სუბტროპიკული სარტყლის ყვითელმიწა, წითელმიწა და ყომრალ ნიადაგს შორის (ზღვის დონიდან 400-500 მ-დან 800-1000 მ-მდე). ესაზღვრება, ერთი მხრივ, წითელმიწას, ყვითელმიწას, ყვითელმიწა-ეწერს და, მეორე მხრივ, ყომრალს.

შესწავლის ისტორია. ჯერ კიდევ გ. ტარასაშვილი (1938) აღნიშნავდა დასავლეთ საქართველოს ტყის ნიადაგების თავისებურებას, რომელიც გამოიხატებოდა გადიდებულ მუავიანობაში, ფუძეებით ძლიერ არამაძღრობასა და ზოგიერთ სხვა თვისებაში. მ. საბაშვილს (1948) მიაჩნდა, რომ დასავლეთ საქართველოს ზოგიერთი ტყის ნიადაგი გამოირჩევა ძლიერი არამაძღრობით (ყომრალ ნიადაგთან შედარებით), ყველაზე მუავე რეაქციით და მიეკუთვნება წითელი ფერის ყომრალს, როგორც გარდამავლებს ყომრალიდან წითელმიწისკენ.

1963 წელს ბათუმის მიდამოებში მთა „მტირალას" ფერდობებზე საველე ექსკურსიის დროს (რომელშიც მონაწილეობდა ამ სტრიქონების ერთ-ერთი ავტორი – თ.უ.) ი. გერასიმოვმა ამ ნიადაგს უწოდა ყვითელ-ყომრალი, რათა ეჩვენებინა გარდამავალი ხასიათი ზომიერად თბილი სარტყლის ყომრალიდან ტენიანი სუბ-

ტროპიკების ნიადაგისკენ. საქართველოში ყვითელ-ყომრალი ნიადაგის შესაძლებელი არსებობის შესახებ მოსაზრება გამოთქვა აგრეთვე ს. ზონმა (1966).

ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების, შემადგენლობის ძირითადი მაჩვენებლებისა და მათ ჩამოყალიბებაში მონაწილე პროცესების შესწავლის საფუძველზე თ. ურუშაძემ (1967) პირველმა დაასაბუთა ყვითელ-ყომრალი ნიადაგის ცალკე გენეტიკურ ტიპად გამოყოფის აუცილებლობა. ქართველი მეცნიერის ეს გამოკვლევა იაპონელმა მეცნიერებმა საფუძვლად დაუდეს თავიანთ კვლევას. იჩირო კანომ (1970) და სუტცუკი ნაგატსუკიმ (1971) თ. ურუშაძის მიერ საქართველოს ყვითელ-ყომრალი ნიადაგისთვის დადგენილი ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების, დიაგნოსტიკური ნიშნებისა და სხვა მაჩვენებლების ეტალონირებით იაპონიაში დამოუკიდებელ ნიადაგურ ტიპად გამოყვეს ყვითელ-ყომრალი ნიადაგები. თ. ურუშაძის მასალები ყვითელ-ყომრალი ნიადაგის შესახებ შევიდა მთელ რიგ სახელმძღვანელოში, მათ შორის პოლონეთში ზ. პრუსინკევიჩის (1982) და რუსეთში გ. დობროვოლსკის, ი. ურუსევსკაიას (1984, 2004) ავტორობით. ჩვენში ეს მასალები საკმაოდ სრულად აისახა მონოგრაფიაში „საქართველოს ნიადაგები" (1983), აგრეთვე საქართველოს უახლეს ნიადაგურ რუკაზე მასშტაბით 1 : 500 000, რომელიც შედგენილ იქნა თ. ურუშაძის რედაქტორობით.

ეკოლოგია. დედაქანები წარმოდგენილია შუა იურულ პორფირიტული წყების და ამონაღვარი ნეოეფუზიების (ანდეზიტი, ანდეზიტო-ბაზალტი) ძველი, დენუდაციური ქერქით და მათი დერივატებით.

კლიმატი სუბტროპიკულ-ჰუმიდურია. ზამთარი თბილია (იანვრის საშუალო ტემპერატურაა 0,7-დან 3,2 °C); ზაფხული – თბილია, ცხელი არ არის (ივლისის საშუალო ტემპერატურაა 18,8-დან 21,8 °C-მდე). სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა ექვსი-შვიდი თვეა. ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა საკმაოდ დიდია – 1035-დან 2108 მმ-მდე. თბილ პერიოდზე მოდის ნალექების ნახევარზე მეტი. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი მერყეობს 3500-დან 4500 °C-მდე. დატენიანების წლიური კოეფიციენტი ერთზე მეტია. რელიეფი ეროზიულ-დენუდაციური ტიპისაა.

ძირითადი მცენარეულობა წარმოდგენილია წაბლის ტყეებით, რომლებშიც მინარევის სახით გვხვდება კავკასიური რცხილა, ჰარტვისის მუხა, აღმოსავლეთის ნეკერჩხალი და სხვ. ამ ტყეების განმასხვავებელი ნიშანია მარადმწვანე ქვეტყის (წყავი, კავკასიური დეკა, კავკასიური მოცვი და სხვ.) ფართო გავრცელება.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

ყვითელ-ყომრალი ნიადაგის პროფილს აქვს შემდეგი შენება:

A – ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, საერთო სიმძლავრით 15-20 სმ, რუხი-ყომრალი, მარცვლოვანი, თიხნარი, ფესვების დიდი რაოდენობით, გადასვლა თანდათანობითი.

AB – გარდამავალი ჰორიზონტი, საერთო სიმძლავრით 10-15 სმ, ყომრალი, მარცვლოვან-წვრილკაკლოვანი, თიხნარი, ფესვები ნაკლები რაოდენობით, გადასვლა ნათელი.

B – ილუვიური ჰორიზონტი, საერთო სიმძლავრით 30-40 სმ, ყვითელ-ყომრალი, კოშტოვან-დაკუთხული, თიხნარი, მომკვრივო, გვხვდება ფესვები და ქანის ნამტვრევები. გადასვლა თანდათანობითი.

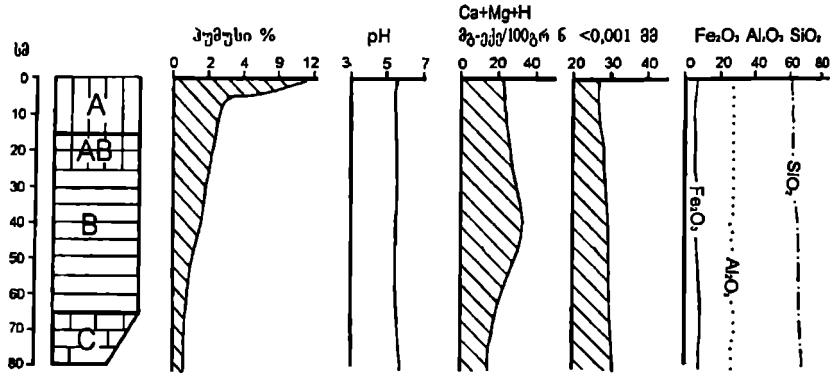
C – ყვითელ-ყომრალი, მკვრივი, არამყარ-კოშტოვან-დაკუთხული, თიხნარი, ქანის ნამტვრევების დიდი რაოდენობით.

ამგვარად, ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი ხასიათდება მკვდარი საფრის უქონლობით ჩამონაცვენის უაღრესად სწრაფად გახრწნის გამო, მარცვლოვანი სტრუქტურის კარგად გამოხატული მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, კომტოვან-დაკუთხული სტრუქტურის ყვითელ-ყომრალი ილუვიური პორიზონტის არსებობით და ლექის მიგრაციის ნიშნების უქონლობით.

მიკრომორფოლოგიის მონაცემებით, ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი გამოირჩევა ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის მიკროაგებულებით. შლიფებში შეიმჩნევა ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ინტენსიური შეფერვა და გახრწნის სხვადასხვა სტადიზე მყოფი მცენარეული ნარჩენების დიდი რაოდენობა – სრულებით ახალი, მთლიანად ჰუმიფიცირებულ მასამდე; აგრეთვე სოკოების ჰიფები, რომლებიც გარს აქვს შემოხვეული მცენარეულ ნაშთებს. ორგანული ნივთიერებების სიჭარბე გამოხატულებას პოულობს ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის მაღალ აგრეგირებაში. მთელ პროფილში წვრილდისპერსიულ მასაში აღინიშნება რკინის ჰიდროჟანგების მაღალი შემცველობა, რკინის გამონაყოფის გადიდებული რაოდენობა – ლაქები, ხოლო წვრილდისპერსიული ნივთიერებების ინტენსიური გაჟღენთვის დროს – ფხვიერი და მკვრივი კონკრეციები. რკინის ჰიდროჟანგების გამონაყოფები შესამჩნევია აგრეთვე ქანების ნამტვრევების ზედაპირზე. თიხოვანი ნივთიერებების ორიენტაცია სუსტად შესამჩნევია რკინითა და ორგანული ნივთიერებებით შეღებვის გამო. პროფილის ზედა ნაწილში თიხოვანი ნივთიერების აგებულების ძირითად კანონზომიერებას ქერქლოვანი ფორმებისა და ქვედა ნაწილში ძლიერ პოლარიზებული ნაღვენთების შეთანაწყობა წარმოადგენს. ნიადაგში ქანის ნამტვრევების დიდი რაოდენობის მონაწილეობის გამო, პროფილი მორფოლოგიურად ერთგვაროვანი რჩება. რკინის ახალქმნილებების კიდევ უფრო გადიდებასთან ერთად, თიხოვანი ნივთიერებების ოპტიკური ორიენტაცია მკვეთრად მცირდება. თიხის ასეთი დაბალი ძვრადობის უნარი, სათანადო ხელსაყრელი პირობების მიუხედავად, აიხსნება თიხოვან ნივთიერებაზე რკინის მოქმედებით.

ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი ხასიათდება მჟავე რეაქციით. pH მაჩვენებელი საშუალოდ 5,0-5,5 ფარგლებში მერყეობს. ყველაზე მაღალი მჟავიანობით გამოირჩევა ჰუმუსოვანი ჰორიზონტები. სიღრმით აღინიშნება მჟავიანობის შემცირების ტენდენცია. ეს ნიადაგი ჰუმუსს დიდი რაოდენობით შეიცავს და მის განაწილებას არა აქვს ტყის ნიადაგებისთვის დამახასიათებელი კანონზომიერება. ჰუმუსის შემცველობა მეტად ნელა, თანდათანობით მცირდება და პროფილის დიდ ნაწილში ვრცელდება – ერთი მეტრის სიღრმეზე მისი რაოდენობა ხშირად 1 %-ზე მეტია. ნიადაგი ფუძეებით არამაძღარია. შთანთქმული წყალბადი საკმაოდ დიდი რაოდენობით არის და ზოგ შემთხვევაში მას შთანთქმის ტევადობის ნახევარზე მეტი უჭირავს. არამაძღრობის ხარისხი მკვეთრად დიდდება ფერალიტური პროცესების გაძლიერებასთან ერთად. ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი ღარიბია კალციუმით და მაგნიუმით. მათი რაოდენობა დაკავშირებულია, ერთი მხრივ, ელუვიაციის პროცესებთან, მეორე მხრივ კი ნიადაგწარმომქმნელი ქანის ლითოლოგიურ და პეტროგრაფიულ შედგენილობასთან.

მექანიკური შემადგენლობით ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი მძიმე თიხნარებს მიეკუთვნება. ნიადაგს უმნიშვნელოდ ან სრულებით არ ახასიათებს მიკრონული ფრაქციის გადაადგილება პროფილში. ლექის ფრაქციაში SiO_2 R_2O_3 შეფარდების მიხედვით ნიადაგის მინერალური ნაწილი ხასიათდება ფერალიტური გამოფიტვით, რადგანაც ეს შეფარდება 2,5 ნაკლებია.



ნახ. 76. ყვითელ-ყომრალი ნიადაგის ძირითადი თვისებები

ყვითელ-ყომრალი ნიადაგის თიხამინერალები წარმოდგენილია ქლორიტ-მონტმორილონიტის მოუწესრიგებელი შერეულშრიანი წარმონაქმნით. დიდი რაოდენობით გვხდება კაოლინიტი. ქლორიტები საშუალო რაოდენობითაა. შედარებით მცირე რაოდენობით აღინიშნება მონტმორილონიტი და ქარსები. თიხამინერალების ასეთი თანაფარდობა განაპირობებს ამ ნიადაგში K_2O მცირე რაოდენობით შემცველობას (როგორც წესი, ის 1 % არ აღემატება).

ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი ყომრალთან შედარებით უფრო მდიდარია რკინის ნაერთებით (არასილიკატური ფორმების). მათი დაგროვება ილუვიურ ჰორიზონტში უნდა აიხსნას ინტენსიური ჩარეცხვით.

ამრიგად, ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი ხასიათდება ლექის ფრაქციის უმნიშვნელო გადაადგილებით, მჟავე რეაქციით, რომელიც ხელს უწყობს რკინის მობილიზაციას და ამის შედეგად მეტალოორგანული კომპლექსების წარმოქმნას, ფერალიტური გამოფიტვით, ჰუმუსოვანი ნივთიერებების გარკვეული ძვრადობით, ე.ი. სილრმით ფულვომჟავების შესამჩნევი გადიდებით, არასილიკატური რკინის გადიდებული შემცველობით.

ყვითელ-ყომრალი ნიადაგის ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებია: ფერალიტიზაცია, ჰუმუსწარმოქმნა, გამოტუტვა.

ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი განსხვავდება ყომრალისგან, რომელიც ფორმირდება უფრო გრილ პირობებში, მოყვითალო და, ზოგჯერ, მოწითალო შეფერილობით, მკვდარი საფრის უქონლობით, უარესი და ნაკლებად მყარი გასტრუქტურებით, უფრო ღრმა გამოფიტვით – ფერალიტური, უფრო მჟავე რეაქციით, მეტი ჰუმუსიანობით და ჰუმუსირებით, ნაკლები შთანთქმის ტევადობით, რკინის სხვადასხვა ფორმის მეტი შემცველობით.

ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი განსხვავდება ყვითელმიწისგან და წითელმიწისგან, რომლებიც უფრო თბილ პირობებში ვითარდება, სუსტად გამოხატული მოყვითალო და მოწითალო შეფერილობით, მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, უკეთესი სტრუქტურით, ნაკლები გამოფიტვით, მეტი გაცვლითუნარიანობით.

კლასიფიკაცია. ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი იყოფა ორ ქვეტიპად: ტიპური და გაეწრებული.

ტიპური ყვითელ-ყომრალი ნიადაგის თვისებები შეესაბამება ტიპისთვის დამახასიათებელ ნიშნებს.

გაეწრებული ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი ხასიათდება ზედა გაუფერულებული ფენით, რომელსაც აქვს მორუხო-ჩალისფერი შეფერვა და სტრუქტურაში შრეობრიობის ელემენტები. მექანიკურ და მთლიან შემადგენლობაში მეღავნდება ზედა ჰორიზონტების გაღარიბება ლექის ნაწილაკებით და აგრეთვე ალუმინით და რკინით.

ყვითელ-ყომრალი ნიადაგის ქვეტიპებში გამოყოფენ გვარებს:

ჩვეულებრივი – ვითარდება მძლავრ დელუვიონსა და ელუვიონზე. მათ ყველაზე სრულად აქვთ წარმოდგენილი ცალკეული ქვეტიპების თვისებები.

არასრულგანვითარებული – ფორმირდება შედარებით მცირე სიმძლავრის მყარი ქანების ელუვიონზე და ამიტომ ხშირად შეიცავს ხირხატს მთელს პროფილში.

ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი იყოფა სახეობად შემდეგი ნიშნებით:

ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის სიმძლავრით – ღრმად ჰუმუსირებული (>30 სმ), არაღრმად ჰუმუსირებული (20-დან 30-მდე) და წვრილჰუმუსირებული – (<20 სმ).

ეროდირების მიხედვით – სუსტად გადარეცხილი (ჰუმუსოვანი ან სახნავი ჰორიზონტი ნაწილობრივ გადარეცხილი), საშუალოდ გადარეცხილი (ჰუმუსოვანი ან სახნავი ჰორიზონტი მთლიანად გადარეცხილი) და ძლიერ გადარეცხილი (ჰორიზონტი B ნაწილობრივ გადარეცხილი).

გენეზისი. ყვითელ-ყომრალი ნიადაგის წარმოქმნა მიმდინარეობს, ერთი მხრივ, ყომრალნარმოქმნის, ხოლო, მეორე მხრივ, ყვითელმინაწარმოქმნის პროცესების ერთობლივი მოქმედებით. ამის გამო, ბევრი აქვს საერთო როგორც ყომრალთან, ასევე ყვითელმინასთან. საბოლოო ჯამში, პროცესთა ამგვარი შეთანაწყობა იწვევს სრულიად ახალი თვისებების განვითარებას, რომელიც განსაზღვრავს წარმოქმნილი ნიადაგის დამოუკიდებელ ხასიათს.

ნაცრის ელემენტებით მდიდარი ორგანული ნაშთები ტენიანობისა და ტემპერატურის ხელსაყრელი პირობების გამო, სწრაფად განიცდიან დაშლა-გარდაქმნას. წარმოქმნილი პროდუქტები ინტენსიურად ახდენენ ზეგავლენას ნიადაგწარმოქმნის პროცესსა და თვით ნიადაგის პროფილის ფორმირებაზე. ყვითელ-ყომრალი ნიადაგის წარმოქმნის პროცესში განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ნივთიერებათა ბიოლოგიური ბრუნვის ინტენსიურ ხასიათს. ნივთიერებათა ბიოლოგიური ბრუნვისა და, საერთოდ, ბიოლოგიური აქტივობის მაღალი დონე ზღუდავს ყვითელ-ყომრალ ნიადაგში გაეწრების პროცესს.

ყვითელ-ყომრალი ნიადაგის წარმოქმნის პროცესში მცენარეულ საფართან ერთად განსაკუთრებულ როლს ასრულებს ჰიდროთერმული პირობები. პირველადი მინერალების ინტენსიური დაშლა და მეორადი მინერალების წარმოქმნა განაპირობებს ამ ნიადაგში ერთნახევარჟანგების დაგროვებას. შედარებით მდიდარია რკინის სხვადასხვა ფორმის ნაერთებით. ამის გამო, გამოფიტვის მიმართულება ამ ნიადაგებში ფერალიტური ხასიათისაა.

გამოყენება. ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი, ჰუმუსის დიდი რაოდენობით შემცველობის გამო, მდიდარია აზოტით, შედარებით ნაკლებ უზრუნველყოფილია ფოსფორით და, განსაკუთრებით, კალიუმით. კარგი ფიზიკური თვისებების გამო, ნიადაგს გააჩნია მაღალი წყალგამტარობის უნარი. ამას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ეროზიული პროცესების შენელება-შეზღუდვის თვალსაზრისით. ნიადაგის უმეტესი ნაწილი ტყით არის დაფარული, რომლის ექსპლოატაცია გან-

საკუთრებული სიფრთხილით უნდა წარმოებდეს, რადგანაც სიხშირის დაწევა ხელს უწყობს მარადმწვანე ქვეტყის ინტენსიურ ზრდას, რაც, თავის მხრივ, ახშობს ბუნებრივ განახლებას. დარჩენილი, შედარებით მცირე ფართობი, ათვისებულია მრავალწლიანი კულტურებით და ვენახით, ხეხილითა და სხვა. მოჰყავთ თამბაქოც.

23.7. ყომრალი ნიადაგი (კამბისოლს ეუტრიკ და კამბისოლს დისტრიკ – CAMBISOLS EUTRIC AND CAMBISOLS DYSTRIC)

ზოგადი დახასიათება. ყომრალი ნიადაგი ხასიათდება არადიფერენცირებული პროფილით, თუმცა, ზოგჯერ, პროფილის შუა ნაწილის გათიხების შედეგად ადგილი აქვს ტექსტურულ დიფერენციაციას. ამის შედეგად შეიძლება აღინიშნოს ზედაპირული გალებება. ნიადაგურ პროფილს შემდეგი აგებულება აქვს: A_0 – A – Bm – C. ძირითადი დიაგნოსტიკური მაჩვენებელია მეტამორფული, გათიხებული Bm პორიზონტის არსებობა.

საქართველოში ყომრალი ნიადაგი მეტად გავრცელებულია. გავრცელების საერთო ფართობი შეადგენს 1 329 000 ჰა, რაც მთელი ტერიტორიის 18,1 % უდრის.

ყომრალი ნიადაგები გავრცელებულია როგორც აღმოსავლეთ და დასავლეთ, ისე სამხრეთ საქართველოს დიდ ნაწილზე. დასავლეთ საქართველოში მოქცეულია ზღვის დონიდან 800 (900) – 1800 (2000) მ-ის, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში 900 (1000) – 1900 (2000) მ-ის სიმაღლის ფარგლებში.

დასავლეთ საქართველოში ყომრალი ნიადაგი ესაზღვრება ყვითელ-ყომრალ და მთა-ტყე-მდელოს, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში – ყავისფერ და მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგებს.

შესწავლის ისტორია. პირველად ყომრალი ნიადაგი დამოუკიდებელ ტიპად გამოჰყო ე. რამანმა გერმანიაში 1905 წელს. მისი აზრით ყომრალი ნიადაგი არ შეიცავს კარბონატებსა და სულფატებს, ხასიათდება თიხის, რკინის ჰიდროჟანგისა და რკინის სილიკატური ნაერთების შემცველობით. ამ ნიადაგის ფერი (ყვითელი ან ინტენსიური ყომრალი) დამოკიდებულია რკინის ჰიდროჟანგების შემცველობაზე. ამის გარდა, ან ნიადაგში აღინიშნება კალციუმით მდიდარი მარილების საკმაო რაოდენობით არსებობა.

ყომრალი ნიადაგის ასეთი ზოგადი დახასიათება ართულებდა ცალკე ნიადაგურ ტიპად აღიარებას.

1909 წელს ე. რამანის იდეას ყომრალი ნიადაგის ცალკე ტიპად გამოყოფის შესახებ რუმინეთში მხარი დაუჭირა იმ დროს ერთ-ერთმა აღიარებულმა მეცნიერმა გ. მურგოჩმა, რომელმაც ახალი სახელწოდება შემოიღო – ტყის ყომრალი ნიადაგი.

მიუხედავად ამისა, ეს ნიადაგი ოფიციალურად მხოლოდ 1930 წელს იყო აღიარებული ნიადაგმცოდნეთა მე-11 საერთაშორისო კონგრესზე.

საქართველოში ყომრალი ნიადაგი პირველად შესწავლილი იყო 1933 წელს ბ. პრასოლოვის მიერ. პირველ ხანებში ამ ნიადაგის შესწავლა ხასიათდებოდა უზუსტობითა და შეცდომებით. ყომრალ ნიადაგს აკუთვნებდნენ არა მარტო მთა-ტყის, არამედ საერთოდ ტყისა და ნატყევარის ნიადაგსაც.

პირველ მკვლევართა მომდევნო გამოკვლევებმა სიცხადე შეიტანეს ყომრალი ნიადაგის გენეზისის, გეოგრაფიისა და კლასიფიკაციის საკითხებში (გ. ტარასაშვილი 1939, 1956; გულისაშვილი 1942; საბაშვილი 1948; ნაკაშიძე 1949; ტალახაძე

1959; ნ. ტარასაშვილი 1965 და სხვ.). განსაკუთრებით დაწვრილებით და საფუძვლიანად შეისწავლა ეს ნიადაგი თ. ურუშაძემ (1987), რომელმაც ჩვენში პირველმა გამოიყენა კვლევის ახალი მეთოდები (მიკრომორფოლოგია, რენტგენოსტრუქტურული, რკინის სხვადასხვა ფორმის განსაზღვრა და სხვ.) და მოგვცა საკმაოდ სრული დახასიათება. საქართველოს ყომრალი ნიადაგის მაგალითზე ს. ზონთან ერთად თ.ურუშაძემ (1974) ჩამოაყალიბა მთიან პირობებში ნიადაგის ფორმირების და ბიოცენოზთა ურთიერთმოქმედების თავისებურებათა სპეციფიკა.

ეკოლოგია. ყომრალი ნიადაგის ზონაში დენუდაციის მოვლენები აღინიშნება როგორც ვერტიკალური, ისე ჰორიზონტალური მიმართულებით. რელიეფის ფორმირება, ძირითადად, წყლოვანი დენუდაციის მოვლენებითაა გამოწვეული. ამ ზონაში ეროზიისა და დენუდაციის პროცესების შედეგად ალაგ-ალაგ პენეპლენირების მოვლენებსაც აქვს ადგილი. ყომრალი ნიადაგი ძირითადად ფერდობებზეა განვითარებული, რაც აპირობებს აუცილებელ თავისუფალ შიდანიადაგურ დრენაჟს.

დასავლეთ საქართველოს გეოლოგიურ შენებაში წამყვანი როლი ეკუთვნის მესამეულ და მესამეულის შემდგომ ქვიშნარებსა და თიხა-ფიქლებს, მერგელებს, კონგლომერატებს და სხვ. მთავარი კავკასიონის მთების შუა ზონაში საკმაოდ დიდ ადგილს იკავებენ ცარცის და იურის კირქვები. აქ ისინი ცალკე კარსტულ-კირქვულ ოლქს ქმნიან. ტერიტორიის დანარჩენ ნაწილში ჭარბობენ სხვადასხვა კრისტალური და დანალექი ქანები – გრანიტები, გნეისები, პალეოზოური ფიქლები, იურული და მესამეული ქვიშნარები, ფიქლები და სხვ. აფხაზეთის, სვანეთის და ზემო იმერეთის მთა-ტყის ზონის ზედა ნაწილს იკავებენ გრანიტები და გნეისები. მცირე კავკასიონის დასავლეთი ნაწილის მთა-ტყე ზონაში დიდ ადგილს იკავებენ ამონთხეული ქანები და აგრეთვე მესამეული ქვიშნარები, მერგელები, თიხა-ფიქლები და სხვა ქანები.

აღმოსავლეთ საქართველოს მთა-ტყის ზონის ფარგლებში ქედების გეოლოგიურ შენებაში ძირითადად მონაწილეობენ იურილი ქვიშნარები, თიხა-ფიქლები და კირქვა-თიხიანი ფიქლები. ვულკანური წარმონაქმნები ფართოდაა გავრცელებული სამხრეთ საქართველოს ტერიტორიაზე.

ყომრალი ნიადაგი ვითარდება თბილი და ზომიერად ტენიანი კლიმატის პირობებში. ივლისის ტემპერატურა 16,8-21,8 °C, იანვრის – 2,1-დან 7,6 °C. საშუალო წლიური ტემპერატურა 3,8-10,9 °C. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა სამიდან შვიდ თვემდეა. ნალექების წლიური რაოდენობა მერყეობს 527 მმ-დან 1737 მმ-მდე. ნალექების მინიმუმი აღინიშნება ზამთრის თვეებში, ხოლო მაქსიმუმი – მაის-ივნისში. ნალექების უდიდესი ნაწილი წვიმის სახით მოდის. როგორც წესი, მთელი წლის განმავლობაში მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა აღემატება აორთქლებას (დატენიანების კოეფიციენტი 1-ზე მეტია), რაც აპირობებს ნიადაგების ჩამრეცხი წყლის რეჟიმს. ნიადაგები არ იყინება ან იყინება ხანმოკლე დროით, რაც აპირობებს გამოფიტვის და მეორადი მინერალწარმოქმნის საკმაო ინტენსიობას. ნიადაგს იცავს, ერთი მხრივ, თოვლის საფარი და, მეორე მხრივ, ტყის საბურველი.

ყომრალი ნიადაგი ვითარდება წიფლნარების, მუქწიწვიანების, ფიჭვნარების, მუხნარების და სხვ. ტყის ქვეშ.

წიფლნარები ფართობით იკავებენ პირველ ადგილს და წარმოადგენენ მერქნიანი მცენარეულობის ძირითად ტიპს. ისინი ქმნიან ცალკე ბუნებრივ ზონას ზღვის დონიდან 1000-1100 მეტრიდან 2000-2100 მეტრამდე. ეს ზონა არ არის წარმოდგენილი მხოლოდ მესხეთ-ჯავახეთში. დასავლეთ საქართველოში 1400-1500 მეტრის

ზემოთ მათ ცვლიან მუქწინვიანი ტყეები. აღმოსავლეთის წიფელი ხასიათდება მაღალი ნაცროვნებით, რასაც ნივთიერებების ინტენსიური ბიოლოგიური წრებრუნვის ფონზე დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგწარმოქმნის პროცესში.

მუქწინვიან ტყეებს მთლიანი გავრცელება აქვთ დასავლეთ საქართველოში, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში ისინი გვხვდება მხოლოდ დასავლეთ ნაწილში ზღვის დონიდან 900-1000-დან 2000-2150 მეტრამდე. ისევე, როგორც წიფლნარები, მუქწინვიანი ტყეები ხასიათდება ნივთიერებების მძლავრი აზოტოვან-კალციური ბიოლოგიური წრებრუნვით.

ფიჭვნარები საკმაოდ ფართოდ არის გავრცელებული და ქმნის დიდ მასივებს მთავარი კავკასიონის ოროგრაფიულად მეტ-ნაკლებად იზოლირებულ რეგიონებში (სვანეთი, ხევსურეთი, მთა-თუშეთი) და აგრეთვე რაიონებში კონტინენტალური ჰავით (ქართლში, მდ. ტანას აუზში, მესხეთ-ჯავახეთში და სხვ.).

მუხნარები წარმოდგენილია მუხის რამდენიმე სახეობით, რომელთაგან ყველაზე მეტად გავრცელებულია ქართული მუხა. ის ქმნის ტყის მასივებს აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოში ზღვის დონიდან 400 (500) მეტრიდან 1000 (1100) მეტრამდე.

ყომრალი ნიადაგი ხასიათდება შედარებით ახალგაზრდა ნიადაგწარმოქმნის ასაკით, რაც დაკავშირებულია მის მიდრეკილებასთან ევოლუციისაკენ სხვა ნიადაგურ ტიპში.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

ყომრალი ნიადაგის პროფილს აქვს შემდეგი შენება:

A_0 – ფოთლების, წიწვებისა და მერქნიანი ნარჩენების ჩამონაცვენიდან შემდგარი მკვდარი საფარი საერთო სიმძლავრით 0,5 სმ-დან 5 სმ-მდე.

A – ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, ყომრალიდან რუხ-ყომრალამდე შეფერილობით, ფესვების სიუხვით, ფხვიერ-კოშტოვანი ან კოშტოვან-მარცვლოვანი, თიხნარი, ზოგჯერ ნვრილი ხირხატით, საერთო სიმძლავრით 10-დან 15 (20) სმ-მდე.

Bm – მეტამორფული (ან ილუვიურ-მეტამორფული) ჰორიზონტი, ყომრალი ან ყავისფერ-ყომრალი, თიხნარი, ზოგჯერ გამკვრივებული, კოშტოვან-კაკლოვანი ან მარცვლოვან-კაკლოვანი, სტრუქტურულ განაწევრების წახნაგებზე თხელი ორგანულ-მინერალური აპკებით, ხშირად ხირხატიანი.

BC – ქანისკენ გარდამავალი ჰორიზონტი.

C – დედაქანი, ხშირად წარმოდგენილი თიხნარ-ქვიან-ქვიშიანი ელუვიონით და მკვრივი ქანების და უფრო იშვიათად წვრილმიწა ქანების ელუვიონ- დელუვიონით.

ამგვარად, ყომრალი ნიადაგი ხასიათდება კარგად გამოხატული მკვდარი საფრით, ყომრალი შეფერილობით, ჰუმუსოვან ჰორიზონტში შედარებით მუქი იერით, კოშტოვანი, ხოლო ზედა ჰორიზონტებში კაკლოვანი და, ნაწილობრივ, მარცვლოვანი სტრუქტურით, ხირხატიანობით, რომელიც სიღრმით მატულობს, სიღრმით მექანიკური შედგენილობის გაზრდით (დამძიმებით), რაც დასტურდება თხელი ორგანულ-მინერალური აპკებით სტრუქტურული განაწევრების წახნაგებზე.

ყომრალი ნიადაგის მაკრომორფოლოგიური თავისებურებანი დასტურდება მიკრომორფოლოგიით.

ზედა ჰორიზონტებს აქვთ მუქი, მოშავო-ყომრალი ან მოშავო-ყავისფერი შეფერვა და აგრეგირების მაღალი ხარისხი. მუქი შეფერვა დაკავშირებულია არა მარ-

ტო წვრილდისპერსიული მცენარეული ნარჩენების არსებობასთან, არამედ ჰუმუსის მაღალ კონდენსირებასთან. სიღრმით ჰორიზონტების ფერი თანდათანობით ყომრალი ხდება და წვრილდისპერსიული ნივთიერების აგრეგირების ხარისხი კლებულობს. თიხოვან ნივთიერებას გააჩნია საკმაოდ მაღალი ორმაგი გარდატეხა და ძირითადად აქვს ქერცლოვანი ან ბოჭკოვან-ქერცლოვანი აგებულება იმ ჰორიზონტებში, სადაც შეიმჩნევა თიხის მაქსიმალური ძვრადობა, ჩნდება შედარებით კარგად გაფორმებული ნაღვენთები ბოჭკოვანი აგებულების ელემენტებით. ნაღვენთები დაკავშირებულია ბზარებთან და ქანის ნატეხებთან. პარალელურ ნიკოლებში ორიენტირებულ თიხას აქვს ნითელი შეფერვა. ნიადაგის მთელ პროფილში შეიმჩნევა წვრილდისპერსიული მასის გაღვენთვა რკინის ჰიდროჟანგებით. წვრილდისპერსიული მასის გარკინება სიღრმით შესამჩნევად კლებულობს, მცირე რაოდენობით გვხვდება ყვითელ-ყომრალი, ფხვიერი, გაურკვეველი ფორმის რკინის ჰიდროჟანგების დაგროვება და აგრეთვე ქანის ნამტვრევების გარშემო ამავე შემადგენლობის აპკები. ამის გარდა, პროფილის ზედა ნაწილში ზოგჯერ აღინიშნება მუქი-ყომრალი მომრგვალო ფორმის რკინის მკვრივი კონკრეციები.

გაენრებული (ცრუგაენრებული) ყომრალი ნიადაგი ხასიათდება მიკროაგებულების არაერთგვაროვნობით, რაც ამ ნიადაგის დამახასიათებელი დიაგნოსტიკური მაჩვენებელია და მჟღავნდება არა მარტო პროფილის დიფერენცირებაში, არამედ ზედა ჰორიზონტების შეფერვისა და მიკროაგებულების არაერთგვაროვნებაშიც. გაუფერულებულ ჰორიზონტებში აგრეთვე ნათლად მჟღავნდება ხირხატისა და ნვრილდისპერსიული ნაწილის არათანაბარი განაწილება.

ყომრალი ნიადაგი ხასიათდება სუსტად მჟავე რეაქციით, რომელიც სიღრმით კლებულობს. ამასთან, მჟავიანობის ყველაზე დაბალი მაჩვენებლები აღინიშნება პროფილის ზედა ნაწილში. ნიადაგი ზომიერად ჰუმუსიანი და ღრმად ჰუმუსირებულია – ყველაზე ქვედა ჰორიზონტებში ჰუმუსის შემცველობა ზოგჯერ 1% აღწევს. ნიადაგი უზრუნველყოფილია აზოტით. ჰუმუსის ტიპი – ფულვატურია. ნიადაგი, როგორც წესი, სუსტად ან საშუალოდ არამაძღარია. შთანთქმული კატიონების დაგროვებას პროფილის ზედა ნაწილში აქვს „ბიოგენური" ბუნება. გაცვლით კატიონებში მკვეთრად ჭარბობს კალციუმი. შთანთქმული კატიონების ჯამი საშუალოა.

ყომრალი ნიადაგი ხასიათდება მექანიკური ფრაქციების განაწილების არაერთგვარობით, თუმცა ეს უკანასკნელი შედარებით უმნიშვნელოა. მექანიკური შედგენილობით ყომრალი ნიადაგი, ძირითადად, მიეკუთვნება საშუალო და მსუბუქ თიხნარებს, იშვიათად მძიმეს. უმრავლეს შემთხვევაში ფიზიკური თიხისა და ლექის შემცველობა სიღრმით შესამჩნევად იზრდება.

გაენრებული (ცრუგაენრებული) ყომრალი ნიადაგი განსხვავდება პროფილის ნათელი დიფერენციაციით, უფრო მეტად ლექის ფრაქციით, ვიდრე ფიზიკური თიხით. ზედა ჰორიზონტები მკვეთრადაა გაღარიბებული აღნიშნული ნაწილაკებით, ხოლო ქვედა ჰორიზონტები, პირიქით, გამდიდრებულია. დანარჩენი ფრაქციების განაწილება ნიადაგის პროფილში უმეტეს შემთხვევაში რამდენადმე თანაბარია.

ყომრალ ნიადაგში თითქმის ყველა ოქსიდი შედარებით თანაბარი განაწილებით ხასიათდება. ზოგიერთ შემთხვევაში (პროფილის შუა და ქვედა ნანილებში) ერთნახევარი ოქსიდები უმნიშვნელოდ გროვდება, რომელთა შემცველობის გადიდება უმთავრესად AL_2O_3 დაგროვების ხარჯზე ხდება, რაც ამ ჰორიზონტში ინტენსიური გამოფიტვის პროცესებზე მიუთითებს. ჰუმუსოვან ჰორიზონტებში CaO და MgO დაგროვება მათი ბიოლოგიური აკუმულაციით აიხსნება. ამ ჯანგეულების მეორე

მაქსიმუმი ქვედა ჰორიზონტებში მიუთითებს ჰორიზონტებიდან მათ გამორეცხვაზე. ნიადაგებში SiO_2 და R_2O_3 განსხვავებული შემცველობა დაკავშირებულია ქანში მათ პირვანდელ რაოდენობასთან. ეს განსაკუთრებით ნათლად ჩანს ლექის ფრაქციის მთლიანი ქიმიური ანალიზის მონაცემებით. ზოგჯერ პროფილის შუა ნაწილში ადგილი აქვს Fe_2O_3 და AL_2O_3 დაგროვებას. აღნიშნული ჟანგეულების ასეთი განაწილება ეთანხმება ლექის შემცველობას ამ ჰორიზონტში და დაკავშირებულია, როგორც ჩანს, „ლესივაჟის“ პროცესთან, რომლის გამომუღავნებას ხელს უწყობს MgO გადიდებული რაოდენობა და, თავის მხრივ, კოლოიდების დისპერგაცია.

ლექის ფრაქციის მთლიანი ქიმიური ანალიზის მონაცემებით, ყველა ოქსიდი პროფილის მთელ სიღრმეზე მეტ-ნაკლებად თანაბრადაა განაწილებული. ლექის ფრაქციაში მოლეკულური შეფარდებების მიხედვით დასტურდება, რომ ყომრალი ნიადაგის მინერალური ნაწილი ფორმირდება სიალიტური ტიპის მიხედვით.

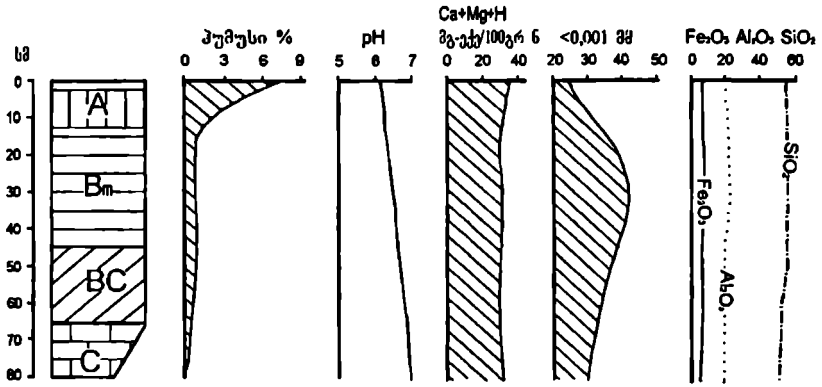
გაეწრებული (ცრუგაეწრებული) ყომრალი ნიადაგი ხასიათდება SiO_2 აშკარად გამოხატული დაგროვებით ზედა ჰორიზონტებში, ხოლო ერთნახევარი ოქსიდების – ქვედაში. ამ ძირითადი ოქსიდების განაწილების ზემოთ აღნიშნული თავისებურებანი ნათლად ილუსტრირდება მოლეკულური შეფარდებებით. ლექის ფრაქციაში ცალკეული ოქსიდები მეტ-ნაკლებად თანაბრადაა განაწილებული.

თიხამინერალები წარმოდგენილია ჰიდროქარსებით, მონტმორილონიტის შერეულშრიანი წარმონაქმნით და აგრეთვე ქლორიტითა და კაოლონიტით.

რკინის სხვადასხვა ფორმის შემცველობა საკმაოდ მაღალია. სუსტად არამაძღარ ყომრალ ნიადაგში არასილიკატური და დაკრისტალებული რკინის მაქსიმალური შემცველობა აღინიშნება ჰუმუსოვან ჰორიზონტში, ხოლო ამორფული რკინის – ჰორიზონტ B_2-ში, რაც ზედა ჰორიზონტებიდან ჩარეცხვის შედეგია. მჟავე ყომრალ ნიადაგში არასილიკატური და ამორფული რკინის შემცველობა სიღრმით კლებულობს, ხოლო დაკრისტალებული რკინის, პირიქით, სიღრმით მატულობს. გაეწრებულ (ცრუგაეწრებულ) ყომრალში ამორფული რკინის შემცველობა გარკვეულად იზრდება ჰუმუსოვან ჰორიზონტში, ხოლო სიღრმით ეცემა. ზოგიერთ შემთხვევაში მისი შემცველობის მინიმუმი მოდის ლესივირებულ ჰორიზონტზე. არასილიკატური რკინის განაწილება ისეთივეა, რაც ამორფულის, მაგრამ ზედა ჰორიზონტებში მისი მინიმუმი ნაკლებადაა გამოხატული. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ არასილიკატური რკინა მოიცავს აგრეთვე მიკროკონკრეციებს. დაკრისტალებული რკინა დიდ სიდიდეებს აღწევს.

ამგვარად, ყომრალი ნიადაგი ხასიათდება შემდეგი დიაგნოსტიკური მაჩვენებლებით: გენეტიკურ ჰორიზონტებზე სუსტი დიფერენციაცია (ყომრალი გაეწრებული ნიადაგის გარდა), პროფილის მეტ-ნაკლებად მონოტონური ყომრალი შეფერილობა, კარგად გამოხატული მკვდარი საფრის არსებობა, სუსტად მჟავე ან მჟავე რეაქცია, მთელი პროფილის გათიხება, პროფილის მიხედვით ლექის სუსტი გადაადგილება, კაჟმიწისა და ერთნახევარჟანგების მეტ-ნაკლებად თანაბარი განაწილება (ყომრალი გაეწრებული ნიადაგის გარდა), რკინის მოძრავი ფორმების მაღალი შემცველობა, საშუალო და ღრმა ჰუმუსირება, ჰუმუსის ფულვატური ტიპი, მინერალური ნაწილის გამოფიტვის სიალიტური ტიპი, ლექის ფრაქციაში ჰიდროქარსების, მონტმორილონიტის და ქარს-მონტმორილონიტის შერეულშრიანი წარმონაქმნების არსებობა.

ყომრალი ნიადაგის ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებია: „მულის“ ტიპის ჰუმუსის დაგროვება, გათიხება, ლესივირება.



ნახ. 37. ყომრალი ნიადაგის პროფილი და ძირითადი თვისებები

ყომრალი ნიადაგი განსხვავდება მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგისგან (რომელიც ფორმირდება სუბალპური სარტყლის უფრო ცივ პირობებში) ყომრალი შეფერილობით, უკეთესი და უფრო მყარი გასტრუქტურებით, ნაკლები სიფხვიერით, ხირხატიანობით, მეტი სიმძლავრით, ჰუმუსის შედარებით ნაკლები შემცველობით და ნაკლები ჰუმუსირებით, ნაკლები არამაძღრობით, ნაკლებად მჟავე რეაქციით, მეტი გათიხებით, რკინის მოძრავი ფორმების ნაკლები შემცველობით.

ყომრალი ნიადაგი განსხვავდება ყვითელ-ყომრალი ნიადაგისგან (რომელიც ფორმირდება უფრო თბილ და ტენიან პირობებში) ყომრალი შეფერილობით, კარგად გამოხატული მკვდარი საფრით, უკეთესი და უფრო მყარი გასტრუქტურებით, ნაკლებად ღრმა გამოტუტვით – მინერალური ნანილის გამოფიტვის ტიპი – სიალიტურია, კაჟმიწის მეტი და ერთნახევარჟანგების ნაკლები რაოდენობით, ნაკლებად მჟავე რეაქციით, ნაკლები ჰუმუსიანობით და ჰუმუსირებით, უფრო მეტი შთანთქმის ტევადობით, რკინის სხვადასხვა ფორმის ნაკლები შემცველობით.

ყომრალი ნიადაგი განსხვავდება ყავისფერი ნიადაგისგან (რომელიც ფორმირდება უფრო თბილ და მშრალ პირობებში) ყომრალი შეფერილობით, ილუვიურ-კარბონატული ჰორიზონტის და ნიადაგური პროფილის შუა ნანილში მკვეთრი გათიხების უქონლობით, სუსტად მჟავე (ან მჟავე) რეაქციით და შთანთქმული კომპლექსის ფუძეებით არამაძღრობით.

კლასიფიკაცია. ყომრალი ნიადაგი იყოფა რამდენიმე ქვეტიპად: სუსტად არამაძღარი, მჟავე, გაეწრებული (ცრუგაეწრებული), რენძინო-ყომრალი.

ყომრალი სუსტად არამაძღარი ნიადაგი ხასიათდება პროფილის მიხედვით მექანიკური ფრაქციების განაწილებაში უმნიშვნელო არაერთგვაროვნობით, მთელი პროფილის სუსტად მჟავე რეაქციით, ჰუმუსის საშუალო შემცველობით, ღრმა ჰუმუსირებით, მაძღრობით და სუსტი არამაძღრობით, თითქმის ყველა ჟანგეულის თანაბარი განაწილებით, ჰუმუსის ფულვატური ტიპით, ფრაქციულ შემადგენლობაში ჰუმინის მჟავების I ფრაქციის სიჭარბით, ნიადაგური ჰუმინების გადიდებული შემცველობით.

ყომრალი მჟავე ნიადაგი განსხვავდება ყომრალი სუსტად არამაძღარი ნიადაგისგან მთელი პროფილის მჟავე რეაქციით, არამაძღრობით, შთანთქმის ტევადობით, სილრმით ჰუმუსის უფრო თანდათანობითი შემცირებით, ნიადაგური ჰუმინების ნაკლები შემცველობით.

ყომრალი გაეწრებული (ცრუგაეწრებული) ნიადაგი ხასიათდება პროფილის მკვეთრი დიფერენციაციით მექანიკური შემადგენლობით, სილრმით მჟავიანობის უმნიშვნელო გადიდებით, ნიადაგის მთლიან შემადგენლობაში SiO_2 და R_2O_3 ელუვიურ-ილუვიური დიფერენციაციით და ლექის ფრაქციაში ამ ჟანგეულების თანაბარი განაწილებით, ჰუმინის მჟავების შემადგენლობაში Ca დაკავშირებული ფრაქციის სიჭარბით, ფულვომჟავების მცირე ძვრადობით, რკინის მოძრავი ფორმების გადაადგილებით, მათი მინიმუმით ლესივირებულ ჰორიზონტში, სადაც პერიოდულად აღინიშნება ჟანგვა-აღდგენითი პირობების ცვლა, რკინის ნაწილობრივი გამოყოფა ნვრილი კონკრეციების სახით, რაც აპირობებს ამ ჰორიზონტის გარკვეულ გაუფერულებას.

რენძინო-ყომრალი ნიადაგი გარდამავალი ნიადაგია კორდიან-კარბონატულ და ყომრალ ნიადაგს შორის. ნიადაგი ხასიათდება დიფერენცირებული პროფილით, სუსტად მჟავე – ზედა და ნეიტრალური – სუსტი ტუტე რეაქციით ქვედა ჰორიზონტში, ჰუმუსის ზომიერი შემცველობით, სიღრმით მისი მკვეთრი შემცირებით და ღრმა ჰუმუსირებით, ჰუმუსის ფულვატური ბუნებით, მაღალი გაცვლითუნარიანობით, პროფილის ზედა ნაწილში კარბონატების გამოტუტვით.

ყომრალი ნიადაგის ქვეტიპებში გამოყოფენ შემდეგ გვარებს:

ჩვეულებრივი – ფორმირდებიან მკვრივი დანალექი, მეტამორფული და მაგმური ქანების ელუვიონზე და ელუვიონ-დელუვიონზე და აგრეთვე წვრილმიწა ნაფენებზე. ამ გვარს გააჩნია ყომრალი ნიადაგის ქვეტიპების ყველა ნიშანი და თვისება.

ნარჩენ-მაძღარი – ვითარდება ძირითადად მაგმური ქანების ელუვიონსა და ელუვიონ-დელუვიონზე. ნიადაგი გამოირჩევა პროფილის ზედა ნაწილის სუსტად მჟავე რეაქციით და სიღრმით მჟავიანობის თანდათანობითი დაქვეითებით, ფუძეებით მნიშვნელოვანი მაძღრობით (50-60%), კარგად გამოხატული და უფრო მყარი წვრილმარცვლოვანი ან კოშტოვან-მარცვლოვანი სტრუქტურით, უფრო მუქი ყავისფერ-ყომრალი შეფერილობით და ერთნახევარჟანგეულების უფრო მაღალი შემცველობით.

ფერალიტიზებული – ფორმირდებიან ძველი წითელი ფერის ელუვიურ და დელუვიურ ნაფენებზე. მათთვის დამახასიათებელია პროფილის მოწითალო ან მოწითალო-ყომრალი შეფერვა, პროფილის ზედა ნაწილის სუსტად მჟავე რეაქცია, ხოლო ქვედა ნაწილის – მჟავე რეაქცია, შთანთქმის დაბალი ტევადობა, ფუძეებით შესამჩნევი არამაძღრობა და ერთნახევარჟანგების გადიდებული შემცველობა.

მეორად-კორდიანი – ფორმირდება მეორადი მდელოების, გამეჩხერებული ტყეების და ტყეკაფებზე; გამოირჩევა კარგად გამოხატული კორდიანი ჰორიზონტით, რომელსაც ახასიათებს საკმაო სიმძლავრე, მყარი კოშტოვან-მარცვლოვანი სტრუქტურა.

ყომრალი ნიადაგი იყოფა სახეობად შემდეგი ნიშნებით:

ჰუმუსის შემცველობით – ბევრჰუმუსიანი (>10%), საშუალოჰუმუსიანი (5-10%) და მცირეჰუმუსიანი (<5%).

ეროზირების მიხედვით – სუსტად გადარეცხილი (ჰუმუსოვანი ან სახნავი ჰორიზონტი ნაწილობრივ გადარეცხილი), საშუალოდ გადარეცხილი (ჰუმუსოვანი ან სახნავი ჰორიზონტი მთლიანად გადარეცხილი) და ძლიერ გადარეცხილი (ჰორიზონტი B ნაწილობრივ გადარეცხილი).

გენეზისი. ყომრალი ნიადაგის განვითარებისთვის დამახასიათებელია შემდეგი ეკოლოგიური პირობები: 1) ფართოფოთლოვანი, წიწვიან-ფართოფოთლოვანი ან წიწვიანი ტყეები კარგად განვითარებული ბალახეული საფრით, რომელიც ხასიათდება მძლავრი აზოტოვან-კალციურ ნივთიერებათა ბიოლოგიური წრებრუნვით; 2) მოსული ნალექების სიჭარბე აორთქლებაზე, რაც აპირობებს ნიადაგების ჩამრეცხ წყლის რეჟიმს; 3) თავისუფალი შიდა ნიადაგური დრენაჟი, რასთანაც დაკავშირებულია მთის ფერდობებზე ყომრალი ნიადაგების გავრცელება; 4) ხანმოკლე სეზონური გაყინვა (ისიც იშვიათად), რაც უზრუნველყოფს გამოფიტვის და მეორადი მინერალწარმოქმნის საკმაო ინტენსივობას; 5) ნიადაგწარმოქმნის შედარებით მცირე ასაკი ყომრალის სხვა ნიადაგში ევოლუციის მიდრეკილების გამო.

ამ პირობებთან დაკავშირებით ყომრალ ნიადაგში დომინირებენ შემდეგი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესები: 1) ჰუმუსწარმოქმნა და ჰუმუსდაგროვება, რომლებიც აპირობებენ მკვდარი საფრის ქვეშ მუქი ყომრალი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის წარმოქმნას; 2) მთელი პროფილის სიალიტური გათიხება, პროფილის მიხედვით გამოფიტვის პროდუქტების უმნიშვნელო გადაადგილება და საბოლოო ჯამში ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ქვეშ თიხოვან-მეტამორფული ჰორიზონტის წარმოქმნა.

ამ პროცესებით ფორმირებულ ნიადაგს ჩვეულებრივ აქვს მონოტონური ყომრალი შეფერილობის პროფილი. ნიადაგი, როგორც წესი, ვითარდება დრენირებულ ფერდობებზე, ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად იზრდება ჰუმუსირების ხარისხი.

ნიადაგის მუდმივი ზომიერი დატენიანება და თბილი, უყინვო პერიოდის მნიშვნელოვანი ხანგრძლივობა ხელს უწყობს ნიადაგურ მასაში შემავალი პირველადი მინერალების შედარებით სწრაფ დაშლას და მეორადი თიხამინერალების წარმოქმნას. ამიტომ ნიადაგური პროფილის გათიხება წარმოადგენს ყომრალი ნიადაგის წარმოქმნის მეტად დამახასიათებელ პროცესს. მეორადი თიხამინერალების, რომლებიც წარმოადგენილია ალუმო- და ფეროსილიკატებით (ილიტით, მონტმორილონიტით), და რკინის ჟანგეულების თავისუფალი ჰიდრატების დაგროვებასთან ერთად ნიადაგური პროფილიდან ხდება გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის ადვილად მოძრავი პროდუქტების – მარტივი მარილების, მათ შორის კალციუმის კარბონატების, გამოტანა. ამას ხელს უწყობს ნიადაგების ტენის ჩამრეცხი ტიპი.

მიუხედავად იმისა, რომ ნიადაგურ პროფილში კარბონატები არ აღინიშნება და ნიადაგები ფორმირდება მერქნიანი მცენარეულობის ქვეშ, ტიპურ ყომრალ ნიადაგში ენერწარმოქმნა ჩვეულებრივ გამოსახულია ძალიან სუსტად. პირველ რიგში, ეს აიხსნება ნივთიერებების ბიოლოგიური წრებრუნვის თავისებურებებით. მერქნიანი ჯიშების უმრავლესობა ჩამონაცვენთან ერთად აბრუნებს ნაცროვან ელემენტებს, განსაკუთრებით სხვადასხვა ფუძეს, მათ შორის კალციუმის მარილებს.ამის შემდეგ ორგანული ნარჩენების დაშლა მიმდინარეობს ფუძეებით მდიდარ არეში. ჰუმიფიკაციის პროცესში წარმოდგენილი ორგანული ჰუმუსოვანი მჟავები ნეიტრალიზდება. ეს ასუსტებს ან გამორიცხავს თავისუფალი მჟავების ზემოქმედებას ნიადა-

გის ერთნახევარჟანგებზე და პირველად მინერალებზე. მიუხედავად იმისა, რომ ჰუმუსოვანი ნივთიერებების შემადგენლობაში ჭარბობენ ფულვომჟავები, ნიადაგების მთელ პროფილში რეაქცია რჩება სუსტად მჟავე. ამიტომ ერთნახევარჟანგების ჰიდრატები ნაკლებად მოძრავნი არიან და მეორად ალუმო- და ფერსილიკატებთან ერთად თანდათანობით გროვდებიან პროფილის ზედა ნაწილში.

ზედა ჰორიზონტებში მჟავე რეაქციის არსებობა ხელს უწყობს რკინის მობილიზაციას და ორგანულ მჟავებთან კომპლექსური ნაერთების შექმნას. ეს უკანასკნელნი ნიადაგის კოლოიდური ნაწილის სტაბილიზატორის როლს ასრულებენ. კომპლექსური ნაერთები გარს ეკვრიან მათ და იცავენ შემდგომი დაშლისგან, ქმნიან შეუცვლელი მდგომარეობით მათი გადაადგილების პირობებს. ამას ხელს უწყობს კომპლექსური ნაერთების მაღალი ძვრადობა, რომელიც მჟღავნდება როგორც მიკრომორფოლოგიით, ასევე ჯექსონის გამონაწურით, რაშიც გადადის მათი საკმაოდ დიდი რაოდენობა. განსაკუთრებით ბევრია ეს ნაერთები B ჰორიზონტში. სხვადასხვა ძვრადობის უნარის მქონე რკინის შემცველობა და განაწილების კანონზომიერება წარმოადგენს ამ ნიადაგების დიაგნოსტიკის საიმედო მაჩვენებელს.

ჩამოთვლილი დიაგნოსტიკური მაჩვენებლები დამახასიათებელია ტიპური ყომრალწარმოქმნისთვის, რომლებიც გამოიყოფიან ლექის გადანაწილების მიხედვით არადიფერენცირებული ან სუსტად დიფერენცირებული პროფილით. ყომრალი ნიადაგის უფრო ინტენსიური დიფერენციაციის დროს, პირველ რიგში, ხდება წყლის რეჟიმის შეცვლა, რომელიც მჟღავნდება გათიხებული B ჰორიზონტის ზედა ნაწილის სხვადასხვა ხარისხისა და ხანგრძლივობის ჭარბი ტენიანობით. მექანიკური შემადგენლობით პროფილის დიფერენცირება იწვევს არეს რეაქციის დიფერენციაციას ზედა ჰორიზონტების უფრო მეტი გამჟღავნებით. ნიადაგურ პროფილში ჟანგეულების განაწილების მიხედვით აშკარად შეიმჩნევა კაჟმინის ზედა ჰორიზონტში დაგროვება, ხოლო ქვედაში კი – შემცირება, თუმცა ლექის შემადგენლობა არ გვიჩვენებს ასეთ დიფერენციაციას. ჰუმუსოვანი ნივთიერებების შემადგენლობაში ჭარბობენ ფულვომჟავები, რომლებიც, როგორც ჩანს, ტოტალურად რეცხავენ პროფილს. ამით აიხსნება არასილიკატური რკინის ფორმების განაწილების თავისებურებანი ჰუმუსოვან ჰორიზონტში, სადაც პერიოდულად იქმნება ცვალებადი ჟანგვა-აღდგენითი პირობები, ხდება რკინის ნაწილობრივი გამოყოფა წვრილი კონკრეციების სახით, რაც იწვევს ამ ჰორიზონტის გარკვეულ გაუფერულებას. ხანგრძლივი თბილი და ტენიანი პერიოდი განსაზღვრავს ორგანული ნარჩენების და ჰუმუსოვანი ნივთიერებების შედარებით სწრაფ მინერალიზაციას. ამიტომ ჰუმუსის საერთო შემცველობა ყომრალ ნიადაგში საშუალოა. მინერალური ნივთიერებების მნიშვნელოვანი მასა, რომელიც ღრმა ჰორიზონტებიდან შეითვისება ხეების ფესვებით, შედარებით სწრაფად უბრუნდება ნიადაგს. თიხამინერალების და ერთნახევარჟანგეულების სიჭარბის გამო, ყომრალი ნიადაგი შედარებით მაღალი შთანთქმის ტევადობით ხასიათდება. შთანთქმული წყალბადი და ალუმინი მცირე რაოდენობითაა, მაგრამ ჩვეულებრივ ალუმინის შემცველობა უფრო დიდია, ვიდრე წყალბადის, რაც მჟავე რეაქციის პირობებში აპირობებს შთანმთქავი კომპლექსის მდგომარეობას.

ყომრალი ნიადაგი ეოლუციურად და ტიპოლოგიურად ნიადაგური საფრის განვითარების გარკვეულ სტადიას წარმოადგენს. მისი წინამორბედი განუვითარებელი და კორდიან-კარბონატული ნიადაგია. გავაკებულ პირობებში ზედაპირული გადატენიანების დროს ის ტრანსფორმირდება ეწერ (ცრუეწერ) ნიადაგში.

ყომრალწარმოქმნისთვის დამახასიათებელია, ერთი მხრივ, კატიონების გამოტუტვა წყლის დაღმავალი დენით და, მეორე მხრივ, მათი ბიოლოგიური აკუმულაცია მკვდარ საფარში და ჰუმუსოვან ჰორიზონტში. რაც შეეხება გათიხებას, ის შეიძლება იყოს როგორც პირველადი მინერალების ტრანსფორმაციის შედეგი, ასევე თიხებით სინთეზისა იონური კომპონენტებისგან.

გამოყენება. ყომრალი ნიადაგი ძირითადად ტყით არის დაფარული. შედარებით მცირე ნაწილი (უმეტესად მთისწინეთის ზოლში) ათვისებულია სასოფლო-სამეურნეო კულტურებით. ამგვარად, ყომრალი ნიადაგი გამოიყენება როგორც სახნავი, სათიბ-საძოვარი და ტყის სავარგულები.

სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებზე ხშირად შეიმჩნევა ეროზიული მოვლენები. ამ სავარგულებზე ყომრალის ნაყოფიერების გადიდებისთვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების გატარებას და სათანადო აგროტექნიკურ ფონზე მაღალი ეფექტის მომცემი კულტურების განლაგებას.

ყომრალი ნიადაგის ნაყოფიერებას ადიდებს მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენება. ნიადაგი მცირე რაოდენობით შეიცავს ხსნად ფოსფორს და ჰიდროლიზებად აზოტს და ამიტომ აზოტოვანი და ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება შესამჩნევ ეფექტს იძლევა. ყომრალი ნიადაგი საკმაო რაოდენობით შეიცავს კალიუმს და კალიუმიანი სასუქების ეფექტი შედარებით დაბალია.

ზემო იმერეთის ყომრალ ნიადაგზე ჩატარებული ცდებიდან (ბიწაძე 1963) ჩანს, რომ მინერალური სასუქების ($N_{60}P_{60}$) შეტანამ სიმინდის მოსავალი ერთ ჰექტარზე 14,5 ც გაზარდა. განსაკუთრებით მაღალ ეფექტს იძლევა მინერალური და ორგანული სასუქების ერთდროული გამოყენება. ფოსფორის შეტანამ ნაკელთან ერთად (20 ტ ნაკელი + P_{60}) სიმინდის მოსავალი ასევე გაადიდა 14 ცენტნერით.

ყომრალი ნიადაგის დამაკმაყოფილებელი ფიზიკური თვისებების გამო, ის განსაკუთრებით ხელსაყრელია მრავალწლიანი ნარგავებისთვის. ხელსაყრელ კლიმატურ პირობებში ნიადაგი გამოიყენება ვენახების ქვეშ.

ყომრალი ნიადაგი საკმაოდ მდგრადია წყლისმიერი ეროზიისადმი, რადგანაც ხასიათდება კარგი ფილტრაციული თვისებებით და მაღალი ტენტევადობით. ამის გარდა, მძიმე მექანიკური შედგენილობა და კარგი გასტრუქტურება პრაქტიკულად გამორიცხავს ქარისმიერ ეროზიას.

ტყის ქვეშ განვითარებული ყომრალი ნიადაგი ხასიათდება წყალდაცვითი ფუნქციებით. ისინი ირლვევა ტყის პირწმინდა ჭრების, ტყის ხანძრით განადგურების და ძლიერი ინტენსივობის ამორჩევითი ჭრებით ტყის გამეჩხერების შემთხვევაში.

ზამთარში ტყის პირწმინდა ჭრების და გამეჩხერების დროს ნიადაგი იყინება, თოვლი სწრაფად დნება და არ იყონება ნიადაგში. ნიადაგი, რომელიც ტყის მოჭრის და გამეჩხერების შემდეგ კარგავს მკვდარ საფარს, იტკეპნება, კარგავს სტრუქტურას, წყალი აღარ იფილტრება, ნიადაგის ფორები იგმანება, რაც, თავის მხრივ, ხელს უშლის ნიადაგში წყლის ჩაჟონვას. ყოველივე ეს ზრდის მავნე ზედაპირულ ჩამონადენს და ამცირებს სასარგებლო წყლის ნიადაგში ჩაჟონვას.

მაღალი ტყიანობის ხეობებში მდინარეები მთელი წლის მანძილზე ხასიათდება თანაბარი დინებით და არ გამოაქვთ მკვრივი გამონატანი, ე.ი. ასეთ ხეობებში ნიადაგის ეროზიას ადგილი არა აქვს. გამეჩხერებულ ხეობებში მდინარეები არათანასწორი წყალუხვობით ხასიათდება, გადიდებული მკვრივი გამონატანით, რაც მიუთითებს გაძლიერებულ ეროზიულ პროცესებზე.

23.8. ყომრალ-შავი ნიადაგები (ჩერნოზემს ჰაპლიკ – CHERNOZEMS HAPLIC)

ზოგადი დახასიათება. ყომრალ-შავი ნიადაგი ხასიათდება მძლავრი პუმუსოვანი ჰორიზონტით ჩამრეცხი წყლის რეჟიმის პირობებში. ნიადაგის პროფილს ჩვეულებრივ შემდეგი აგებულება აქვს: A_0-A_1^I-A_1^{II}-A_1^{III}-BC_2 ან A_0-A_1^I-A_1^{II}-AC_2. დიაგნოსტიკური მაჩვენებელია პროფილის შავ-ყომრალი (მუქი ყომრალი) შეფერილობა, კოშტოვან-კაკლოვანი სტრუქტურა (კაკლოვან-მარცვლოვანი ჰორ. A_1^I -ში), შედარებით ფხვიერი აგებულება, კარბონატების უქონლობა, სტრუქტურულ ერთეულებზე სუსტი სიმკრთალე. ყომრალ-შავი ნიადაგი გავრცელებულია მცირე კავკასიონზე ტყის სარტყელში ზღვის დონიდან 1100-დან 1600 მეტრამდე. ეს ნიადაგი უშუალოდ ემიჯნება ყომრალ ნიადაგს.

შესწავლის ისტორია. საქართველოში ეს ნიადაგი ამ სახელწოდებით პირველად გამოყო თ. ურუშაძემ (1987). მანვე მოგვცა მისი სრული გენეზისური დახასიათება და დაასაბუთა ცალკე ნიადაგურ ტიპად გამოყოფის აუცილებლობა. სპეციალურ ლიტერატურაში მსგავსი თვისებების მქონე ნიადაგი დიდი ხანია არის ცნობილი. ვ. კუბიენა (1953) ევროპის ნიადაგებისადმი მიძღვნილ მონოგრაფიაში აღნიშნავდა, რომ ე.წ. ევტროფული ყომრალი გავრცელებულია ჩრდილოეთ ირლანდიასა და გფრ-ში. მან ხაზი გაუსვა, რომ პირველად ეს ნიადაგი გამოყოფილი იყო ხოინინგ-ხუეპის მიერ ჯერ კიდევ 1930 წელს. ვ. კუბიენას განმარტებით, ნიადაგი ხასიათდება მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, მუქი შეფერილობით, ნეიტრალურთან ახლო რეაქციით, თიხამინერალებში მონტმორილონიტის სიჭარბით. ისინი ფორმირდებიან ამონაღვარ ქანებზე – ბაზალტებზე, დიაბაზებზე, ბაზალტურ ტუფებზე და სხვ.

უნგრეთში და რუმინეთში ამ ნიადაგს გამოყოფენ ყომრალი შავმიწისებრის სახელწოდებით, პოლონეთში – ევტროფული ყომრალების, მონღოლეთში და შუა აზიაში – შავ-ყომრალის და სხვ.

საქართველოში ეს ნიადაგი გამოიკვლია ვ. აკომცევმა (1927) მთის ტყის შავმიწისებრების სახელწოდებით. აღნიშნავდა, რომ ნიადაგი გამოირჩევა დიდი სიმძლავრით და განვითარებით ბაზალტური ლავების გამოფიტვის თიხის პროდუქტებზე. უფრო დაწვრილებით ეს ნიადაგი აღმოსავლეთის მუხის ტყის ქვეშ შეისწავლა თ. კვინიხიძემ (1950). მისი გამოკვლევით ეს ნიადაგი ხასიათდება ნეიტრალურთან ახლო რეაქციით (pH=6,9), შთანთქმული კატიონების შემადგენლობაში გაცვლითი წყალბადის მცირე შემცველობით (0,2-3,6 მგ-ექვ/100 გრ. ნიადაგზე), საშუალო თიხნარი მექანიკური შედგენილობით, ჰუმუსის ზომიერი შემცველობით, სიღრმით კაჟმინის და ერთნახევარჟანგების გარკვეული გადიდებით. თ. კვინიხიძემ ეს ნიადაგები მიაკუთვნა ყომრალს.

ეკოლოგია. ყომრალ-შავი ნიადაგის ნიადაგწარმომქმნელი ქანები წარმოდგენილია ანდეზიტო-ბაზალტებით. რელიეფი წყნარია, ძირითადში სამხრეთისკენ დახრილი გავაკებული უბნებია.

ყომრალ-შავი ნიადაგი ფორმირდება ტენიანი კლიმატის (გრილი ზაფხულით და ცივი ზამთრით) პირობებში. ყველაზე ცივი თვის – იანვრის ტემპერატურა –2,2 °C უდრის, ხოლო ყველაზე თბილი თვის – ივლისის – 18,6 °C. საშუალო წლიური ტემპერატურა 8,0 °C. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 2200-2500 °C უდრის. საეგეტაციო

პერიოდის ხანგრძლივობა ხუთი თვეა. ნალექების წლიური რაოდენობა აღწევს 700 მმ. ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა მოდის მაისსა და ივნისში.

მცენარეულობა წარმოდგენილია აღმოსავლეთის მუხის მუხნარებით. ტყე გამეჩხერებულია და აქ საკმაოდ ძლიერად არის გავრცელებული ბალახოვანი საფარი. მუხნარების გარდა, აქ გვხვდება ნიფლნარები და რცხილნარები.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

ყომრალ-შავი ნიადაგების პროფილს აქვს შემდეგი შენება:

A_0 – მკვდარი საფარი სიმძლავრით 1-2 სმ, მუხის და სხვა მერქნიანი ჯიშების ფოთლები, ტოტები და ნაყოფები.

A_1^I – ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, სიმძლავრით 10-15 სმ, შავ-ყომრალი, კაკლოვან-მარცვლოვანი, თიხნარი, შედარებით ფხვიერი, გადასვლა თანდათანობითი.

A_1^{II} – ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, სიმძლავრით 15-25 სმ, მუქი ყომრალი, სტრუქტურულ ერთეულებზე სუსტი სიმკრთალე, კოშტოვან-კაკლოვანი, თიხნარი, მომკვრივო, გადასვლა თანდათანობითი.

A_1^{III} - ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, სიმძლავრით 20-25 სმ, მუქი-ყომრალი, თიხნარი, მომკვრივო, კოშტოვანი, სტრუქტურულ ერთეულებზე სუსტი სიმკრთალე, გადასვლა ნათელი.

BC2 – ქანისკენ გარდამავალი ჰორიზონტი, სიმძლავრით 15-35 სმ, ყომრალი, კოშტოვან-დაკუთხული, თიხნარი.

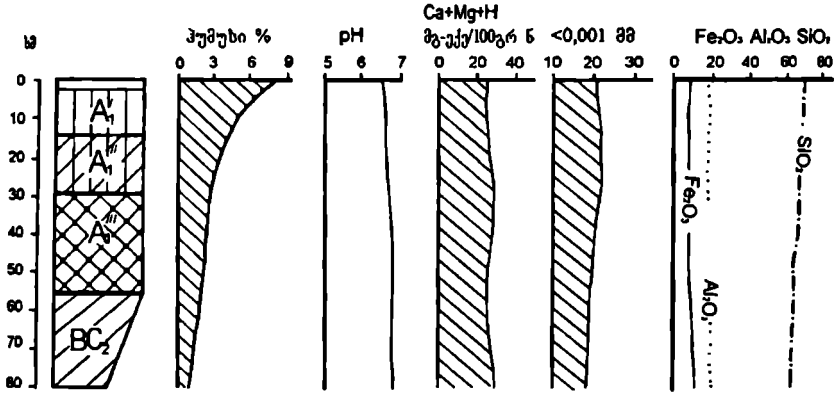
ყომრალ-შავი ნიადაგი გამოირჩევა მძლავრი შავ-ყომრალი (მუქ-ყომრალი) ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, კოშტოვან-კაკლოვანი (კაკლოვან-მარცვლოვანი ჰორ. A_1^I-ში) სტრუქტურით, სტრუქტურულ ერთეულებზე სუსტი სიმკრთალით.

ყომრალ-შავი ნიადაგი ხასიათდება სუსტად მჟავე რეაქციით. ხშირად მჟავიანობის ყველაზე მაღალი მაჩვენებლები აღინიშნება ჰორ. A_1^I-ში, ხოლო ქანისკენ გარდამავალ ჰორიზონტში მჟავიანობა უმცირესია. ჰუმუსის შემცველობა საშუალოა, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში – მაღალი. ნიადაგი ღრმად ჰუმუსირებულია – ქვედა ჰორიზონტებში ჰუმუსის შემცველობა აღწევს 1,20-1,79 %. ჰუმუსის შედგენილობის მიხედვით როგორც პუმინის, ისე ფულვომჟავების ფრაქციულ შემადგენლობაში ჭარბობს Ca-თან დაკავშირებული მე-2 ფრაქცია. ნიადაგისთვის დამახასიათებელია „ნიადაგური ჰუმინების“ მცირე სიდიდეები. Cჰ : Cფ შეფარდება შეადგენს 0,72-0,98 და უმნიშვნელოდ იცვლება პროფილის მიხედვით. ნიადაგები ჩვეულებრივ სუსტად არამაძღარია. არამაძღრობის ხარისხი შეადგენს 1-5 %. შთანთქმული კატიონების შემადგენლობაში ჭარბობს გაცვლითი კალციუმი.

მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით ნიადაგები მიეკუთვნება მძიმე თიხნარებს. ლექის ფრაქცია და ფიზიკური თიხა ნიადაგის პროფილის მიხედვით პრაქტიკულად თანაბრად არის განაწილებული.

ნიადაგების და ლექის ფრაქციის მთლიანი ქიმიური ანალიზის მიხედვით ძირითადი ჟანგეულების (SiO_2, AL_2O_3, Fe_2O_3) განაწილებაში გარკვეული არაერთგვაროვნება აღინიშნება. ამასთან, დასტურდება Fe_2O_3 შემცველობის გარკვეული ზრდა პროფილის ქვედა ნაწილში. ლექის ფრაქციაში მოლეკულური შეფარდების მიხედვით ნიადაგების მინერალური ნაწილი ფორმირდება სიალიტური ტიპის მიხედვით.

ყომრალ-შავ ნიადაგში აღინიშნება არასილიკატური და ამორფული რკინის გადიდებული შემცველობა (უფრო მეტი, ვიდრე ყომრალში). ნიადაგის პროფილის



ნახ. 38. ყომრალ-შავი ნიადაგის პროფილი და ძირითადი თვისებები

მიხედვით ამორფული რკინის განაწილების თავისებურება მიუთითებს მის მაღალ ძვრადობაზე.

ყომრალ-შავი ნიადაგის ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებია: ჰუმუსწარმოქმნა, ჰუმუსდაგროვება, გამოტუტვა, სიალიტიზაცია.

ყომრალ-შავ ნიადაგს ყომრალთან და შავმიწასთან მთელი რიგი საერთო ნიშანი გააჩნია.

ყომრალებთან მათ აახლოებს სუსტად მჟავე რეაქცია, სუსტი არამაძღრობა, პროფილის გარკვეული გათიხება, ჰუმუსის ფულვატური ტიპი, არასილიკატური და ამორფული რკინის განაწილების ხასიათი; შავმიწებთან კი – მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის არსებობა, ღრმა ჰუმუსირება, ნიადაგის პროფილის მიხედვით – ლექის და ფიზიკური თიხის თანაბარი განაწილება, უხსნადი ნაშთის დაქვეითებული სიდიდეები, ჰუმუსის შემადგენლობაში კალციუმთან დაკავშირებული ფრაქციების მკვეთრი სიჭარბე.

ყომრალ-შავი ნიადაგი განსხვავდება ყომრალისგან მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, ღრმა ჰუმუსირებით, ნიადაგის პროფილის მიხედვით ლექის და ფიზიკური თიხის თანაბარი განაწილებით, უხსნადი ნაშთის დაქვეითებული სიდიდეებით.

ყომრალ-შავი ნიადაგი განსხვავდება შავმიწისგან სუსტი მჟავე რეაქციით, ჰუმუსის ფულვატური ტიპით, პროფილის გარკვეული გათიხებით.

კლასიფიკაცია. ნიადაგის კლასიფიკაცია ჯერჯერობით დაუმუშავებელია. ამჟამად გამოიყოფა ერთი ქვეტიპი ტიპური ყომრალ-შავი, რომელიც ტიპის ცნებას შეესაბამება.

გამოიყოფა ყომრალ-შავი ნიადაგის ორი გვარი: ჩვეულებრივი და არასრულგანვითარებული.

ყომრალ-შავი ნიადაგი იყოფა სახეობად შემდეგი ნიშნებით:

ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის სიმძლავრით – მძლავრი (>80 სმ), საშუალო სიმძლავრის (80-40 სმ), მცირე სიმძლავრის (<40 სმ).

გენეზისი. ამ ნიადაგის გენეზისი უშუალოდ არის დაკავშირებული დედაქანების (ანდეზიტო-ბაზალტების) ქიმიურ შემადგენლობასთან, კერძოდ, კალციუმის მაღალ შემცველობასთან. ამას ემატება ისიც, რომ ბუნებრივი მცენარეულობა (აღმოსავლეთის მუხა, უხვი ბალახმდგარი) აგრეთვე მდიდარია კალციუმით. ამ უკანასკნელის ბიოლოგიურ წრებრუნვაში ინტენსიური მონაწილეობა განაპირობებს ნიადაგის ორგანულ-მინერალურ ნაწილთან მჭიდრო დაკავშირებას და პროფილში მძლავრი და ღრმა ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის არსებობას. ტენის ჩამრეცხი რეჟიმი გამორიცხავს კალციუმის კარბონატების დაგროვებას და ხელს უწყობს თვითმყოფადი პროფილის ჩამოყალიბებას.

გამოყენება. ყომრალ-შავი ნიადაგი ეროზიული მოვლენების მიმართ საკმაოდ მდგრადია. შედარებით მკაცრი კლიმატური პირობები, მიუხედავად ამ ნიადაგის მაღალი პოტენციალური ნაყოფიერებისა, ზღუდავენ სასოფლო-სამეურნეო გამოყენებას. საკმაოდ ეფექტურია გამოყენება საძოვრებად სათანადო ღონისძიებების გათვალისწინებით.

23.9. კორდიან-კარბონატული ნიადაგი (ლეპტოსოლს რენდზიკ – LEPTOSOLS RENDZIC)

ზოგადი დახასიათება. კორდიან-კარბონატული ნიადაგი ხასიათდება სუსტად დიფერენცირებული პროფილით. ნიადაგურ პროფილს ჩვეულებრივ შემდეგი აგებულება აქვს: $A_0 - A - AB - B - BC$. ძირითადად ფორმირდება ტყის ზონაში ისეთ ქანებზე, რომლებიც დიდი რაოდენობით შეიცავენ კალციუმის კარბონატებს (კირქვები, მარმარილოები, დოლომიტები, მერგელები და სხვ.) და ხასიათდება ჩამრეცხი ან პერიოდულად ჩამრეცხი ტენის რეჟიმით. ნიადაგი გამოირჩევა კარგად გამოხატული ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, გაცცლის მაღალი ტევადობით.

კორდიან-კარბონატული ნიადაგის ფართობი ქვეყნის საერთო ფართობის 4,5%-ს (317 200 ჰა-ს) შეადგენს.

ეს ნიადაგი ფართოდაა გავრცელებული დასავლეთ საქართველოში – აფხაზეთში, სამეგრელოში, რაჭა-ლეჩხუმში და ზემო იმერეთში, აგრეთვე აღმოსავლეთ საქართველოში – მთიულეთში, სამაჩაბლოში, კახეთსა და ქართლში. ამ ნიადაგის არეალი ემთხვევა კირქვებისა და მერგელების არეალს. კორდიან-კარბონატული ნიადაგი, მთა-ტყის სარტყლის გარდა, გავრცელებულია ტენიან და მშრალ სუბტროპიკების ზონაში და მაღალმთიანეთში.

შესწავლის ისტორია. საქართველოში ნეშომპალა-კარბონატული (კორდიან-კარბონატული) ნიადაგი პირველად შეისწავლა ს. ზახაროვმა (1913). ამ ნიადაგის ჯგუფში მან გამოყო ორი სახესხვაობა: განვითარებული კირქვებსა და მერგელებზე. შემდგომ ეს ნიადაგი შეისწავლეს გ. ტალახაძემ (1948), მ. საბაშვილმა (1956, 1965), ი. ანჯაფარიძემ (1965), ე. ნაკაიძემ, ნ. არჩვაძემ (1977), თ. ჩხეიძემ (1977) და სხვ.

მ საბაშვილმა პირველმა შეისწავლა ამ ნიადაგის ქიმიური შემადგენლობა, დააშუშავა კლასიფიკაციის საკითხები.

გ. ტალახაძემ ჩვეულებრივ ნეშომპალა-კარბონატულ ნიადაგთან ერთად გამოყო რენძინო-წითელი ე.წ. „ტერა-როსები". შემდგომ მანვე მოგვცა ყომრალი და

ყავისფერი ნიადაგის გარდამავალი ნიადაგის – „რენძინო-ყომრალი" და „რენძინო-ყავისფერი" ნიადაგის დახასიათება. ბოლოს, ცალკე გამოყო მთა-მდელოს კორდიან-კარბონატული ნიადაგი.

საქართველოს კორდიან-კარბონატული ნიადაგი ფართოდ შეისწავლა თ. ჩხეიძემ (1977), კერძოდ გენეზისის, გეოგრაფიისა და კლასიფიკაციის საკითხები.

ეკოლოგია. კარბონატული ქანების არეალში გვხვდება რელიეფის ორი ძირითადი ტიპი: გლაციალური და კარსტული. პირველი მათგანი გამომუშავებულია ძველი მყინვარებით. ეს ტიპი უწყვეტი ზოლით გადის დასავლეთ საქართველოს მაღალმთიანეთში. გლაციალური რელიეფი ძირითადად წარმოდგენილია დერეფნებით, ცირკებით, ტროგებით, კარებით და სხვ. კარსტული რელიეფი ფართოდაა გავრცელებული დასავლეთ საქართველოს შუა სარტყელში. კარსტული რელიეფის განვითარება დაკავშირებულია ცარცული სისტემის ნაფენებთან. საქართველოში არჩევენ კარსტული მოვლენების ორ ფორმას: მიწისქვეშას და ზედაპირულს. აფხაზეთის მთისწინეთში კარსტულ პროცესებთან ერთად აღინიშნება მეწყრული მოვლენებიც, რომლებიც აყალიბებენ რელიეფის მეწყრულ-კარსტულ ფორმებს.

კორდიან-კარბონატული ნიადაგის არეალში რელიეფი ეროზიული ტიპისაა და წარმოდგენილია დენუდაციური, დენუდაციურ-აკუმულაციური და დენუდაციურ-მეწყრული ფორმით.

ნიადაგწარმომქმნელი ქანები წარმოდგენილია კარბონატული ქანებით (კირქვები, მერგელები, დოლომიტები და ა.შ.). კირქვიანი მთები, რომლებიც წარმოდგენილია ცარცის და იურის კორქვების მძლავრი ფენებით, უწყვეტი ზოლითაა გაჭიმული მდ. ფსოუდან ლიხის (სურამის) ქედამდე. სხვადასხვა კლიმატურ პირობებში კარბონატული ქანების გამოფიტვის პროდუქტები ან უნარჩუნებენ საწყის შემადგენლობას ან სწრაფად კარგავენ კარბონატებს. ბევრია დამოკიდებული კარბონატული ქანების თვისებებზე – სიმკვრივეზე, ფორიანობაზე, ქანის „სიწმინდეზე" (პეტროგრაფიული მინარევების არსებობაზე).

საქართველოს ტყის ზონაში კლიმატი ზომიერად თბილია. ყველაზე ცივი თვის ტემპერატურაა –1, –4 °C, ყველაზე თბილის – 18-20 °C. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 2000-3500 °C. ნალექების რაოდენობა 1400-1600 მმ აღწევს.

მცენარეულობა წარმოდგენილია მუხნარ-რცხილნარებით ბალახების ფართო მონაწილეობით. ათვისებული ფართობები გამოყენებულია ვენახის, ხეხილის, მათ შორის სუბტროპიკული ხეხილის, დაფნისა და სხვა მრავალწლიანებისთვის.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

კორდიან-კარბონატულ ნიადაგის პროფილს აქვს შემდეგი შენება:

A_0 – მკვდარი საფარი სიმძლავრით 1-3 სმ, ჩვეულებრივ, სუსტად გახრწნილი ჩამონაცვენი.

A – პუმუსოვანი ჰორიზონტი სიმძლავრით 3-დან 20 სმ-მდე, მუქი ან მუქი- რუხი, ზოგჯერ ყავისფერი იერით, მარცვლოვანი ან წვრილკოშტოვან-მარცვლოვანი სტრუქტურით, გადასვლა თანდათანობითი.

AB – გარდამავალი ჰორიზონტი საერთო სიმძლავრით 10-20 სმ, მუქი ყომრალი, მარცვლოვან-კოშტოვანი, გადასვლა ნათელი.

B – ილუვიური ჰორიზონტი სიმძლავრით 20-30 სმ, რუხი, ყომრალი, კოშტოვან- დაკუთხული, გადასვლა თანდათანობითი.

BC – ქანისკენ გარდამავალი, სიმძლავრით 20-30 სმ, ყომრალი, კოშტოვან- დაკუთხული.

კორდიან-კარბონატული ნიადაგი განსხვავდება კარგად გამოხატული ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით მარცვლოვანი ან წერილკოშტოვან-მარცვლოვანი სტრუქტურით. კირქვებზე, მათ შორის დოლომიტიზებულ კირქვებზე, განვითარებული ნიადაგი უფრო ხირხატიანია, ვიდრე მერგელებზე განვითარებული კორდიან-კარბონატული ნიადაგი. ერთსა და იმავე პირობებში მერგელებზე ვითარდება უფრო მძლავრი ნიადაგი, ვიდრე კირქვებზე.

კორდიან-კარბონატული ნიადაგი ხასიათდება ნეიტრალური ან სუსტად ტუტე რეაქციით. ჰუმუსის შემცველობა ზომიერია ან მცირე, ამასთან, მერგელებზე განვითარებული ნიადაგი გამოირჩევა ჰუმუსის ნაკლები შემცველობით. როგორც წესი, ნიადაგი ღრმად ჰუმუსირებულია. კარბონატების შემცველობა მერყეობს დიდ ფარგლებში (20 – 50 %). შთამნთქავი კომპლექსი მაძღარია ფუძეებით. შთანთქმულ კალციუმზე მოდის საერთო ჯამის 92 %-მდე. კირქვებზე განვითარებული ნიადაგი ხასიათდება თიხა, ხოლო მერგელებზე – თიხნარი მექანიკური შედგენილობით.

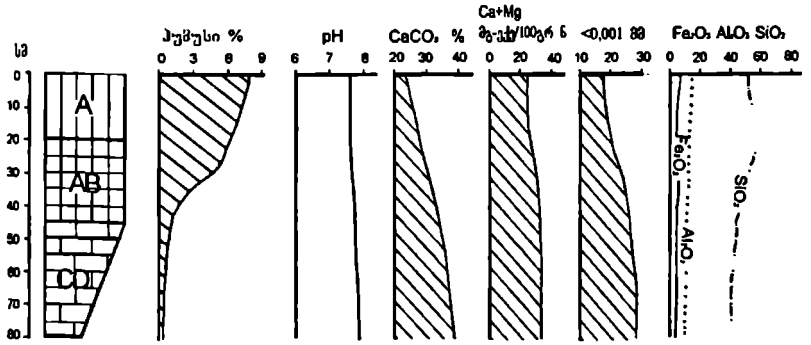
კირქვებზე განვითარებული მცირე სიმძლავრის ნიადაგი უფრო თიხიანია, ვიდრე მძლავრი ნიადაგი. ხშირად აღინიშნება პროფილის შუა ნაწილის გათიხება.

თიხამინერალებში ჭარბობს მონტმორილონიტი და ჰიდროქარსები. ნიადაგში ჭარბობს რკინის სილიკატური ფორმები.

ამგვარად, კორდიან-კარბონატული ნიადაგი ხასიათდება კარგად გამოხატული ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, ნეიტრალური ან სუსტად ტუტე რეაქციით, ჰუმუსის ზომიერი შემცველობით, შთამნთქავი კომპლექსის მაძღრობით, თიხა ან თიხნარი მექანიკური შედგენილობით, რკინის სილიკატური ფორმების სიჭარბით.

კორდიან-კარბონატულ ნიადაგში ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებია: ჰუმუსსიალიტიზაცია, ჰუმუსნარმოქმნა და გასტრუქტურება.

კორდიან-კარბონატული ნიადაგი განსხვავდება ყომრალი ნიადაგისგან მუქი შეფერილობით, ფუძეებით მაღალი მაძღრობით, ტუტე რეაქციით, სუსტად გამოხატული გათიხებით, კარბონატების შემცველობით.



ნახ. 39. კორდიან-კარბონატული ნიადაგის პროფილი და ძირითადი თვისებები

კორდიან-კარბონატული ნიადაგი განსხვავდება ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგისგან გაეწრებული ჰორიზონტის უქონლობით, ტუტე რეაქციით, ძირითადი ჟანგეულების მეტ-ნაკლებად თანაბარი განაწილებით, კარბონატების შემცველობით.

კლასიფიკაცია. კორდიან-კარბონატული ნიადაგი აერთიანებს სამ ქვეტიპს: ტიპურს, გამოტუტულსა და წითელი ფერის („terra rossa").

კორდიან-კარბონატულ ტიპურ ნიადაგში კარბონატები აღინიშნება ზედაპირიდან ან ჰუმუსოვან ჰორიზონტში. ნიადაგი გამოირჩევა კორდიან-კარბონატული ნიადაგისთვის დამახასიათებელი თვისებებით. ის ვითარდება ყომრალი ნიადაგის არეალში ისეთ ქანებზე, რომლებიც დიდი რაოდენობით შეიცავენ კალციუმის კარბონატებს. პროფილი სუსტადაა განვითარებული, დიდი რაოდენობით შეიცავს ხირხატს და ქანის ნამტვრევებს. ჰუმუსის შემცველობა ზომიერია. შთამნთქმის ტევადობა მაღალია. ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის რეაქცია ნეიტრალურია.

კორდიან-კარბონატულ გამოტუტულ ნიადაგში კარბონატები აღინიშნება ილუვიურ ჰორიზონტში. ნიადაგი ვითარდება კარბონატული ქანების შედარებით მძლავრ ელუვიონ-დელუვიონზე. პროფილი საკმაოდ მძლავრია. ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის სიმძლავრე აღწევს 20-30 სმ. ილუვიური ჰორიზონტი მომკვრივოა, ხშირად გათიხებული.

კორდიან-კარბონატული წითელი ფერის ნიადაგი („terra rossa") ვითარდება მკვრივ კირქვებსა და მერგელებზე. ნიადაგი ხასიათდება სხვადასხვა სიმძლავრით, კარბონატულობით ან გამოტუტვით, წითელი შეფერილობით, სუსტად მჟავე ან ნეიტრალური რეაქციით.

კორდიან-კარბონატულ ნიადაგში გამოყოფენ შემდეგ გვარებს:

კირქვიანი – ფორმირდებიან კირქვებზე, განსხვავდებიან პროფილის მცირე სიმძლავრით, მნიშვნელოვანი ხირხატიანობით, მაღალი შთანთქმის ტევადობით, ჰუმუსის საშუალო და მაღალი შემცველობით.

თიხიან-მერგელური – ვითარდებიან მერგელებზე, კარბონატულ ქვიშნარებზე ან თიხებზე. განსხვავდებიან ხირხატიანობის უქონლობით, მძლავრი პროფილით, ჰუმუსის და კარბონატების ნაკლები შემცველობით.

კორდიან-კარბონატული ნიადაგი იყოფა სახეობად ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის (მცირე <15 სმ, საშუალო >15 სმ) სიმძლავრის მიხედვით.

გენეზისი. კორდიან-კარბონატული ნიადაგის დედაქანები (კირქვა და მერგელები) ძირითად ოქსიდებს (SiO_2, AL_2O_3, Fe_2O_3 და სხვ.) შეიცავენ უმნიშვნელო რაოდენობით. ამ ქანებზე დასახლებული ლიტოფილები – ლიქენები, ხავსები და სხვ., ქანთან შედარებით 2-ჯერ მეტი რაოდენობით შეიცავენ კაჟმიწას, 7-ჯერ მეტი რაოდენობით AL_2O_3 და 5-ჯერ მეტი რაოდენობით Fe_2O_3. უმდაბლესი მცენარეების მიერ მინერალური ნივთიერებების ბიოლოგიური შერჩევითი შთანთქმის შედეგად წვრილმიწა მდიდრდება ძირითადი ოქსიდებით. ამ ნიადაგების წარმოქმნის პროცესში მონაწილეობს კალციფილი მერქნიანი და ბალახა მცენარეები. შეიძლება ითქვას, რომ ეს პროცესი კორდიანი ნიადაგწარმოქმნის პროცესის ხასიათს ატარებს, რასაც აპირობებს მცენარეთა მაღალი შერჩევითი შთანთქმა. მცენარეთა ნაშთები მაღალი ნაცრიანობით ხასიათდება. ნიადაგები გამოირჩევა ჰუმუსის ინტენსიური დაგროვებით, რაც განპირობებულია ქანების კარბონატულობის გამო ნიადაგწარმოქმნის პროცესის ნეიტრალური (ან სუსტი ტუტე) არის პირობებში თვითმყოფადი ჰუმიფიკაციის პროცესით. ნიადაგწარმოქმნის პროცესის ინტენსივობას ბევრად

განსაზღვრავს ქანების პეტროგრაფიული შედგენილობა და რელიეფური პირობები. ჰუმუსის ყველაზე ინტენსიური დაგროვება აღინიშნება კირქვებზე წარმოქმნილ ნიადაგში, ხოლო მცირე დაგროვება – დოლომიტებსა და მერგელებზე. ნიადაგის წარმოქმნა დაკავშირებულია ალოქტონურ პირობებთან. ამასთან დაკავშირებით, რელიეფის უარყოფით ელემენტებზე განვითარებული კორდიან-კარბონატული ნიადაგი საკმაოდ ღრმაა. ევოლუციის შედეგად კლიმატური აგენტების და მცენარეულობის ზემოქმედებით ფორმირდება სხვა ნიადაგისკენ გარდამავალი ნიადაგი, მაგალითად, რენძინო-ყომრალი, რენძინო-ყავისფერი და ა.შ.

გამოყენება. კორდიან-კარბონატული ნიადაგი გამოყენების მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: 1) მცირე სისქის, ხირხატიანი და ჩამორეცხილი და 2) საშუალო სისქის ან მძლავრი, ნაკლებად ხირხატიანი და ბევრჰუმუსიანი ნიადაგი. პირველი ჯგუფის ნიადაგი ექსტენსიურ საძოვრებადაა გამოყენებული. მათი გაუმჯობესების ძირითადი ღონისძიებაა საკარანტინო წესების შემოღება, მცენარეების ჭრის აკრძალვა. მეორე ჯგუფის ნიადაგზე საჭიროა განხორციელდეს ნიადაგდაცვითი, აღდგენა-გაუმჯობესების და სატყეო-სამელიორაციო ღონისძიებები.

კორდიან-კარბონატული ნიადაგი ათვისებულია ვენახის, ხეხილის, თამბაქოს, დაფნის, ციტრუსების და სხვა ძვირფასი კულტურების ქვეშ. ამ ნიადაგს ფართოდ იყენებენ მინდვრის კულტურებისათვისაც. მინერალური სასუქების და მიკროსასუქების (მანგანუმი, ბორი) გამოყენებით იღებენ სიმინდის დიდ მოსავალს. ვენახისა და ციტრუსების პროდუქციის მიღებაზე დიდ გავლენას ახდენს ამ ნიადაგის კარბონატულობა და ხირხატიანობა. უკანასკნელი ქმნის ნიადაგის ხელსაყრელ თბურ რეჟიმს, რაც დადებით გავლენას ახდენს შაქრისა და სხვა ნივთიერებათა დაგროვებაზე. კარბონატულ ქანებზე განვითარებულ ნიადაგს დადებით აგროსაწარმოო მაჩვენებლებთან ერთად გააჩნია უარყოფითი თვისებებიც, მათ შორის მაღალი საველე ტენიანობის ფონზე პროდუქტიული ტენის დეფიციტი. ამ მოვლენის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა ატმოსფერული ნალექების შენარჩუნება, მათ შორის მულჩირება ტორფით.

23.10. რუხი-ყავის ფერი ნიადაგი (კამბისოლს ხრომიკ – CAMBISOLS CHROMIC)

ზოგადი დახასიათება. რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ხასიათდება არადიფერენცირებული, გათიხებული, კარბონატული, მცირეჰუმუსიანი პროფილით. ნიადაგურ პროფილს ჩვეულებრივ შემდეგი აგებულება აქვს: $A_{ც}$-$B_{არც}$-$B_{ცამ}$-$BC_{ც}$. ძირითადი დიაგნოსტიკური მაჩვენებლებია ჰუმუსოვანი და კარბონატული პროფილების შედარებით გაჭიმულობა, პროფილის შუა ნაწილში კარგად გამოხატული გათიხება და ზედაპირიდან კარბონატების არსებობა.

საქართველოში რუხი-ყავისფერი ნიადაგის საერთო ფართობი შეადგენს 5.8 % (402 000 ჰა). ნიადაგი გავრცელებულია სამხრეთ საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში მარნეულის, გარდაბნის, საგარეჯოსა და სხვა რაიონების ტერიტორიაზე. ესაზღვრება ყავისფერ, შავ, მდელოს-რუხ-ყავისფერ ნიადაგს.

შესწავლის ისტორია. პირველად ეს ნიადაგი მურა და წაბლა ნიადაგის სახელწოდებით შეისწავლა ს. ზახაროვმა (1926). მ. საბაშვილის (1948) აზრით, ზოგიერთი

განსხვავების მიუხედავად, აღმოსავლეთ საქართველოს წაბლა ნიადაგი წააგავს რუსეთის სამხრეთი და სამხრეთ-აღმოსავლეთი რაიონების წაბლა ნიადაგს (მორფოლოგიური და ძირითადი ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით).

დ. გედევანიშვილი იყო პირველი ნიადაგმცოდნე, რომელმაც აღნიშნა აღმოსავლეთ საქართველოში გამოყოფილი წაბლა ნიადაგის შეუსაბამობა ადგილობრივ ნიადაგწარმომქმნელ ფაქტორებთან. ამ შეუსაბამობის გამოსასწორებლად ამ ნიადაგს ზოგჯერ წაბლისფერ ნიადაგსაც უწოდებდა. რ. კირვალიძე (1985) აღნიშნავდა, რომ დ. გედევანიშვილმა ხელნაწერში „ქ. თბილისის საგარეუბნო ზონის ნიადაგური საფრის მოკლე საწარმოო დახასიათება" (1933) პირველმა იხმარა სწორი სახელწოდება „რუხი-ყავისფერი ნიადაგი" თანამედროვე გაგებით.

რუხი-ყავისფერი ნიადაგის ცალკე ზონალურ ტიპად გამოყოფა ეკუთვნის ა. როზანოვს (1952), რომელმაც მტკვრის და არაქსის დაბლობებში ჩატარებული კვლევის საფუძველზე დაასკვნა, რომ აქ გამოყოფილი სხვადასხვა ნიადაგი (რუხი, მურა, ნაბლა) ერთ ახალ ნიადაგურ ტიპს მიეკუთვნება. ს. ზახაროვი იხილავდა რუხ-ყავისფერ ნიადაგს როგორც სუბტროპიკული სარტყლის მშრალი სტეპების ნიადაგს. მან აღმოსავლეთ ამიერკავკასიაში რუხი-ყავისფერი ნიადაგი შეადარა ყაზახეთის ნაბლა და მურა და შუა აზიის რუხ-ყავისფერ ნიადაგს და დაასკვნა, რომ წარმოდგენა აღმოსავლეთ ამიერკავკასიაში რუხი-მურა და წაბლა ნიადაგის არსებობის შესახებ მცდარია და შეუსწავლელობის შედეგია.

რ. კირვალიძის (1976, 1983), ე. ნაკაიძის (1976, 1980) გამოკვლევებით დადასტურდა, რომ საქართველოს მშრალი სუბტროპიკების რუხი-ყავისფერი ნიადაგი განსხვავდება სუბბორეალური სარტყლის მშრალი სტეპების წაბლა ნიადაგისგან ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორებით, თვისებებით და ელემენტარული პროცესებით.

ეკოლოგია. რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ფორმირდება ზომიერად მშრალი სუბტროპიკული კლიმატის პირობებში. ყველაზე ცივი თვის ტემპერატურაა 0, -1 °C, ყველაზე თბილის – 24-25 °C, საშუალო წლიური – 12-13 °C. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 7 თვეს (220 დღეს) აღემატება. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 4000-4500 °C. ატმოსფერული ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა 300-500 მმ. ნალექების მაქსიმუმი მოდის გაზაფხულსა და შემოდგომაზე (80%). თოვლის საფარი არამყარია. თოვლიან დღეთა რიცხვი 20-40 შორის მერყეობს. საშუალო წლიური დატენიანების კოეფიციენტი უდრის 0,4-0,6.

რელიეფი წარმოდგენილია ვაკეებით, მთისწინებით და დაბალმთიანეთით.

ნიადაგწარმომქმნელი ქანები წარმოდგენილია სხვადასხვა გრანულომეტრული, მინერალოგიური და ქიმიური შემადგენლობის პროლუვიური, ალუვიური, ელუვიურ-დელუვიური გენეზისის ნალექებით. ზოგჯერ ეს ნალექები დამლაშებულია.

მცენარეულობა მშრალ-სტეპურია. წარმოდგენილია უროიანი, ვაციწვერიანი, აკშნიანი და ნაირბალახოვანი დაჯგუფებებით. ბუჩქნარი მცენარეები წარმოდგენილია ძეძვნარით და ჯაგრცხილნარით. ტერიტორიის დიდი ნაწილი ათვისებულია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სახნავ-სათეს ფართობებად – ხორბალი, ქერი, სიმინდი, მზესუმზირა. შედარებით მცირე ფართობი უკავია მრავალწლიან ნარგავებს – ხეხილის ბაღებს, ვენახებს; ბაღჩა-ბოსტნეულის ტექნიკური კულტურებიდან აქ გვხვდება გერანი. ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი უკავია ზამთრის საძოვრებს.

რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ნიადაგწარმოქმნის შედარებით დიდი ასაკით ხასიათდება.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

რუხი-ყავისფერი ნიადაგის პროფილს აქვს შემდეგი შენება:

A_{Ca} – ჰუმუსოვანი, ჰორიზონტი სიმძლავრით 20-30 სმ, მოყავისფრო-რუხი თიხნარი; ყამირ ნიადაგში ზედა ნაწილი უფრო მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის, მარცვლოვან-წვრილკოშტოვანი სტრუქტურის. გადასვლა ნათელი.

B_{mCa} – მეტამორფული გათიხების ჰორიზონტი სიმძლავრით 40-50 სმ, მორუხო-ყავისფერი ან მორუხო-ყომრალი, მკვრივი, უფრო მძიმე, ვიდრე ჰუმუსოვანი, კაკლოვან-ბელტოვანი; კარბონატული გამონაყოფები წარმოდგენილია ძარღვებით და თეთრი თვლებით, სიმძლავრით 20-35 სმ, კოშტოვანი ან კაკლოვან-კოშტოვანი, გადასვლა თანდათანობითი.

B_{Cam} – ჰორიზონტი, რომელშიც გათიხება შეთავსებულია მაქსიმალურ კარბონატულობასთან; რუხი-ყავისფერი; კარბონატების გამონაყოფები ლაქებისა და კონკრეციების სახით, გადასვლა თანდათანობითი.

BC_{Ca} – გადასვლა კარბონატული, ზოგჯერ დამლაშებული ქანისკენ.

ამგვარად, რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ხასიათდება ჰუმუსოვანი და კარბონატული პროფილის შედარებითი გაჭიმულობით, პროფილის შუა ნაწილის კარგად გამოხატული გათიხებით და კარბონატების არსებობით ზედაპირიდან.

მიკრომორფოლოგიის მონაცემებით, მთელს პროფილში წვრილდისპერსული ნაწილი გაჟღენთილია არასილიკატური რკინით. მინერალების ზოგიერთი მარცვალი გადაკრულია რკინის ჰიდროჟანგების აფსკით. ნიადაგწარმოქმნის პროცესში რკინის განთავისუფლება ხდება ტენიან პერიოდში. მშრალ პერიოდში თავისუფალი რკინა გადაადგილდება ნიადაგის მაღალდისპერსულ ნაწილთან, ნაწილობრივ ჰუმუსთან. პროფილის ზედა ნაწილში პლაზმა ჰუმუს-კარბონატულ-თიხიანია, ხოლო ქვედაში – კარბონატულ-თიხიანი. ელემენტარული მიკროშენება მტვრიან-პლაზმურია.

რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ხასიათდება სუსტად ტუტე ან ტუტე რეაქციით. ჰუმუსის შემცველობა დაბალია (3%-მდე). ჰუმუსის ტიპი – ფულვატურ-ჰუმატურია, ამასთან, აგრესიული ფრაქციის (1ა) შემცველობა დაბალია, ხოლო არაჰიდრალიზებადი ნაშთის – მნიშვნელოვანი (43,99%-მდე).

რუხი-ყავისფერი ნიადაგის ერთ-ერთი დამახასიათებელი თავისებურებაა კარბონატულ-ილუვიური ჰორიზონტის არსებობა. თ. ურუშაძის (1987) მიხედვით, ამით ეს ნიადაგი განსხვავდება ღია ყავისფერი ნიადაგისგან. კარბონატების შემცველობა მერყეობს 4,2-დან 23,1 %-მდე. საერთოდ, კარბონატები აღინიშნება ნიადაგის ზედაპირიდან, რითაც ისინი განსხვავდება სუბბორეალური სარტყლის მშრალი სტეპების ნაბლა ნიადაგისგან. შთამნთქავი კომპლექსი მაძღარია ფუძეებით. შთანთქმული ფუძეების ჯამი საშუალოდ მერყეობს 32,42-36,35 მგ-ექვ/100 გ ნიადაგზე. სიღრმით ჰუმუსის რაოდენობის შემცირების და მექანიკური შემადგენლობის გამსუბუქებასთან ერთად ფუძეების ჯამი მცირდება. გაცვლით კათიონებში ჭარბობს კალციუმი, სიღრმით მისი შემცველობა მცირდება გაცვლითი მაგნიუმის შემცველობის ზრდის ხარჯზე. რუხი-ყავისფერი ნიადაგის შთამნთქავ კომპლექსში მონაწილეობს გაცვ-

ლითი ნატრიუმი, რომლის შემცველობა ზოგიერთ შემთხვევაში ფუძეების ჯამიდან 12-14 % აღწევს.

ამ ნიადაგისთვის დამახასიათებელია პროფილის ზედა და შუა ნაწილის მძიმე თიხნარი მექანიკური შედგენილობა. პროფილის ქვედა ნაწილში აღინიშნება მექანიკური შედგენილობის შემსუბუქება. ამ ნიადაგის შუა ნაწილის გათიხება ერთ-ერთი ძირითადი დიაგნოსტიკური მაჩვენებელია.

მექანიკურ შედგენილობაში 0,05-0,01 მმ და 0,005-0,001 მმ ფრაქციების შემცველობა პროფილის მიხედვით თანაბრად ნაწილდება და ხასიათდება სიმეტრიული ზრდით 0,01-0,005 მმ ფრაქციასთან შედარებით. პირველად ეს მოვლენა დადგენილ იქნა რ. კირვალიძის (1976) მიერ რუხი-ყავისფერი ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის ბიპოლარობის სახელწოდებით და დამახასიათებელია მშრალი სუბტროპიკების ნიადაგისთვის.

მკვრივი ნაშთის შემცველობა აღწევს 1,334 %, ხოლო თაბაშირის – 8,15 %. ნიადაგების და ლექის ფრაქციის მთლიანი ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით ძირითადი ჟანგეულების განაწილება მეტ-ნაკლებად სტაბილურია. ლექის ფრაქციაში ჭარბობს მონტმორილონიტი (40-50 %) და ჰიდროქარსები (30-40 %). მცირე რაოდენობით გვხდება კაოლინიტი, კვარცი და სხვა მინერალები.

რუხ-ყავისფერ ნიადაგში სილიკატური რკინა ჭარბობს არასილიკატურს. არასილიკატური რკინის შემცველობა მნიშვნელოვანია როგორც ლექში, ისე ნიადაგში, ხოლო ამორფული რკინის შემცველობა მცირეა. არასილიკატური და ამორფული რკინის შემცველობის მაქსიმუმი აღინიშნება ნიადაგური პროფილის ზედა ნაწილში.

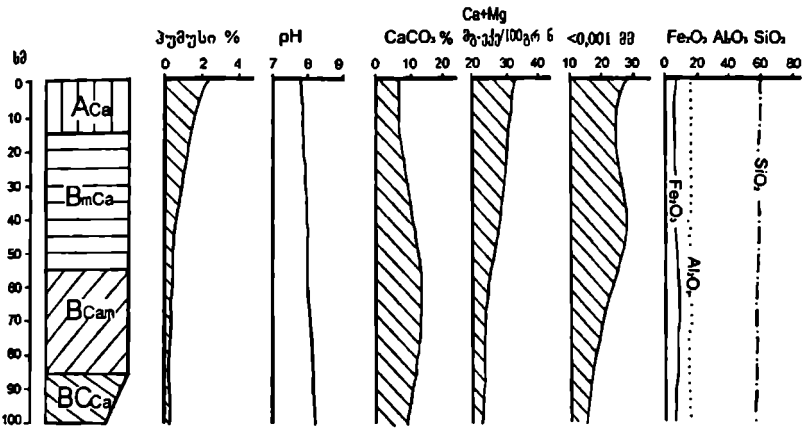
რუხი-ყავისფერი ნიადაგის წყლოვან-ფიზიკური თვისებები დამაკმაყოფილებელია. მორწყვისას ამ ნიადაგების მორფოლოგიური შენება მნიშვნელოვნად არ იცვლება.

ამგვარად, რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ხასიათდება ზედა ჰორიზონტების უმნიშვნელო ჰუმუსირებით და ჰუმუსოვანი ნივთიერებების ძლიერი შეკავშირებით, მთელი ნიადაგური პროფილის მაღალი გათიხებით, შუა ნაწილში ლექის ფრაქციის მაქსიმალური შემცველობით, ძირითადი ჟანგეულის პრაქტიკულად თანაბარი განაწილებით, ფუძეების მაძღრობით, სილიკატური რკინის სიჭარბით არასილიკატურ რკინაზე, სუსტად ტუტე ან ტუტე რეაქციით, მთელი პროფილის კარბონატულობით და საკმაოდ მძლავრი, კარგად გამოხატული კარბონატულ-ილუვიური ჰორიზონტის არსებობით.

რუხი-ყავისფერი ნიადაგის ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებია: ჰუმუსწარმოქმნა, ჰუმუსდაგროვება, გაკარბონატება და სიალიტიზაცია.

რუხი-ყავისფერი ნიადაგი განსხვავდება ყავისფერი ნიადაგისგან (რომელიც ფორმირდება უფრო მეტი დატენიანების და ნაკლები თბოუზრუნველყოფის პირობებში) უფრო მუქი შეფერილობით, ჰუმუსის ნაკლები შემცველობით, უფრო მცირე სიმძლავრის ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, მთელი პროფილის კარბონატულობით, ტუტიანობის მეტი მაჩვენებლით, რკინის სხვადასხვა ფორმის მეტი შემცველობით, კარბონატულ-ილუვიური ჰორიზონტის არსებობით.

რუხი-ყავისფერი ნიადაგი განსხვავდება შავი ნიადაგისგან მცირე სიმძლავრის ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, რუხი-ყავისფერი შეფერილობით, უფრო მსუბუქი მექანიკური შედგენილობით, ჰუმუსის დაბალი შემცველობით, კარგად გამოხატუ-



ნახ. 40. რუხი-ყავისფერი ნიადაგის პროფილი და ძირითადი თვისებები

ლი კარბონატულ-ილუვიური ჰორიზონტის არსებობით, დაწიდულობის ნიშნების უქონლობით.

რუხი-ყავისფერი ნიადაგი განსხვავდება მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგისგან (რომელიც ფორმირდება რუხ-ყავისფერ ნიადაგს შორის გადიდებული დატენიანების პირობებში) უფრო ნაკლები სიმძლავრით, გალებების უქონლობით, უფრო ნაკლები გათიხებით.

კლასიფიკაცია. რუხი-ყავისფერი ნიადაგი იყოფა სამ ქვეტიპად: მუქი, ჩვეულებრივი და ღია.

მუქი რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ვითარდება რუხი-ყავისფერი ნიადაგის არეალის შედარებით დატენიანებულ ადგილებში ავშან-ეფემერ-მარცვლოვანი მშრალი სტეპების და ბუჩქნარების ქვეშ. ჰუმუსოვანი პროფილი შედარებით მძლავრია. ჰუმუსის შემცველობა ზედა ჰორიზონტში შეადგენს 4-5 %. კარბონატების შემცველობა ზედა ჰორიზონტში მცირეა, სილრმით მატულობს და აღწევს 15-18 %, ნიადაგის რეაქცია სუსტად ტუტეა, შთანთქმის ტევადობა 30-35 მგ-ექვ/100გ ნიადაგზე. ადვილად ხსნადი მარილები პრაქტიკულად არ აღინიშნება.

ჩვეულებრივი რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ფორმირდება ეფემერ-მარცვლოვანი მშრალი სტეპების პირობებში. ჰუმუსოვანი პროფილი ნაკლები სიმძლავრისაა, ვიდრე მუქ რუხ-ყავისფერ ნიადაგში. ჰუმუსის შემცველობა ზედა ჰორიზონტში შეადგენს 2,5-3,5 %, კარბონატების შემცველობა ზედა ჰორიზონტში მცირეა, სილრმით მნიშვნელოვნად მატულობს, რეაქცია სუსტად ტუტეა, შთანთქმის ტევადობა 25-30 მგ-ექვ/100 გ ნიადაგზე, ადვილად ხსნადი მარილები პრაქტიკულად არ აღინიშნება.

ღია რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ვითარდება რუხი-ყავისფერი ნიადაგის არეალის ყველაზე მშრალ ნაწილში ეფემერ-ავშნიანი მშრალი სტეპის პირობებში. ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი მცირე სიმძლავრისაა, ჰუმუსის შემცველობა 2-2,5%, რეაქცია სუსტად ტუტეა ან ტუტეა, შთანთქმის ტევადობა 22-25 მგ-ექვ/100 გ ნიადაგზე. აღინიშნება დამლაშება.

რუხი-ყავისფერი ნიადაგის ქვეტიპებში გამოყოფენ შემდეგ გვარებს:

ჩვეულებრივი – ამ გვარს გააჩნია რუხი-ყავისფერი ნიადაგის ქვეტიპების ყველა ნიშანი და თვისება.

ბიცობი – ხასიათდება პროფილის მკაფიო დიფერენციაციით. პროფილის ზედა ნაწილი (5-15 სმ) უფრო ფხვიერია. ქვემოთ მდებარეობს ყავისფერ-ყომრალი ბიცობიანი ჰორიზონტი, გამკვრივებული, უფრო მძიმე მექანიკური შედგენილობის. უფრო ქვემოთ ნაკლებად მკვრივი, თვლების და მსხვილი ლაქების სახით. გაცვლითი Na შემცველობა ყოველთვის არ არის მაღალი.

ბიცობნარი – ფორმირდება დამლაშებულ ქანებზე და აქვს სუსტად დიფერენცირებული პროფილი. ადვილად ხსნადი მარილები აღინიშნება ზედა ჰორიზონტიდან, ხოლო 1 მ სიღრმეზე ისინი 2 % აღემატებიან.

თაბაშირიანი („გაჯიანი") – ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი მცირე სიმძლავრისაა. ქვემოთ თაბაშირის შემცველი ჰორიზონტია.

ქვამრგვალიანი – ფორმირდება გამოზიდვის კონუსებზე და განსხვავდება სუსტად დიფერენცირებული პროფილით და ქვამრგვალების მაღალი შემცველობით.

რუხი-ყავისფერი ნიადაგი იყოფა სახეობად ბიცობიანობის ხარისხის და ადვილად ხსნადი მარილების სიღრმით განლაგების მიხედვით.

გენეზისი. რუხი-ყავისფერი ნიადაგის თვისებები უკავშირდება თანამედროვე ბიოკლიმატურ პირობებს. ამ ნიადაგის წყლის რეჟიმი არაჩამრეცხია. ნიადაგწარმოქმნის პროცესი მიმდინარეობს ტენის მკვეთრი დეფიციტის პირობებში ნლის ხანგრძლივი დროის მანძილზე. ამის შედეგად მცენარეული ნარჩენები და ახლად წარმოქმნილი ჰუმუსი განიცდის ინტენსიურ მინერალიზაციას. მშრალი სუბტროპიკების კლიმატური პირობების თავისებურებანი (მაღალი ტემპერატურები საკმაო დატენიანების ხანმოკლე პერიოდთან შეხამებით) განსაზღვრავენ შიდანიადაგურ გამოფიტვას თიხების, რკინის ჰიდროქსიდების, კარბონატების დაგროვებით. ტენიან პერიოდში ნიადაგურ ხსნარებს (რომლის შემადგენლობაში ჭარბობენ კალციუმის და მაგნიუმის ჰიდროკარბონატები) აქვთ დაღმავალი, ხოლო მშრალ პერიოდებში – აღმავალი გადაადგილება.

გამოყენება. მშრალი სუბტროპიკების ბუნებრივი პირობები საშუალებას იძლევა მოვიყვანოთ მრავალი სასოფლო-სამეურნეო კულტურა, მათ შორის ხორბალთან ერთად ვაზი, კომში, ლეღვი, ბროწეული, ნიგოზი და სხვა სუბტროპიკული კულტურა. რუხი-ყავისფერი ნიადაგის პოტენციური ნაყოფიერება საკმაოდ მაღალია, მაგრამ მიწათმოქმედება იზღუდება წყლის უკმარისობით. ურწყავ პირობებში კულტურების უმრავლესობა იძლევა დაბალ მოსავალს. ნიადაგი ღარიბია საკვები ელემენტებით. ამ ნიადაგში (განსაკუთრებით ღია რუხ-ყავისფერ ნიადაგში) მცირე რაოდენობითაა როგორც მთლიანი, ისე შესათვისებელი ფოსფორი. რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ეროზირებისა და მეორადი დამლაშების თვალსაზრისით წარმოადგენს პოტენციურად საშიშ ნიადაგს (განსაკუთრებით ჩვეულებრივი და ღია რუხი-ყავისფერი ნიადაგი). ნიადაგის ნაყოფიერების გადიდებისთვის საჭიროა მინერალური და მათ შორის ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება, ტენის ხელოვნური რეგულირება რწყვის ნორმების მკაცრი დაცვით, სარწყავ ფართობებზე დახურული დრენაჟის მოწყობა, ძოვების სწორი დაგეგმვა. გაბიცობებული რუხი-ყავისფერი ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებისთვის საჭიროა ქიმიური მელიორანტების გამოყენება.

23.11. მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგები (კამბისოლს ხრომიკ – CAMBISOLS CHROMIC)

ზოგადი დახასიათება. მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ხასიათდება არადიფერენცირებული პროფილით. რუხ-ყავისფერ ნიადაგთან შედარებით უფრო მძლავრი პროფილით, მთელს პროფილში გალებების ნიშნებით, ძლიერი გათიხებით. ნიადაგის პროფილს ჩვეულებრივ აქვს შემდეგი აგებულება: $A_{C_{a(g)}}$ -$B_{rC_{a(g)}}$-$B_{C_{a(g)}}$ -$BC_{C_{ag}}$-Cg.

საქართველოში მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგის საერთო ფართობი შეადგენს 3,3 % (228 800 ჰა). ფორმირდება რუხ-ყავისფერ ნიადაგს შორის გადიდებული დატენიანების პირობებში. ნიადაგი ძირითადში გავრცელებულია მარნეულის და გარდაბნის რაიონებში. შედარებით მცირე ფართობებზე გვხვდება კასპის რაიონში. საკმაოდ დიდ ფართობზე გავრცელებულია ალაზნის ვაკეზე (ალაზნის მარჯვენა მხარე, სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილი).

მასალები ამ ნიადაგის შესახებ მოტანილია რ. კირვალიძის (1976), ე. ნაკაიძის (1980) და სხვათა შრომებში.

ეკოლოგია. მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ვითარდება ზომიერად მშრალი სუბტროპიკული კლიმატის პირობებში. ყველაზე ცივი თვის ტემპერატურა არის 0, -1 °C, ყველაზე თბილის – 24-25 °C, საშუალო წლიური – 12-13 °C. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 7 თვეს (220 დღეს) აღემატება. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 4000-4500 °C. ატმოსფერული ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა 300-500 მმ. ნალექების მაქსიმუმი მოდის გაზაფხულსა და შემოდგომაზე (80%). თოვლის საფარი არამყარია. თოვლიან დღეთა რიცხვი 20-40 შორის მერყეობს. საშუალო წლიური დატენიანების კოეფიციენტი უდრის 0,4-0,6.

რელიეფი წარმოდგენილია ვაკეებით, მთისწინებით და დაბალმთიანეთით.

ნიადაგწარმომქმნელი ქანები წარმოდგენილია სხვადასხვა მექანიკური, მინერალოგიური და ქიმიური შემადგენლობის პროლუვიური, ალუვიური, ალუვიურ-დელუვიური გენეზისის ნალექებით. ზოგჯერ ნალექები დამლაშებულია.

მცენარეულობა მშრალ-სტეპურია. ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი უკავია ზამთრის საძოვრებს.

მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგის ნიადაგწარმოქმნის პროცესში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ანტროპოგენური ფაქტორი (ირიგაციის გავლენა).

მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ნიადაგწარმოქმნის შედარებით დიდი ასაკით ხასიათდება.

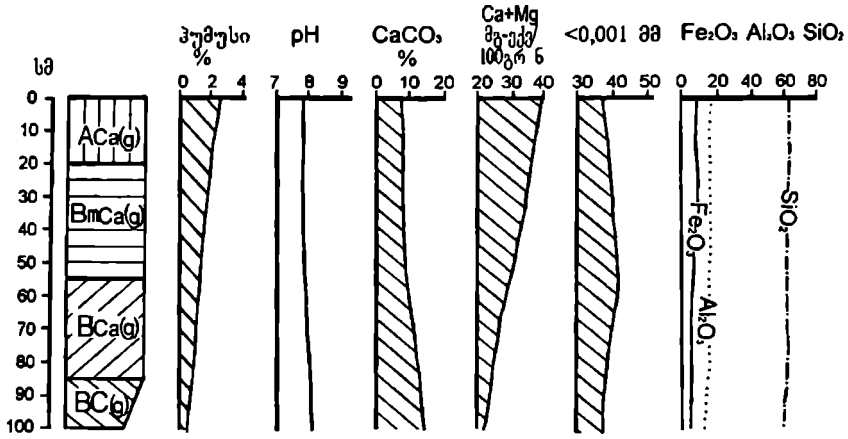
პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგის პროფილს აქვს შემდეგი შენება:

$A_{C_{a(g)}}$ – ჰუმუსოვანი, ჰორიზონტი სიმძლავრით 20-35 სმ, მუქი რუხი-ყავისფერი, ტენიანი, მომკვრივო, გვხვდება ფესვები, აღინიშნება გალებების ნიშნები, კოშტოვანი, გადასვლა ნათელი.

$B_{C_{a(g)}}$ – ყავისფერი, სიმძლავრით 40-60 სმ, კაკლოვან-კოშტოვანი, ტენიანი, გათიხებული, გალებების ნიშნებით, ფესვები ერთეულად, გადასვლა თანდათანობითი.

$BC_{C_{ag}}$ – ღია-ყავისფერი, 40-60 სმ, გალებებული, კარბონატების თეთრი თვლები, კოშტოვან-კაკლოვანი.



ნახ. 41. მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგის პროფილი და ძირითადი თვისებები

ამგვარად, მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ხასიათდება რუხი-ყავისფერი ან ყავისფერი შეფერილობით, კოშტოვანი ან კოშტოვან-კაკლოვანი სტრუქტურით, პროფილის შუა ნაწილის გათიხებით, კარბონატულობით, გალებების ნიშნებით.

მიკრომორფოლოგიის მონაცემებით, პლაზმა ჰუმუსოვან-თიხოვანია (ზედა ჰორიზონტებში) ან კარბონატულ-თიხოვანია (ქვედა ჰორიზონტებში) მიკრომარცვლოვანი კალციტის მრავალრიცხოვანი დაგროვებებით. თიხოვან პლაზმას აქვს ოპტიკური ორიენტაციის სუსტი ხარისხი. გვხვდება მომრგვალო, წვრილი რკინის სეგრეგაციები. ელემენტარული მიკროშენება ქვიშიან-მტვრიან-პლაზმურია.

მდელოს რუხი-ყავისფერი ნიადაგის რეაქცია სუსტად ტუტეა ან ტუტეა, ჰუმუსის შემცველობა დაბალია (ჰუმუსოვან ჰორიზონტში 2,5 %), მაგრამ პროფილი რჩება ღრმად ჰუმუსირებული. კარბონატები აღინიშნება ზედაპირიდან, სიღრმით მათი რაოდენობა იზრდება. შთანთქმის ტევადობა მაღალია. შთანთქმულ კომპლექსში ჭარბობს გაცვლითი კალციუმი. ნიადაგი მიეკუთვნება მსუბუქ და საშუალო თიხებს. პროფილის შუა და ქვედა ნაწილში აღინიშნება გათიხება.

მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგის ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებია: ჰუმუსწარმოქმნა, ჰუმუსდაგროვება, გაკარბონატება, სიალიტიზაცია და გალებება.

მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგი განსხვავდება რუხი-ყავისფერი ნიადაგისგან უფრო დიდი სიმძლავრით, გალებებით, უფრო ძლიერი გათიხებით.

კლასიფიკაცია. მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგი იყოფა სამ ქვეტიპად: ზედაპირულ-მდელოს-რუხი-ყავისფერი, მდელოს-რუხი-ყავისფერი და ტიპური მდელოს-რუხი-ყავისფერი.

ზედაპირულად მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ფორმირდება ისეთ ადგილებში, სადაც აღინიშნება დამატებითი ზედაპირული დატენიანება და გრუნტის წყლების ღრმა დგომა. გალებების ნიშნები აღინიშნება ზედა ჰორიზონტებში.

მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ფორმირდება ისეთ ადგილებში, სადაც გრუნტის წყლების დგომა ღრმა არ არის (3-5 მ). გალეებება აღინიშნება ქვედა ჰორიზონტებში და ნიადაგწარმომქმნელ ქანში და აგრეთვე სუსტად – ზედა ჰორიზონტებში.

ტიპური მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ფორმირდება ისეთ ადგილებში, სადაც გრუნტის წყლების დგომა არის ახლოს (2-3 მ) და დამატებით აღინიშნება ზედაპირული დატენიანება. ინტენსიური გალეებება აღინიშნება მთელს პროფილში.

მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგის ქვეტიპებში გამოიყოფა შემდეგი გვარები:

ჩვეულებრივი – ამ გვარს გააჩნია მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგის ქვეტიპების ყველა ნიშანი და თვისება.

ბიცობი – ვითარდება დამლაშებულ ქანებზე ან დამლაშებული წყლების ზეგავლენით; ხასიათდება პრიზმული სტრუქტურით ჰორ. A ქვედა და ჰორ. B ზედა ნაწილში. გაცვლითი Na შემცველობა გამკვრივებულ ბიცობ ჰორიზონტში შთანთქმის ტევადობის 5 %-ზე მეტია.

ბიცობნარი – ფორმირდება იგივე პირობებში, როგორშიც გვარის ნიადაგები. ადვილად ხსნადი მარილები აღინიშნება არა უღრმეს 150 სმ.

მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგი იყოფა სახეობებად – ჰუმუსის შემცველობის, ბიცობიანობის ხარისხისა და ადვილად ხსნადი მარილების სიღრმით განლაგების მიხედვით.

გენეზისი. მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგი ფორმირდება იმპერმაციდულ-ექსუდაციური ტიპის ტენის რეჟიმის პირობებში. ნიადაგის ჩამოყალიბებაში განსაკუთრებულ როლს თამაშობს ჰიდროლოგიური პირობები. მდელოს ტიპის ნიადაგწარმოქმნას ხელს უწყობს, პირველ რიგში, მიწისქვეშა წყლების გავლენა. მნიშვნელოვან როლს აგრეთვე თამაშობს ანტროპოგენური ფაქტორი. ირიგაციის შედეგად ჭარბი წყალი მიწის ქვეშ მოძრაობის დროს ქმნის გვერდით ნაკადს, რომელიც ზედაპირულ დატენიანებასთან ერთად ნიადაგის სიღრმეში მოქმედებს გრუნტის წყლის ეფექტით და ამით ხელს უწყობს ნიადაგწარმოქმნის პროცესს.

გამოყენება. ნიადაგს პრაქტიკულად ისეთივე გამოყენება აქვს, როგორც რუხ-ყავისფერ ნიადაგს, თუმცა მინათმოქმედება უფრო ნაკლებად შეზღუდულია ტენის მეტი შემცველობის გამო.

23.12. ყავის ფერი ნიადაგი (კამბისოლს ხრომიკ – CAMBISOLS CHROMIC)

ზოგადი დახასიათება. ყავისფერი ნიადაგი ხასიათდება პროფილის მკვეთრად გამოხატული ფერადი დიფერენციაციით, არაჩამრეცხი წყლის რეჟიმის პირობებში ნიადაგური სისქის ნათლად გამოხატული გათიხების პროცესით. ნიადაგურ პროფილს ჩვეულებრივ შემდეგი აგებულება აქვს: $A\text{-}B_{(C_3)}\text{-}BC(BC_{C_3})\text{-}C_{C_a}$. ძირითადი დიაგნოსტიკური მაჩვენებლებია მეტამორფული გათიხებული ჰორიზონტის არსებობა და პროფილის გაკარბონატება.

საქართველოში ყავისფერი ნიადაგის საერთო ფართობი შეადგენს 4.8 % (311 600 ჰა). ყავისფერი ნიადაგი გავრცელებულია აღმოსავლეთ საქართველოში სუბტროპიკული ტყე-სტეპის ზონაში ძირითადად ზღვის დონიდან 500(700) – 900(1300) მ

ფარგლებში. მისი ქვედა საზღვარი ემიჯნება მდელოს-ყავისფერ, რუხ-ყავისფერ და შავ (ბარის შავმიწა), ხოლო ზედა – ყომრალ ნიადაგს.

შესწავლის ისტორია. ყავისფერი ნიადაგი პირველად მსოფლიოში აღწერილ იქნა საქართველოში 1904 წელს ს. ზახაროვის მიერ. მან შეისწავლა ეს ნიადაგი მცხეთის მიდამოებში, მთა დიდგორის ჩრდილოეთ კალთებზე მუხნარ-რცხილნარში. შემდგომ მანვე გამოყო ეს ნიადაგი კახეთში, ცივ-გომბორის ქედზე, ახალციხის მიდამოებში და სხვ. ს. ზახაროვი ნათლად ასხვავებდა ყავისფერ ნიადაგს როგორც ეწერ, ისე წაბლა და შავმინებისგან (შავი), რომლებიც ფართოდ არიან გავრცელებული საქართველოს მშრალ სუბტროპიკებში. ამის გარდა, უდარებდა ამ ნიადაგს სამხრეთ-აღმოსავლეთ საფრანგეთის რამანის ყომრალებს. მიუხედავად ამისა, საქართველოს ნიადაგების საკლასიფიკაციო სიაში ს. ზახაროვი გამოყოფდა მათ ტყის რუხი (ყომრალები თანამედროვე გაგებით) ნიადაგის ქვეტიპად.

1925 წელს ყავისფერი ნიადაგი პირველად აღინიშნა ს. ზახაროვის, ვ. აკიმცევის და ი. იმშენეცკის მიერ ამიერკავკასიის ნიადაგურ რუკაზე.

ვ. აკიმცევმა (1927) ყავისფერი ნიადაგი გამოყო თეთრიწყაროს რაიონში. ყავისფერ ნიადაგზე საინტერესო და ვრცელი მასალაა მოყვანილი ა. სანიკიძის (1940) ნაშრომში, რომელშიც განხილულია კახეთის ზონაში გავრცელებული ყავისფერი ნიადაგი. მნიშვნელოვანი წვლილი ამ ნიადაგის შესწავლაში შეიტანა მ. საბაშვილმა (1948, 1949). ი. გერასიმოვმა (1949) თეორიულად დაასაბუთა ამ ნიადაგის დამოუკიდებელ გენეზისურ ტიპად გამოყოფის საკითხი და მისცა მშრალი სუბტროპიკული ტყისა და ბუჩქნარების ყავისფერი ნიადაგის სახელწოდება.

საქართველოს ყავისფერი ნიადაგი საკმაოდ დაწვრილებით აქვთ შესწავლილი ი. ანჯაფარიძეს (1966), ე. ნაკაიძეს (1970), თ. ურუშაძეს (1987) და სხვა მკვლევრებს, რომლებმაც ღრმა ანალიზის საფუძველზე გააშუქეს ამ ნიადაგის ძირითადი თვისებები და თავისებურებანი.

ეკოლოგია. ყავისფერი ნიადაგი ფორმირდება მშრალი სუბტროპიკების კლიმატის პირობებში – თბილი, თითქმის უთოვლო ზამთრით და ცხელი, მშრალი ზაფხულით. იანვრის საშუალო ტემპერატურაა 2,6-დან 0,6 °C-მდე, ივლისის – 20 – 24 °C; საშუალო წლიური ტემპერატურა – 9,3 – 12,5 °C; სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა შვიდ თვემდეა. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 2800-3800 °C. ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა 300-დან 800 მმ-მდე. აღინიშნება ნალექების ორი მაქსიმუმი – გაზაფხულის დასასრულს და შემოდგომის დასაწყისში. ცივ პერიოდში ნალექების რაოდენობა მინიმალურია. დატენიანების კოეფიციენტი უდრის 0,5-0,8. ამის შედეგად ნიადაგის ტენის რეჟიმის ტიპი იმპერმაციდულია, ე.ი. აორთქლება აჭარბებს მოსული ნალექების რაოდენობას.

რელიეფის უდიდესი ნაწილის ფორმირება ძირითადად დაკავშირებულია ეროზიულ პროცესებთან. ზოგიერთ ადგილას რელიეფი წარმოდგენილია მეწყრული ფორმებით. ბევრ ადგილას ფერდობებს მრავალრიცხოვანი, საკმაოდ დიდი სიგანის ხევები კვეთს. შიდა კახეთში რელიეფს სელური ღვარების მავნე მოქმედების კვალი დიდად ატყვია, რომლის ინტენსივობასაც ხელს უწყობს ფხვიერი კონგლომერატულ-ქვიშაქვური ნეოგენური „ცივის წყება“ და დამენყრისკენ მიდრეკილი პალეოგენური ცარცული ქანები. ცალკეული ფერდობების ქვედა ზოლში აღინიშნება მოსნორებული ბაქნების მთელი წყება.

რეგიონის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილის გეოლოგიურ აგებულებაში ძირითადად მონაწილეობენ პალეოგენიდან – ქვიშა-თიხოვანი და ვულკანოგენური ფორ-

მაცივები, ხოლო ნეოგენიდან – კონგლომერატები, ქვიშაქვები და კირქვები. დამრეცი ფერდობები და შლეიფები კი წარმოდგენილია ალუვიონით. აღმოსავლეთი და ჩრდილო-აღმოსავლეთი ნანილი აგებულია ნეოგენური წყებით – ქვიშაქვებით, ფომფლო კონგლომერატებით, აგრეთვე კირქვებით (მერგელები) და ტერიგენული (გალიოსებული) დანალექებით. რეგიონის სამხრეთი და სამხრეთ-დასავლეთი ნანილის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობენ ნეოგენური ვულკანოგენური ქანები – პორფირიტული ტუფები, ტუფო-ბრექჩიები, ლავური ღვარები, ზედაცარცული კირქვები და პალეოცენური და ოლიგოცენის ტერიგენული ქვიშა-ქვები და თიხები.

კლიმატის თავისებურება, ქანების ორვალენტიანი კატიონების სიმდიდრის გამო, ხელს უწყობს კარბონატებით მდიდარი გამოფიტვის ქერქის წარმოქმნას.

ნიადაგის დიდი ნანილი ათვისებულია და არსებული ლანდშაფტები თითქმის მთლიანად ანტროპოგენური ხასიათისაა.

მცენარეულობა წარმოდგენილია არიდული მეჩხერებით და მუხნარებით. ე. გულისაშვილის (1980) აზრით, არიდული მეჩხერები ანუ ნათელი ტყეები მიეკუთვნება სუბტროპიკული კლიმატის სავანებს. მათ შემადგენლობაში ძირითადად მონაწილეობენ ფოთლოვანი ჯიშები: კევის ხე, ბერყენა, აკაკი; ბუჩქნარებიდან – ბროწეული, შავჯაგა, გრაკლა, თრიმლი, კონახური და სხვ. ბალახეული საფარი ძირითადად წარმოდგენილია უროთი. ფერდობებზე არიდული მეჩხერების შემადგენლობაში შედის ღვიის ზოგიერთი სახეობა. მცენარეულობის ყველა აღნიშნული სახეობა მიეკუთვნება სინათლის მოყვარულ მცენარეს. ისინი გვალვაგამძლეა. მათ უვითარდება ფესვთა მძლავრი სისტემა.

მუხნარების შემადგენლობაში, ქართული მუხის გარდა, შედის ჩვეულებრივი იფანი, მინდვრის ნეკერჩხალი, პანტა, რცხილა, ჯაგრცხილა, თელა, ქორაფი, ხოლო ბუჩქნარებიდან – კუნელები, ზღმარტლი, შინდანწლა, შვინდი, ჭანჭყატი.

მუხნარების პირწმინდა ტყეკაფებზე, განსაკუთრებით საქონლის ძოვების შემდეგ, წარმოიშვება ბუჩქნარებისგან შემდგარი მეორადი წარმოშობის მცენარეულობა. მუხნარების ასეთ დერივატებს ნ. კეცხოველი (1959) განსაზღვრავს, როგორც „ჯაგეკლიანებს". მათ შემადგენლობაში შედის: ძეძვი, გრაკლა, კუნელი, ბერყენა, შავჯაგა, ჟასმინი და სხვ. შემდგომ დეგრადაციისას ბუჩქნარი მცენარეულობა ქრება და ჩნდება მეორადი წარმოშობის სტეპი.

ყავისფერი ნიადაგი ნიადაგწარმოქმნის შედარებით დიდი ასაკით ხასიათდება.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

ყავისფერი ნიადაგის პროფილს აქვს შემდეგი შენება:

A – ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი საერთო სიმძლავრით 20-35 სმ, მუქი მორუხო-ყავისფერი, მძიმე თიხნარი ან თიხიანი, კოშტოვანი, კორდიანი, ზოგჯერ კარბონატული, გადასვლა თანდათანობითი.

$B_{ყ(ca)}$ – მეტამორფული ჰორიზონტი სიმძლავრით 30-40 სმ, ღია ყავისფერი, თიხიანი, მკვრივი, კოშტოვან-კაკლოვან-ბელტოვანი, ზოგჯერ კარბონატული, გადასვლა თანდათანობითი.

$BC_{(ca)}$ – მეტამორფული, ქანისკენ გარდამავალი ჰორიზონტი სიმძლავრით 20-35 სმ, არაერთგვაროვანი, უფრო მსუბუქი და ნაკლებად მკვრივი, ვიდრე ზედა ჰორიზონტი.

ამგვარად, ყავისფერი ნიადაგი ხასიათდება კარგად გამოხატული ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, მუქი მორუხო-ყავისფერი შეფერილობით, კოშტოვანი სტრუქტურით, მძიმე მექანიკური შედგენილობით.

მიკრომორფოლოგიის მონაცემებით, ელემენტარული მიკროშენება მტვრიან-პლაზმურია. ნიადაგის წვრილდისპერსული ნაწილი თითქმის მთლიანად გაკარბონატებულია. ნიადაგის პროფილში, განსაკუთრებით მის შუა ნაწილში, ჭარბობს ბოჭკოვანი ოპტიკური ორიენტაცია. წვრილდისპერსული ნაწილი გაჟღენთილია არასილიკატური რკინით.

ყავისფერი ნიადაგი ხასიათდება სუსტად ტუტე ან ნეიტრალური რეაქციით. სიღრმით ტუტიანობა იზრდება. ჰუმუსის შემცველობა დაბალია ან საშუალო, მაგრამ ნიადაგი ღრმად ჰუმუსირებულია (ყველაზე ქვედა ფენებში ჰუმუსის შემცველობა ხშირად 1 % აღემატება). ხანგრძლივი მშრალი და ცხელი პერიოდის არსებობა განაპირობებს ორგანული ნივთიერების პოლიმერიზაციას და დამაგრებას. კარბონატულ ყავისფერ ნიადაგში კარბონატები აღინიშნება ზედაპირიდან. ტიპურში – ჰორიზონტ AB, ხოლო გამოტუტულში – ჰორიზონტ C-დან. კალციუმის კარბონატები ამა თუ იმ სიღრმეზე ქმნიან კარბონატულ-ილუვიურ ჰორიზონტს.

შთანთქმის ტევადობა საკმაოდ მაღალია და, ამასთან, დიდ ფარგლებში მერყეობს. ყველაზე მაღალი ტევადობით გამოირჩევა გამოტუტული ყავისფერი ნიადაგი. ეს მაჩვენებელი კლებულობს შემდეგი თანმიმდევრობით: ტიპური ყავისფერი – კარბონატული ყავისფერი და ღია ყავისფერი ნიადაგი. გაცვლით კატიონებში მკვეთრად ჭარბობს კალციუმი. გაცვლითი კალციუმის უმნიშვნელო შემცველობა აღინიშნება ღია ყავისფერ ნიადაგში. ღია ყავისფერი ნიადაგი მცირე რაოდენობით შეიცავს თაბაშირს. კარბონატობასთან ერთად ყავისფერი ნიადაგის ერთ-ერთი ძირითადი დიაგნოსტიკური მაჩვენებელია გათიხება (ჩვეულებრივ, პროფილის შუა ნაწილში).

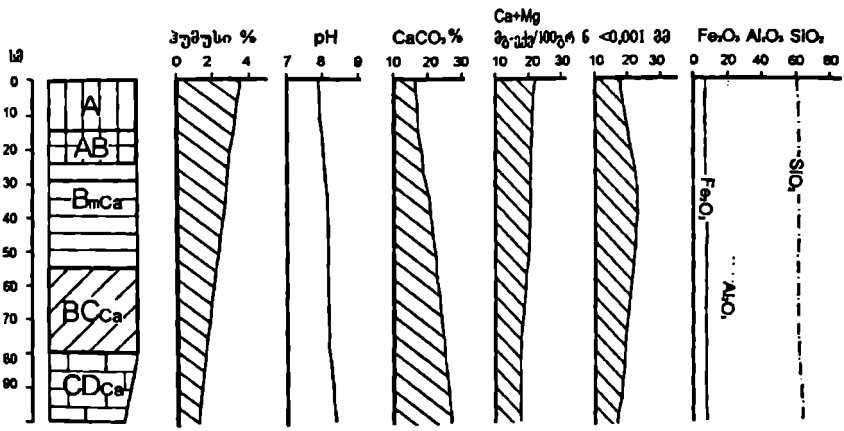
ყავისფერ ნიადაგში მთლიანი ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით არ აღინიშნება პროფილის დიფერენციაცია. ამავე დროს აღინიშნება პროფილის ტექსტურული დიფერენციაცია, რაც დაკავშირებულია გათიხების მაქსიმუმთან შუა ნაწილში.

ყავისფერ ნიადაგში სილიკატური რკინის შემცველობა აჭარბებს არასილიკატური რკინის რაოდენობას. ამასთან ერთად, აღინიშნება თავისუფალი (ამორფული და დაკრისტალიზებული) რკინის დაგროვება პროფილის ზედა ნაწილში.

ყავისფერი ნიადაგის ჰიდროთერმული რეჟიმი ხელს უწყობს პირველადი მინერალების ღრმა გამოფიტვას, გამოფიტვის წვრილდისპერსული პროდუქტების პროფილის შუა და ზედა ნაწილებში შენარჩუნებით. ლექის ფრაქციის მინერალებს შორის ჭარბობს მონტმორილონიტი და ჰიდროქარსები.

ყავისფერი ნიადაგის წყლოვან-ფიზიკური თვისებები საკმაოდ ხელსაყრელია. მათი სიმკვრივე ყველაზე დიდ სიდიდეებს ჰორ. B-ში აღწევს. საერთო ფორიანობა 40-52 % შეადგენს, ჭკნობის ტენიანობა – 15-25 %, ხოლო უმცირესი ტენტევადობა – 30-45 %.

ამგვარად, ყავისფერი ნიადაგი ხასიათდება ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის მუქი-ყომრალი ან ყავისფერი შეფერილობით, წვრილკოშტოვანი ან მარცვლოვანი სტრუქტურით, სუსტი ტუტე ან ნეიტრალური რეაქციით, ჰუმუსის საშუალო შემცველობით, ღრმა ჰუმუსირებით, გაკარბონატებით, გათიხებით, შთანთქმის მნიშვნელოვანი სიდიდეებით, ნიადაგისა და ლექის ფრაქციის მთლიანი ქიმიური შემადგენლობის



ნახ. 42. ყავისფერი ნიადაგის პროფილი და ძირითადი თვისებები

სტაბილურობით, სილიკატური რკინის სიჭარბით არასილიკატურ რკინაზე, თიხა-მინერალებში მონტმორილონიტის და ჰიდროქარსების სიჭარბით.

ყავისფერი ნიადაგის ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებია: ჰუმუსწარმოქმნა, ჰუმუსდაგროვება, გაკარბონატება, სიალიტიზაცია.

ყავისფერი ნიადაგი განსხვავდება მდელოს-ყავისფერი ნიადაგისგან უკეთ გამოხატული გათიხებით, უფრო ღია შეფერილობით, კარგად გამოხატული კარბონატული ახალქმნილებებით, მტრედისფერის და ჟანგის ლაქების არარსებობით.

ყავისფერი ნიადაგი განსხვავდება რუხი-ყავისფერი ნიადაგისგან (რომლებიც ფორმირდება უფრო ნაკლები დატენიანების და მეტი თბოუზრუნველყოფის პირობებში) უფრო ღია შეფერილობით, ჰუმუსის მეტი შემცველობით, მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, ცალკეულ ქვეტიპებში კარბონატების სხვადასხვა სიღრმეზე და არა ზედაპირიდან არსებობით, ტუტიანობის ნაკლები მაჩვენებლებით, რკინის სხვადასხვა ფორმის ნაკლები შემცველობით.

ყავისფერი ნიადაგი განსხვავდება შავი ნიადაგისგან (რომლებიც ვითარდება დატენიანების მსგავს პირობებში) უფრო მცირე ჰუმუსიანი ჰორიზონტით, ყავისფერი შეფერილობით, კაკლოვანი და პრიზმული სტრუქტურით, გამკვრივებულ-გათიხებული მეტამორფული ჰორიზონტის არსებობით, ჰუმუსოვანი ჰორიზონტიდან ქვედა ჰორიზონტისკენ ნაკლებად მკვეთრი გადასვლით, უფრო დიდი მოცულობითი წონით და უფრო დაბალი ფორიანობით და წყალგამტარობით.

ყავისფერი ნიადაგი განსხვავდება ყომრალი ნიადაგისგან (რომლებიც ფორმირდება უფრო ცივ და ტენიან პირობებში) ყავისფერი შეფერილობით, ილუვიურ-კარბონატული ჰორიზონტის არსებობით და ნიადაგური პროფილის შუა ნაწილის მკვეთრი გათიხებით, ზედა ჰორიზონტში ჰუმუსის შემცირებული შემცველობით, ტუტე და ნეიტრალური რეაქციით, ფუძეებით მაძღრობით.

კლასიფიკაცია. ყავისფერი ნიადაგი იყოფა რამდენიმე ქვეტიპად: ღია, კარბონატული, ტიპური, გამოტუტული, რენძინო-ყავისფერი.

ღია ყავისფერი ნიადაგები ფორმირდება ყველაზე მშრალ პირობებში და ხასიათდება ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის მუქი ყომრალი შეფერილობით და წვრილკოშტოვანი სტრუქტურით, თიხნარი და თიხა მექანიკური შედგენილობით, მთელი პროფილის გათიხებით, მაღალი ჰუმუსიანობით, კალციუმის კარბონატების არსებობით ზედაპირიდანვე, სუსტად ტუტე ან ტუტე რეაქციით, შთანთქმული კატიონების დიდ ფარგლებში მერყეობით, გაცვლითი ნატრიუმის უმნიშვნელო შემცველობით, არასილიკატური და, განსაკუთრებით, ამორფული რკინის მცირე შემცველობით, თიხამინერალებში მონტმორილონიტის, ჰიდროქარსების და ქლორიტის სიჭარბით, ზოგჯერ ადვილად ხსნადი მარილების და თაბაშირის უმნიშვნელო შემცველობით.

კარბონატული ყავისფერი ნიადაგი ვითარდება ბუჩქნარების და ბუჩქიანი სტეპების ქვეშ საკმაოდ არიდულ პირობებში. ხასიათდება ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ყავისფერი შეფერილობით და წვრილკოშტოვანი ან მარცვლოვანი სტრუქტურით, თიხნარი მექანიკური შედგენილობით, გათიხებით პროფილის შუა ნაწილში,მთელი პროფილის კარბონატობით, ჰუმუსის ზომიერი შემცველობით, სუსტად ტუტე რეაციით, შთანთქმის მაღალი ტევადობით, სილიკატური რკინის სიჭარბით არასილიკატურზე, არასილიკატური რკინის მნიშვნელოვანი, ხოლო ამორფული რკინის მცირე შემცველობით, რკინის ცალკეული ფორმების დაგროვებით პროფილის შუა ნაწილში, თიხამინერალებში მონტმორილონიტის, ქლორიტის და კაოლინიტის სიჭარბით.

ტიპური ყავისფერი ნიადაგი ძირითადში ფორმირდება ტანდაბალი მუხნარების ქვეშ ჯაგრცხილის, ტყემლის, კვრინჩხის, ძეძვის და სხვა ქსეროფილური ეკლიანი ბუჩქებისგან შემდგარი მდიდარი ქვეტყით. ხასიათდება ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის მუქი ყავისფერი შეფერილობით და წვრილკაკლოვანი სტრუქტურით, თიხნარი მექანიკური შედგენილობით, გათიხებით პროფილის შუა ნაწილში, ჰუმუსის ზომიერი შემცველობით, კარბონატებისგან ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის გამოტუტულობით, ნეიტრალურიდან სუსტ ტუტე რეაქციამდე, მნიშვნელოვანი შთანთქმის ტევადობით.

გამოტუტული ყავისფერი ნიადაგი ფორმირდება მუხნარების და მუხნარ-რცხილნარების ქვეშ. ესაა ყომრალი ნიადაგისკენ გარდამავალი ქვეტიპი. მისი შენების მთავარი თავისებურებაა ჰუმუსოვანი და მეტამორფული ჰორიზონტების უკარბონატობა და ამ უკანასკნელის ძლიერი გათიხება. ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი საკმაოდ მძლავრია, ჰუმუსის შემცველობა მაღალია, უკარბონატო ჰორიზონტებში რეაქცია ნეიტრალურია, აღინიშნება არასილიკატური და ამორფული რკინის შედარებით მაღალი შემცველობა.

რენძონო-ყავისფერი ნიადაგი გარდამავალი ნიადაგია კორდიან-კარბონატულ და ყავისფერ ნიადაგს შორის. ნიადაგი ხასიათდება დიფერენცირებული პროფილით, ნეიტრალური – ზედა და სუსტი ტუტე რეაქციით ქვედა ჰორიზონტებში, კარბონატების გადიდებული შემცველობით პროფილის ქვედა ნაწილში, ჰუმუსის ზომიერი რაოდენობით, სილრმით მისი მკვეთრი შემცირებით, მაღალი გაცვლითუნარიანობით.

ყავისფერი ნიადაგის ქვეტიპებში გამოყოფენ შემდეგ გვარებს:

ჩვეულებრივი – ვითარდება ზომიერად კარბონატულ ფხვიერ ნაფენებზე. ამ გვარს გააჩნია ყავისფერი ნიადაგის ზემოაღნიშნული ქვეტიპების ყველა ნიშანი და თვისება.

მცირეკარბონატული – ვითარდება უკარბონატო ფიქლების, თიხების და სხვა ქანების ელუვიონ-დელუვიონზე, ხასიათდება არამკაფიოდ გამოხატული კარბონატულ-ილუვიური ჰორიზონტით, მთლიანი და არასილიკატური რკინის გადიდებული შემცველობით.

ფერალიზირებული – ფორმირდება წითელი ფერის თიხებზე. გამოირჩევა პროფილის მოწითალო შეფერილობით, ერთნახევარი ოქსიდების გადიდებული შემცველობით.

გასტეპებული – ფორმირდება ისეთ ტერიტორიებზე, სადაც ბუნებრივი ტყე-ბუჩქნარის მცენარეულობა გაჩეხილია და მისი ადგილი დაიკავეს სტეპის ასოციაციებმა. ხასიათდება უფრო გაჭიმული ჰუმუსოვანი პროფილით.

ყავისფერი ნიადაგი იყოფა სახეობად ჰუმუსის შემცველობით და ეროდირების მიხედვით.

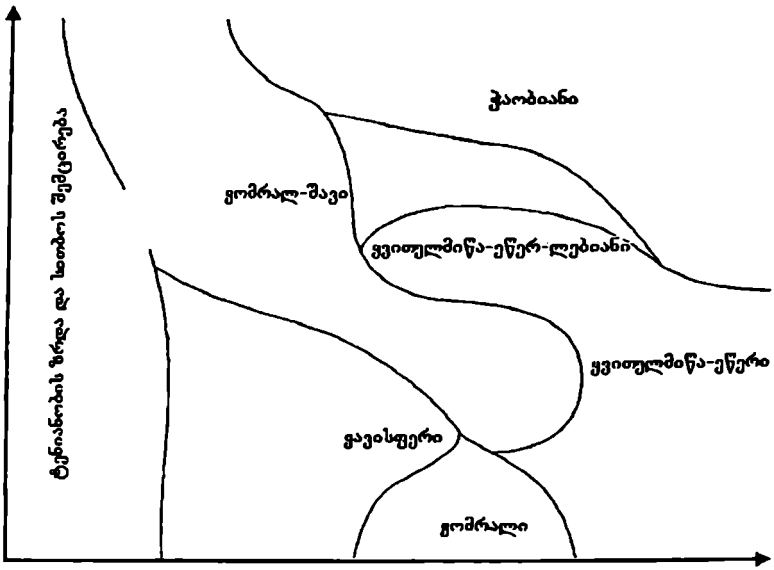
გენეზისი. ყავისფერი ნიადაგის წყლოვანი და თბური რეჟიმი განისაზღვრება ხმელთაშუა ზღვის ოლქების თავისებური ბიოკლიმატური რიტმით, რომელიც შედგება ცხელი და მშრალი ზაფხულის, მძლავრი გაზაფხულისა და ნაკლებად გამოხატული საშემოდგომო ვეგეტაციის (დაკავშირებული ნალექების მოსვლასთან) და ხანმოკლე ცივი ზამთრის პერიოდისგან. წყლოვან-თბური რეჟიმის თავისებურებანი განსაზღვრავენ ნიადაგწარმოქმნის პროცესის „ორფაზიანობას“.

ტენიანი და თბილი გაზაფხულისა და შემოდგომის განმავლობაში ნიადაგში აქტიურად მიმდინარეობს ბიოლოგიური და ქიმიური პროცესები, ნიადაგური პროფილიდან წყლის დაღმავალი დენით გამოიტუტება ადვილად ხსნადი მარილები და კარბონატები. ნიადაგში მიმდინარეობს ინტენსიური ჰუმუსწარმოქმნა და გამოფიტვა თიხების და რკინის ჰიდროქარსების დაგროვებით. ზაფხულში, ქსეროპაუზის პერიოდში, როდესაც ყავისფერი ნიადაგი სუსტად დატენიანებულია, მიმდინარეობს ჰუმუსის კონდენსაცია და პოლიმერიზაცია. ხსნარების საერთო მოძრაობა ხორციელდება ქვემოდან ზევით.

ზაფხულის გამოშრობა განსაზღვრავს კაპილარული წყლის და ხსნადი ნივთიერებების, მათ შორის $Ca(HCO_3)_2$, ამოწევას ქვედა ჰორიზონტებიდან ნიადაგის ზედაპირისკენ. კალციუმის კარბონატების ახალქმნილებები კრისტალიზდება კაპილარებს შორის და იღებენ თეთრი ძარღვებისა და ცრუმიცელიუმის ფორმას. ნიადაგური ხსნარების ზემოთ პერიოდული აწევა განსაზღვრავს ნიადაგის ზედა ნაწილის ნეიტრალურ რეაქციას, შთამნთქავი კომპლექსის ფუძეებით მაძღრობას.

ყავისფერ ნიადაგში გარკვეულ განვითარებას პოულობს რუბიფიკაციის პროცესი, რომელიც განსაზღვრავს ნიადაგის საკმაოდ მკაფიოდ ყავისფერ შეფერვას. გამოტუტვის პროცესში განთავისუფლებული რკინის ოქსიდები მშრალ პერიოდში განიცდიან დეჰიდრატაციას და წარმოქმნიან აფსკებს. ნიადაგური ნაწილაკების ზედაპირზე ისინი განსაზღვრავენ გათიხების ჰორიზონტების სპეციფიკურ შეფერილობას. ჩვეულებრივ ყავისფერი ნიადაგის ყველაზე წითელი ფერები დაკავშირებულია ყველაზე არიდულ რაიონებთან.

გამოყენება. ყავისფერი ნიადაგი ხასიათდება საკმაოდ მაღალი ნაყოფიერებით და შავ ნიადაგთან და შავმიწასთან ერთად მიეკუთვნება ქვეყნის ყველაზე ნაყოფიერ ნიადაგს. თავისი აგრონომიული თვისებებით ერთ-ერთ საუკეთესო ნიადაგად ითვლება ვაზისა და ხეხილის კულტურებისთვის. ამ ნიადაგზე გაშენებულია ხარისხოვანი ღვინოების მომცემი ვენახები, ხეხილის ბაღები, რომლებიც გამოირჩევიან



ნახ. 43. ნიადაგური პროფილის განვითარება დროში

მაღალი პროდუქტულობით და ნაყოფის ხარისხით. გარდა ამისა, ამ ნიადაგზე მოჰყავთ: ხორბალი, ქერი, სიმინდი, შაქრის ჭარხალი და სხვ.

ნიადაგის ნაყოფიერების გადიდების მიზნით, საჭიროა სწორი დამუშავება, მინერალური და ორგანული სასუქების რაციონალური გამოყენება, ეროზიის ნინააღმდეგ ბრძოლა და სხვ. მეტად მნიშვნელოვანია ცალკეული კულტურების ბიოლოგიურ თავისებურებათა გათვალისწინებით ნიადაგის სწორი დამუშავება. ასე, მაგალითად, ვაზის და ხეხილის გასაშენებლად შეუფერებელია მცირე სისქის ყავისფერი ნიადაგის გამოყენება, რადგანაც ეს კულტურები საჭიროებენ ნიადაგის ღრმად (60-70 სმ) დამუშავებას და არსებობს ნიადაგის ზედაპირზე კარბონატებით მდიდარი ილუვიურ-კარბონატული ფენის ამობრუნების საშიშროება. ამან შეიძლება გამოიწვიოს ქლოროზით დაავადება.

23.13. მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი (კამბისოლს ხრომიკ – CAMBISOLS CHROMIC)

ზოგადი დახასიათება. მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი ხასიათდება სუსტად დიფერენცირებული პროფილით, ყავისფერ ნიადაგზე უფრო მძლავრი პროფილით, მთელს პროფილში ან მის ქვედა ნაწილში გალებების ნიშნებით, სუსტად გამოხატული კარბონატულ-ილუვიური ჰორიზონტით. ნიადაგის პროფილს შემდეგი აგებულება აქვს: $A_{სახ}$-AB-B-BC-C ან $A_{სახ}$-A-B_1-B_2-BC.

საქართველოში მდელოს-ყავისფერი ნიადაგის საერთო ფართობი შეადგენს 1,9 % (130 400 ჰა). ფორმირდება ყავისფერი ნიადაგის არეალში დეპრესიულ ნაწილე-

ბში გადიდებული გრუნტის, ზედაპირული და შერეული დატენიანების პირობებში. გვხვდება ქვემო და ზემო ქართლში, კახეთში (მდ. ალაზნის მარჯვენა ნაპირი) და მესხეთში.

შესწავლის ისტორია. მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი პირველად გამოყვეს ი. ანტიპოვ-კარატაევმა და ი. გერასიმოვმა (1948) ბულგარეთში. საქართველოში ეს ნიადაგები მდელოს-ყავისფერების სახელწოდებით პირველად გამოყო ვ. ფრიდლანდმა (1957), როგორც აღმოსავლეთ საქართველოს ვაკეების და მთისწინების ნიადაგი. თავის დროზე მ. საბაშვილმა (1948, 1957) გამოყო ეს ნიადაგი ძველ-ალუვიურების „მდელოს" სახელწოდებით. შემდგომ მან ამ ნიადაგებს უწოდა „მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი" (საბაშვილი, 1965).

მდელოს-ყავისფერი ნიადაგის გენეზისში მ. საბაშვილი (1965) აღნიშნავდა ორ ეტაპს: პირველს, როდესაც მკაფიოდ შეიმჩნევა ჭალის და მდელოს ალუვიური ნიადაგის განვითარების სტადიები ყავისფერი ნიადაგის მიმართულებით და მეორეს, როდესაც, კლიმატური პირობების შეცვლის და ადამიანის ზემოქმედებით, ტყის მცენარეულობა იცვლება სტეპის მცენარეულობით.

გ. ტალახაძე (1964) განიხილავს ამ ნიადაგს, როგორც ყავისფერი ნიადაგის ევოლუციის შემდგომ საფეხურს, რომლის დროსაც მერქნიანების გაჩანაგებით მიწისქვეშა წყლის დონის ნაწილობრივი ამოწევა მოხდა, რამაც გამდელოების პროცესს შეუწყო ხელი და ყავისფერი ნიადაგის მდელოს-ყავისფერი ნიადაგის განვითარების გზაზე დააყენა.

ამ ნიადაგს საკმაოდ საფუძვლიანი გამოკვლევები უძღვნეს რ. კირვალიძემ (1958), კ. მინდელმა (1966), ვ. ლატარიამ (1967), ე. ნაკაიძემ (1968), თ. ურუშაძემ (1987) და სხვ.

ეკოლოგია. ნიადაგწარმომქმნელი ქანები წარმოდგენილია მძიმე მექანიკური შედგენილობის ალუვიური და დელუვიურ-პროლუვიური ნალექებით, რომელთა სიმძლავრე ზოგჯერ 100 მ აღწევს. ზედა შრე წარმოადგენს თიხნარს, რომელშიც ზოგჯერ გვხვდება ქვამრგვალები.

მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი გავრცელებულია საქართველოს სუბტროპიკული ტყე-სტეპის ზონაში. კლიმატი ზომიერად თბილია. საშუალო წლიური ტემპერატურა შეადგენს 9,9-10,6 °C; ყველაზე ცივი თვის – იანვრის ტემპერატურა -16 °C-მდე ეცემა, ხოლო ყველაზე თბილი, ივლისის – 21,8°C აღწევს. ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმები მნიშვნელოვანია -29°C (მუხრანი). შედარებით ნაკლებია ტემპერატურის დაცემა მდ. ალაზნის ვაკეზე (-21°C). სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა ექვსი-შვიდი თვეა. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 2800-3800°C შეადგენს. ნალექების რაოდენობა 464-512 მმ ფარგლებში მერყეობს. დატენიანების კოეფიციენტი 0,54-0,95 შეადგენს.

ბუნებრივი მცენარეულობა წარმოდგენილია ჭალის ტყით (მუხნარები). ამჟამად ტერიტორიის დიდი ნაწილი ათვისებულია სახნავების, ბაღების და ვენახების ქვეშ. ეს ნიადაგი ძირითადში ირწყვება.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

მდელოს-ყავისფერი ნიადაგის პროფილს აქვს შემდეგი შენება:

$A_{სხ}$ – ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, სახნავი, საერთო სიმძლავრით 20-35 სმ, მუქი ყავისფერი, მძიმე თიხნარი, კოშტოვან-მარცვლოვანი, კორდიანი, მომკვრივო, გადასვლა თანდათანობითი.

A – ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი სიმძლავრით 20-30 სმ, ყავისფერი, კოშტოვან- დაკუთხული, მძიმე თიხნარი ან თიხიანი, ბლანტი, გადასვლა თანდათანობითი.

AB – ყავისფერი, სიმძლავრით 15-25 სმ, კოშტოვან-ბელტოვანი, მძიმე თიხნარი ან თიხიანი, ზოგჯერ გალებების ლაქებით, ბლანტი, ტენიანი, გადასვლა თანდათანობითი.

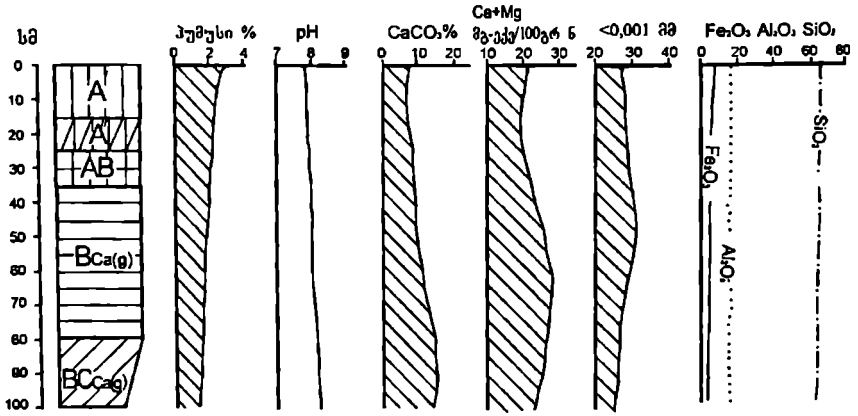
B – ყავისფერი, სიმძლავრით 20-50 სმ, კოშტოვან-ბელტოვანი, მძიმე თიხნარი ან თიხიანი, გალებების ლაქებით, მკვრივი, ტენიანი, ბლანტი, გადასვლა თანდათანობითი.

BC – მუქი-ყავისფერი, სიმძლავრით 30-50 სმ, არამყარ კოშტოვან-ბელტოვანი, მძიმე თიხნარი ან თიხიანი, გალებების ლაქებით, მკვრივი, ტენიანი.

ამგვარად, მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი ხასიათდება ზედა ჰორიზონტის მუქი ყავისფერი შეფერილობით და კოშტოვან-მარცვლოვანი სტრუქტურით. ქვედა ჰორიზონტების კოშტოვან-ბელტოვანი სტრუქტურით, გალებების ნიშნებით, მძიმე მექანიკური შედგენილობით, ჩვეულებრივ კარბონატულობით ზედაპირიდან.

მიკრომორფოლოგიის მონაცემებით, მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი ხასიათდება ზედა ჰორიზონტების მორუხო-ყომრალი, არაერთგვაროვანი, ხოლო ქვედასი – ყომრალ-მოწალისფრო შეფერილობით, სუსტი მიკროაგებულებით, ჰუმუს-რკინიანი გამონაყოფებით, მიკროკრისტალური კალციტების გადიდებული და მეტნაკლებად თანაბარი განანილებით, თიხოვანი ნივთიერების ოპტიკურად სუსტი ორიენტირებით.

მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი ხასიათდება სუსტად ტუტე ან ტუტე რეაქციით (pH=7,6-8,1). ჰუმუსის შემცველობა სახნავ ჰორიზონტში მცირეა – 21,21 – 2,90%, ნიადაგის პროფილი ხასიათდება ღრმა ჰუმუსირებით. მიუხედავად იმისა, რომ მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი ძირითადში მიეკუთვნება მსუბუქ და საშუალო თიხებს, ისინი ხასიათდება შთანთქმული ფუძეების დაბალი ჯამით. ეს უშუალოდ არის დაკავშირებული ამ ნიადაგის ლექის ფრაქციის მინერალოგიურ ბუნებასთან, სადაც ჭარბობენ ჰიდროქარსები (70%-მდე). ზოგიერთ შემთხვევაში შთანთქმული ფუ-



ნახ. 44. მდელოს-ყავისფერი ნიადაგის პროფილი და ძირითადი თვისებები

ძეების ჯამის გარკვეული გადიდება დაკავშირებულია გათიხებასთან. საერთოდ, გათიხება კარგად არის გამოხატული. მდელოს-ყავისფერ ნიადაგში სილიკატური ფორმის რკინა ჭარბობს არასილიკატურ რკინას.

მდელოს-ყავისფერი ნიადაგის ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებია: ჰუმუსწარმოქმნა, ჰუმუსდაგროვება, გაკარბონატება, გამდელოება, სიალიტიზაცია და გალეზება.

მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი განსხვავდება ყავისფერი ნიადაგისგან უფრო სუსტად გამოხატული გათიხებით, უფრო მუქი შეფერილობით, სუსტად გამოხატული კარბონატული ახალქმნილებებით, მტრედისფერი და ჟანგის ლაქების არსებობით.

კლასიფიკაცია. მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი იყოფა რამდენიმე ქვეტიპად: ტიპური (მდელოს-ყავისფერი), მდელოს-ყავისფერი, ზედაპირულად მდელოს-ყავისფერი და გამოტუტული.

ტიპური (მდელოს-ყავისფერი) ნიადაგი ვითარდება ნაკვეთებზე გრუნტის წყლების ახლო დგომით (2-3 მ) და ხშირად დამატებითი ზედაპირული დატენიანებით. გამოირჩევა მუქი შეფერილობით და ინტენსიური გალებებით.

მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი ფორმირდება ნაკვეთებზე გრუნტის წყლების არაღრმა დგომით (3-5 მ) და ხშირად დამატებითი ზედაპირული დატენიანებით. გალებება აღინიშნება ქვედა ჰორიზონტებში.

ზედაპირულად მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი ფორმირდება ვაკეების კიდეებზე, შლეიფებზე, ნაკვეთებზე დამატებითი ზედაპირული დატენიანებით, გრუნტის წყლების ღრმა დგომით. გალებების ნიშნები აღინიშნება ზედა ჰორიზონტებში.

გამოტუტული მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი გამოირჩევა იმით, რომ კარბონატები ზედაპირიდან არ აღინიშნება.

მდელოს-ყავისფერი ნიადაგის ქვეტიპებში გამოყოფენ შემდეგ გვარებს:

ჩვეულებრივი – ვითარდება დაუმლაშებელ ქანებზე მტკნარი წყლების ზეგავლენით. ამ გვარს გააჩნია მდელოს-ყავისფერი ნიადაგის ზემოაღნიშნული ქვეტიპების ყველა ნიშანი და თვისება.

ბიცობი – ვითარდებიან დამლაშებულ ქანებზე ან დამლაშებული წყლების ზეგავლენით, განსხვავდებიან პრიზმული სტრუქტურით ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ქვედა ნაწილში და ილუვიური ჰორიზონტის ზედა ნაწილში. გაცვლითი ნატრიუმის შემცველობა გამკვრივებულ ბიცობიან ჰორიზონტში გაცვლის ტევადობის 5 %-ზე მეტია.

ბიცობნარი – ფორმირდებიან იგივე პირობებში, როგორშიც ბიცობი გვარის ნიადაგები. ადვილად ხსნადი მარილები ჩნდება 150 სმ-მდე. ჩვეულებრივ, ეს ნიადაგი აგრეთვე ბიცობია.

დანიდული – განსხვავდება ძალიან მძიმე მექანიკური შედგენილობით, დანიდული შენებით და ძალიან სუსტი წყალგამტარობით; დატენიანებისას იჯირჯვება, ხოლო გამოშრობისას – სკდება.

მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი იყოფა სახეობად შემდეგი ნიშნებით.

ჰუმუსის შემცველობით – სუსტად ჰუმუსიანი (<2,5%), მცირედ ჰუმუსიანი (<4%) და საშუალოდ ჰუმუსიანი (>4%).

ბიცობიანობის ხარისხის და მარილების განლაგების სიღრმის მიხედვით.

გენეზისი. მდელოს-ყავისფერი ნიადაგის გენეზისი დაკავშირებულია მცენარეული საფრის ევოლუციასთან და ადამიანის სამეურნეო ზემოქმედებასთან. ტყის

მცენარეულობის მასიურმა გაჩეხვამ გამოიწვია გრუნტის წყლების დონის ამოწევა. ამან კი გამდელოების პროცესს შეუწყო ხელი. გამდელოების პროცესს უკავშირდება პროფილის მუქი შეფერილობა, ღრმა ჰუმუსირება, კარბონატების ახალქმნილებების სუსტი გამომჟღავნება და კარბონატულ-ილუვიური ჰორიზონტის არარსებობა.

გამოყენება. მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი თავისი აგრონომიული მაჩვენებლებით აღმოსავლეთ საქართველოს სამიწათმოქმედო ზონის ერთ-ერთ კარგ ნიადაგად ითვლება როგორც ვაზისა და ხეხილის, ასევე ხორბლის, ქერის, სიმინდის, შაქრის ჭარხლის, პარკოსნების და სხვა კულტურებისთვის. მაღალი მოსავლის მისაღებად, ჰუმუსის დადებითი ბალანსისათვის, ბიოლოგიურ ღონისძიებებთან ერთად აუცილებელია განოყიერების შესაფერისი სისტემის გატარება. მორწყვისას ეს ნიადაგი ხშირად ქერქგადაკრული და დაბზარულია, სიღრმით კი გალეებებული. ბალახთესვა, კვლებში მიშვებით რწყვა ერთგვარად ამცირებს ნიადაგის სიმკრივე-დაწიდულობას, აუმჯობესებს ფორიანობის სახეებს შორის რაოდენობრივ შეფარდებას და სხვა თვისებებს. ამ ნიადაგში სილის შეტანა (მოსილვა) იწვევს ხეხილის ბაღში ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესებას.

23.14. შავი ნიადაგი (ვერტისოლს – VERTISOLS)

ზოგადი დახასიათება. შავი ნიადაგი (ე.წ. ბარის შავმიწა) ხასიათდება სუსტი დიფერენციაციით, მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, გადიდებული სიმკვრივით, თიხა-მექანიკური შედგენილობით. ნიადაგურ პროფილს ჩვეულებრივ შემდეგი აგებულება აქვს: A_1^I-A_1^{II}-AB-B-BC-C. ძირითადი დიაგნოსტიკური მაჩვენებელია პროფილის ზედა ნაწილის ფისიან-შავი შეფერილობა (ჩვეულებრივ, პენის ანაბეჭდით), შუა ნაწილის გათიხება და გაკარბონატება.

შავი ნიადაგის საერთო ფართობი საქართველოში შეადგენს 3,9% (266 800 ჰა). ეს ნიადაგი გავრცელებულია მთათა შორის ბელტის-ბარის ზონაში – გარე და შიგა კახეთის, ქვემო და, ნაწილობრივ, შუა ქართლის რაიონებში.

შესწავლის ისტორია. პირველი ცნობები ამ ნიადაგის შესახებ ეკუთვნის ვ. დოკუჩაევს, რომელმაც ეს ნიადაგი ჰუმუსის რაოდენობის მიხედვით გაყო შავმიწა და წაბლა ნიადაგად. შემდგომ ეს ნიადაგი შეისწავლეს ს. ზახაროვმა (1924), მ. საბაშვილმა (1948, 1965), ბ. კლოპოტოვსკიმ (1930), გ. ტალახაძემ (1958, 1962, 1964), ჯ. მაჭავარიანმა (1978), ი. გერასიმოვმა (1979), ე. ნაკაიძემ (1980) და სხვ.

მ. საბაშვილის (1948) მიხედვით, რელიეფის დადაბლებულ ადგილებში ლესისებრ ნაფენებში თაბაშირის მაღალი შემცველობა მიუთითებს მათ ტბურ წარმოშობაზე. ამ ავტორის აზრით, გარე კახეთის ზეგანის ნიადაგის განვითარება ამჟამად წარმოდგენილია შავმიწის წარმოქმნის პროცესით, რომელმაც შეცვალა ტყის სტადია. მ. საბაშვილის მიხედვით, საქართველოს შავმიწა ყველაზე მეტად უახლოვდება სამხრეთის და მცირე- და საშუალოჰუმუსიან შავმიწას. შემდგომ ამ ნიადაგის „კლასიკური" შავმინისებრი ახსნა სადისკუსიო გახდა.

ეს ნიადაგები საკმაოდ ფართოდ შესწავლილი იყო გ. ტალახაძის მიერ, რომელმაც მათ უძღვნა სპეციალური მონოგრაფიული გამოკვლევა. მისი აზრით, ამ ნიადაგის ერთი ნანილის წარმოქმნა დაკავშირებულია ალუვიური ვაკეების, ხოლო, მეორე

ნაწილის – ტბებისა და სხვა დეპრესიული ტიპის რელიეფის ფორმების ევოლუციასთან. გ. ტალახაძემ ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების ისტორიულ-ევოლუციურ ასპექტში განხილვისას შავმინის განვითარება დაუკავშირა დიდი წყალსატევების (სარმატის, აკჩაგილის, აფშერონის) ტრანსგრესიის და რეგრესიის გავლენებს. მანვე დაამუშავა ამ ნიადაგის კლასიფიკაცია.

1963 წელს ი. გერასიმოვმა ივრის ზეგანის ნიადაგის დათვალიერებისას (რომელშიც მონაწილეობდა ამ სტრიქონების ერთ-ერთი ავტორი – თ.უ.) გამოთქვა მოსაზრება, რომ აქ გავრცელებულ „შავ" ნიადაგს ბევრი რამ საერთო აქვს ბულგარეთის, იუგოსლავიის, ალბანეთის და სხვ. ქვეყნების შავ (სმოლნიცები) ნიადაგთან. შემდგომ თ. ურუშაძის მონაცემების გამოყენებით მან მონოგრაფიაში „ამიერკავკასიის სუბტროპიკების ნიადაგების გენეტიკური ტიპები" გამოყო ეს ნიადაგი შავი დაწიდულების (ტერა-ნეგრო ან ვერტისოლები) სახელწოდებით. იმავე პერიოდში მ. საბაშვილმა და მ. ჯიკაევამ გამოაქვეყნეს ნაშრომი, რომელშიც ქართლის დაწიდულ შავმინას მიაკუთვნებდნენ სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპაში გავრცელებულ ე.წ. „სმოლნიცებს". შიდა ქართლის დასავლეთ ნანილში გავრცელებულ ამ ნიადაგზე საინტერესო მონაცემები მოტანილია ჯ. მაჭავარიანის ნაშრომში.

ვ. ვოლობუევის აზრით, აღმოსავლეთ საქართველოს ბარის სტეპის ნიადაგი მიეკუთვნება შავ სუბტროპიკულ ნიადაგს. ე. ნაკაიძის ნაშრომში, რომელიც მიეძღვნა რუხ-ყავისფერ და შავ ნიადაგს, ნაჩვენებია, რომ შავი ნიადაგი წარმოადგენს ამიერკავკასიის მშრალ სუბტროპიკულ სტეპებში გავრცელებულ დამოუკიდებელ გენეტიკურ ტიპს და საკმაოდ განსხვავდება ზომიერი სარტყლის შავმინისგან.

ს. ზონის (1986) მიხედვით, მსოფლიოში შავი და დაწიდული ნიადაგი გამოიყოფა სხვადასხვა სახელწოდებით, მაგრამ, ამ ბოლო დროს ყველა გაერთიანებულია „ვერტისოლების" კლასში.

ფ. დიუშოფური (1968) აღნიშნავს, რომ შავი ნიადაგი განსხვავდება შავმინისგან იმით, რომ ჰუმუსოვანი ნაერთები დაკავშირებულია რკინასთან და არა კალციუმთან.

რ. დიუდალი (1963) მიუთითებდა, რომ მსგავსი ნიადაგი ცნობილია 40-მდე სხვადასხვა სახელწოდებით. ინდოეთში მათ მიეკუთვნება „რეგურები" ან „შავი ბამბის ნიადაგები", ხმელთაშუა ზღვის არაბულ ქვეყნებში ეს ნიადაგი გამოიყოფა, როგორც „თირსები" ან „ტუარესები", ცენტრალურ აფრიკაში – „შავი ტროპიკული თიხები", სამხრეთ აღმოსავლეთ ევროპაში – „სმოლნიცები", ინდონეზიაში – „მარგალიტები", აშშ-ში – „ვერტისოლები".

ეკოლოგია. აღმოსავლეთ საქართველოს მთათაშორისი დაბლობი ზონა, სადაც გავრცელებულია შავი ნიადაგი, წარმოქმნილია შერეული (დენუდაციურ-აკუმულაციური) და, საკუთრად, აკუმულაციურ-გენეტიკური გეომორფოლოგიური ტიპებით. მტკვრის დეპრესიის უდიდეს ნანილზე – სურამიდან შირაქის ტაფობამდე, აგრეთვე ალაზნის ველზე განსაკუთრებით ფართო ადგილი უკავია დენუდაციურ-აკუმულაციურ გენეტიკურ ტიპს. მთათაშორისი დაბლობის ზონის რელიეფის ფორმები შედარებით ახალგაზრდაა. ის მიეკუთვნება ზედა მესამეულისა და მეოთხეულის პერიოდებს. აქ დიდი ტერიტორიული გავრცელება აქვს დელუვიურ-პროლუვიურ ნაფენებს. საერთოდ, დელუვიურ-პროლუვიური ვაკეები განსაკუთრებულია მთისპირა ზოლში და მათი წარმოქმნა ძირითადად დაკავშირებულია დროებითი ღვარების მოქმედებასთან. შავი ნიადაგის გავრცელების ზოლში გვხვდება აგრეთვე დახრილი

ტერასისებრი და ზეგანი-პენეპლენის ვაკე. დახრილი ტერასისებრი ვაკის ჰიპსომეტრული ნიშნულები ზღვის დონიდან 650-750 მეტრის ფარგლებში მერყეობენ. ამ ტიპის ვაკის ფორმის წარმოშობა უკავშირდება მეოთხეული პერიოდის ეპეიროგენეზისურ მოძრაობას. შავი ნიადაგის საკმაოდ დიდი ნაწილი ზეგანი-პენეპლენის ვაკის პირობებშია განვითარებული. გარე კახეთის ზეგანი-პენეპლენის ვაკე მოქცეულია 700-1000 მეტრს შორის. შავი ნიადაგის არეალში ფართოდაა გავრცელებული რელიეფის აკუმულაციური ტიპი, რომელიც წარმოდგენილია ორი ფორმით: ამოქვაბულის და ალუვიური ვაკეების.

გეოლოგიურ აგებულებაში ფართო მონაწილეობას იღებენ სარმატული და აგჩაგილ-აფშერონული ნალექები.; აგჩაგილური წყების ქანები მოცისფროა, მოცისფრო-რუხი და რუხი-ყომრალი ფერის თიხებით, რომლებიც ჩვეულებრივ საკმაო რაოდენობით შეიცავენ თაბაშირს და გაჯის სახე აქვთ. დიდი შირაქის დეპრესიის შუა ნაწილში ფართოდაა გავრცელებული მოთეთრო-რუხი ფერის კირითა და თაბაშირით მდიდარი თიხიანი და თიხნარი ნალექები, რომლებიც პერიფერიულ ნაწილისკენ იცვლება მოყვითალო-მოწითალისფრო მსხვილ-კრისტალოვანი თაბაშირის შემცველ, კარბონატული თიხის ნაფენებით. პატარა შირაქში, შუამთის, ზილჩის ზოლში ძირითადში გვხვდება კონგლომერატებისა და ქვიშიან-თიხიანი ნალექები.

შავი ნიადაგი ვითარდება, მშრალი სუბტროპიკების ტიპის კლიმატის პირობებში, თბილი, თითქმის უთოვლო ზამთრით და ცხელი, მშრალი ზაფხულით. ყველაზე თბილი თვის (ივნისის) ტემპერატურა 22,9 °C, ყველაზე ციივის (იანვრის) -0,3, -3,8 °C. საშუალო წლიური ტემპერატურა 10-11,9 °C, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 4000 °C აღწევს. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა ექვსი-შვიდი თვეა. ნალექების წლიური რაოდენობა მერყეობს 400-600 მმ ფარგლებში. ნალექების მინიმუმი აღინიშნება ზამთრის თვეებში, ხოლო მაქსიმუმი – მაის-ივნისში. ნალექები ჩვეულებრივ მოდის წვიმის სახით. მთელი წლის განმავლობაში აორთქლება აღემატება მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობას (დატენიანების კოეფიციენტი მერყეობს 0,3-0,9 ფარგლებში). ჰაერის საშუალო წლიური ფარდობითი ტენიანობა მერყეობს 64-70% ფარგლებში. განსაკუთრებით აღსანიშნავია, რომ მთელი წლის მანძილზე ნიადაგის ტემპერატურა 0°C ქვემოთ არ ეცემა და, ამგვარად, ნიადაგის ბიოგენურობა საკმაოდ მაღალია. ნიადაგწარმომქმნელი პროცესი მიმდინარეობს სხვადასხვა აქტივობით მთელი წლის მანძილზე.

შავი ნიადაგი გავრცელებულია მშრალ სუბტროპიკულ სტეპებში. ნ. კეცხოველის (1935) მიხედვით, ეს სტეპები იყოფა ორ ჯგუფად – პირველადი და მეორადი წარმოშობის. სტეპის მცენარეულობაში გამოყოფენ შემდეგ დაჯგუფებებს: ჯაგ-ეკლიანი, უროიანი, ვაციწვერიანი და ნაირბალახოვანი მდელოსი.

ჯაგ-ეკლიანი სტეპის მცენარეულობა გავრცელებულია შიდა კახეთის, გარე კახეთის და ქვემო და შიდა ქართლის 300-700 მეტრის ფარგლებში. ამ სტეპის მცენარეულობის მთავარი ედიფიკატორია ძეძვი, კენკრა, ბალახეულობიდან კი ურო და წივანა. უროიანი სტეპი გავრცელებულია შიდა და გარე კახეთსა და ქართლში. სტეპის ამ ტიპის მთავარი ედიფიკატორია ურო. უროიანი სტეპის სახეობრივ შემადგენლობაზე გავლენას ახდენს სტეპის ხანდაზმულობა და ექსპლოატაციის ხასიათი. ვაციწვერიანი სტეპი შეზღუდული ფართობებით გვხვდება გარეჯის და შირაქის ზეგანზე 600-750 მეტრის ფარგლებში. ვაციწვერას გარდა გვხვდება წივანა და კელერია. მდელოს ნაირბალახოვანი ტიპი ძირითადად გავრცელებულია გარე კახეთის

ცენტრალურ ნაწილში. მცენარეულობის შემადგენლობაში ჭარბობს სათითურა, ბერსელა, ქართული ესპარცეტი, კურდღლის ფრჩხილი და სხვ.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

შავ ნიადაგს აქვს პროფილის შემდეგი შენება:

A_1^I - ჰუმუსოვანი, შავი, თიხიანი, კოშტოვან-დაკუთხული ან მარცვლოვანი, პენით სტრუქტურულ წახნაგებზე, ფესვების დიდი რაოდენობით, მომკვრივო, საერთო სიმძლავრით 15-25 სმ.

A_1^{II} - ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, შავი, ოდნავ მორუხო, თიხიანი, კაკლოვან-პრიზმული, მკვრივი, პენით სტრუქტურულ წახნაგებზე, დაწიდული შენების, ერთეულად ფესვები, საერთო სიმძლავრით 10-20 სმ.

B – მოშავო-ყავისფერი, თიხიანი, კოშტოვან-პრიზმული, პენით სტრუქტურულ წახნაგებზე, მკვრივი, დაწიდული, საერთო სიმძლავრით 15-25 სმ.

BC – ჩალისფერი, თიხიანი, კარბონატების „თეთრი თვლებით". მკვრივი.

ნიადაგი 10 % HCl-დან შხუის ზედაპირიდან.

ამგვარად, შავი ნიადაგი ხასიათდება კარგად გამოხატული შავი შეფერილობის ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, მკვრივი და დაწიდული შენებით, კოშტოვან-დაკუთხული ან კაკლოვან-პრიზმული სტრუქტურით, კარგად გამოხატული კარბონატ-ილუვიური ჰორიზონტით, მძიმე მექანიკური შემადგენლობით, პროფილის გათიხებით.

მიკრომორფოლოგიის მონაცემებით, ჰუმუსოვანი ჰორიზონტები წარმოადგენენ ყომრალ-ყავისფერ მასას ფხვიერი, ალაგ ღრუბლისებრი აგებულებით, მცენარეული ნარჩენების მცირე რაოდენობით, კარბონატულ-ჰუმუსოვან-თიხიანი პლაზმით, სუსტი ოპტიკური ორიენტაციით, წვრილმარცვლოვანი კალციტის მარცვლებით მტვრიან-პლაზმური ელემენტარული მიკროშენებით. ილუვიური ჰორიზონტი ღია-კომპაქტური მიკროაგებულების, სუსტი ოპტიკური ორიენტაციის კარბონატულ-თიხიანი პლაზმით, მტვრიან-პლაზმური ელემენტარული მიკროშენებით. ჰორიზონტი BC ყავისფერ-რუხი შეფერილობის, კომპაქტური მიკროაგებულებით, ბზარიანი, მთლიანად გაკარბონატებული პლაზმით, ქვიშიან-მტვრიან-პლაზმური ელემენტარული მიკროშენებით.

შავი ნიადაგი ხასიათდება სუსტად ტუტე რეაქციით. კალციუმის კარბონატები აღინიშნება ზედაპირიდან. სიღრმით მათი შემცველობა თანდათანობით იზრდება. $CaCO_3$ შემცველობა საშუალოდ შეადგენს 7-20%, ჰუმუსის შემცველობა ჰუმუსოვან ჰორიზონტში საშუალოა – 4-5%, სიღრმით მისი რაოდენობა თანდათანობით მცირდება. შავი ნიადაგის ჰუმუსის ძირითადი კომპონენტია ჰუმინის მჟავები, ე.ი. ეს ნიადაგი ხასიათდება ჰუმუსის ჰუმატური ხარისხობრივი ტიპით. $C_ჯ : C_ფ$ შეფარდება ჰუმუსოვან ჰორიზონტში 2,14-ია. ამ ნიადაგის ჰუმუსის მაღალი მდგრადობა დასტურდება ჰუმინის მჟავების მნიშვნელოვანი შემცველობით. მოძრავი ჰუმუნის მჟავები უმნიშვნელო რაოდენობით აღინიშნება მხოლოდ ჰუმუსოვან ჰორიზონტში. პროფილში სიღრმით ჰუმინის მჟავების საერთო რაოდენობა მცირდება, მაშინ როდესაც, ფულვომჟავების რაოდენობა იზრდება. ამასთან დაკავშირებით, შეფარდება სიღრმით თანდათანობით კლებულობს – 2,14-დან 1,39-მდე. ფულვომჟავების შემადგენლობაში ჭარბობენ II და III ფრაქციები. აგრესიული ფრაქციის (Ia) შემცველობა უმნიშვნელოა და შეადგენს 2,36–4,14%. უფრო მცირე შემცველობით (0,86-

1,14%) აღინიშნება მოძრავი ფულვომჟავეები (I ფრაქცია). უხსნადი ნაშთი შეადგენს 39,20-41,82%.

მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით, შავი ნიადაგი მიეკუთვნება მსუბუქ და საშუალო თიხებს. ფიზიკური თიხის შემცველობა აღწევს 60-80%, ამასთან, ამ ნიადაგისთვის დამახასიათებელია ლექის ფრაქციის მაღალი შემცველობა. ყველაზე მსხვილი ფრაქცია (1-0,25 მმ) პრაქტიკულად არ აღინიშნება. მშრალი ნაშთის შემცველობა შეადგენს 0,916-1,515% და მისი მაქსიმუმი აღინიშნება ნიადაგური პროფილის ქვედა ნაწილში. მშრალი ნაშთის შემადგენლობაში ჭარბობენ სულფატური მარილები. თაბაშირის შემცველობა შეადგენს 2,30-15,70%, ამასთან, მისი მაქსიმუმი აღინიშნება პროფილის შუა ნაწილში – 50-70 სმ სიღრმეზე.

მინერალოგიური შემადგენლობის მიხედვით, მსუბუქი ფრაქცია წარმოდგენილია: კვარცით, მინდვრის შპატებით, თიხიანი და კაჟმიწიანი ნამტვრევებით; მსხვილი ფრაქცია წარმოდგენილია მაგნეტიტ-ილმენიტით, ავგიტით, დიოფსიდით, ცირკონით, ბიოტიტით, ანჰიდრიდით.

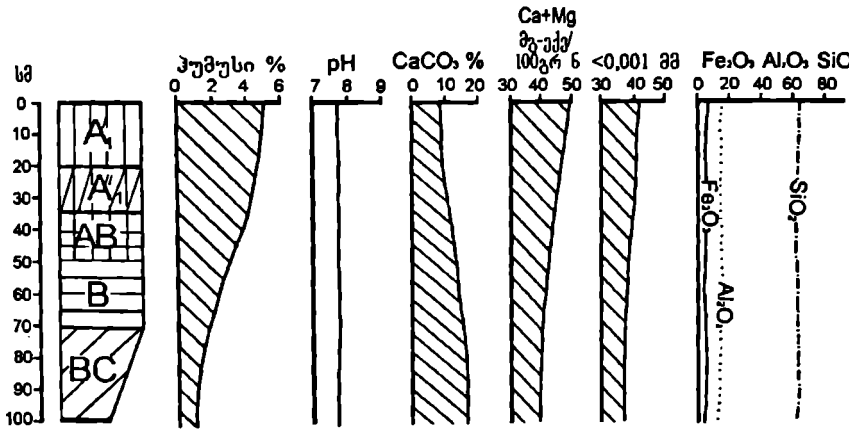
შავი ნიადაგის მთლიანი ქიმიური შემადგენლობა საკმაოდ სტაბილურია. ნიადაგისგან განსხვავებით, ლექის ფრაქცია გადიდებული რაოდენობით შეიცავს R_2O_3, MgO. K_2O და შემცირებული რაოდენობით SiO_2, CaO. Na_2O, SO_3. MgO. გადიდებული შემცველობა გაპირობებულია სმექტიტის და ქლორიტის არსებობით (ლექის ფრაქციაში), ხოლო K_2O მნიშვნელოვანი რაოდენობა დაკავშირებულია ჰიდროქარსებთან.

თიხამინერალები წარმოდგენილია სმექტიტით და ჰიდროქარსებით, ხოლო მინარევის სახით გვხვდება ქლორიტი, კაოლინიტი, მინდვრის შპატები და კვარცი. ნიადაგისთვის დამახასიათებელია სილიკატური რკინის სიჭარბე არასილიკატურთან შედარებით. ამორფული რკინა აღინიშნება მცირე რაოდენობით და გროვდება პროფილის ზედა ნაწილში.

ამრიგად, შავი ნიადაგი ხასიათდება ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის შავი შეფერილობით, კარბონატულ-ილუვიური ჰორიზონტის არსებობით, კარბონატების მაქსიმუმით 60-120 სმ სიღრმეზე, გათიხებით, თიხამექანიკური შემადგენლობით, ნიადაგის და ლექის ფრაქციის ერთგვაროვანი მთლიანი ქიმიური შედგენილობით, თიხამინერალების შემადგენლობაში სმექტიტის, ჰიდროქარსების და ქლორიტის სიჭარბით, არასილიკატური და დაკრისტალებული რკინის დაგროვებით პროფილის შუა ნაწილში, ხოლო ამორფულის – ზედა ნაწილში, ჰუმუსის ზომიერი შემცველობით, ჰუმუსის ჰუმატური ტიპით, სუსტად ტუტე რეაქციით, ზოგიერთ შემთხვევაში ადვილად ხსნადი მარილების და თაბაშირის გარკვეული დაგროვებით, დაწიდულობის ნიშნებით.

შავი ნიადაგისათვის დამახასიათებელია შემდეგი ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესები: ჰუმუსწარმოქმნა, ჰუმუსდაგროვება, დამლაშება, გაკარბონატება, სიალიტიზაცია და სლიტიზაცია.

შავი ნიადაგი განსხვავდება ყავისფერი ნიადაგისგან უფრი მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, შავი შეფერილობით, დაკუთხულ-კაკლოვანი ან დაკუთხულ-კოშტოვანი სტრუქტურით, უფრო მძიმე მექანიკური შედგენილობით, ჰუმუსოვანი ჰორიზონტიდან ქვედა ჰორიზონტისკენ უფრო მკვეთრი გადასვლით, პროფილის მიხედვით ლექის ფრაქციის მეტ-ნაკლებად ერთგვაროვანი განაწილებით, დაწიდულობის ნიშნებით.



ნახ. 45. შავი ნიადაგის პროფილი და ძირითადი თვისებები

შავი ნიადაგი განსხვავდება რუხი-ყავისფერი ნიადაგისგან მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, შავი შეფერილობით, უფრო მძიმე მექანიკური შედგენილობით, ჰუმუსის მაღალი შემცველობით, ნაკლებად გამოხატული კარბონატულ-ილუვიური ჰორიზონტის არსებობით, დაწიდულობის ნიშნებით.

შავი ნიადაგი განსხვავდება შავმიწისგან დაკუთხულ-კაკლოვანი ან დაკუთხულ-კოშტოვანი სტრუქტურით, უფრო მძიმე მექანიკური შედგენილობით, გამოხატული გათიხებით, რკინის სხვადასხვა ფორმის მეტი შემცველობით, ზოგიერთ შემთხვევაში ადვილად ხსნადი მარილების და თაბაშირის გარკვეული დაგროვებით, დაწიდულობის ნიშნებით.

კლასიფიკაცია. შავი ნიადაგი იყოფა რამდენიმე ქვეტიპად: მდელოს-ლებიანი, გამოტუტული, ტიპური, კარბონატული.

მდელოს-ლებიანი შავი ნიადაგი ფორმირდება დეპრესიულ ადგილებში, ნატბეურ-დეპრესიულ ქვაბულებში. აკუმულაციური ფენა საკმაოდ მძლავრია. გალებების ნიშნები 50 სმ ქვევითაა. კარბონატები ძირითადად წარმოდგენილია კონკრეციებით ან თეთრი ლაქებით. მექანიკური შედგენილობა მძიმეთიხნარ-მსუბუქთიხიანია. შავი ფერის ჰუმუსოვანი ფენა საკმაოდ მძლავრია. თუმცა ჰუმუსის შემცველობა დაბალია, რაც აიხსნება ჰუმინის მჟავების თიხამინერალებთან მჭიდროდ დაკავშირებული ფრაქციის გადიდებული რაოდენობით. ჰუმუსის ტიპი ჰუმატურია. ნიადაგი ხასიათდება მაღალი გაცვლითუნარიანობით.

გამოტუტული შავი ნიადაგი შედარებით მცირე ფართობებზეა გავრცელებული. კარბონატები აღინიშნება 0,5 მ-დან. ზედა ფენების რეაქცია ნეიტრალურია, ხოლო ქვედასი – სუსტი ტუტე. ჰუმუსის ტიპი ჰუმატურ-ფულვატური ან ჰუმატურია. შთანთქმის ტევადობა საკმაოდ მაღალია (30–40 მგ/ექვ).

ტიპური შავი ნიადაგი გავრცელებულია მოსწორებული რელიეფის პირობებში. კარბონატები აღინიშნება სახნავი ფენის ქვედა ნაწილიდან (25–30 სმ ქვემოთ). ჰუმუსის შემცველობა საშუალოა. ჰუმუსის ტიპი ჰუმატურია. შთანთქმის ტევადობა

საკმაოდ მაღალია. მცირე რაოდენობით აღინიშნება გაცვლითი ნატრიუმის შემცველობა (2-3% საერთო ტევადობიდან).

კარბონატული შავი ნიადაგი ხასიათდება ფართო გავრცელებით. კარბონატები აღინიშნება ზედაპირიდან. ჰუმუსის შემცველობა მცირეა. მექანიკური შედგენილობა მსუბუქი და საშუალოთიხიანია. ჰუმუსის ტიპი ჰუმატურია. გაცვლითუნარიანობა საკმაოდ მაღალია.

შავი ნიადაგის ქვეტიპებში გამოყოფენ შემდეგ გვარებს:

ჩვეულებრივი – გამოიყოფა ყველა ქვეტიპში. ვითარდება შედარებით ერთგვაროვან წვრილმინიან,ზომიერად კარბონატულ ქანებზე. ამ გვარს გააჩნია შავი ნიადაგის ზემოთ აღნიშნული ქვეტიპების ყველა ნიშანი და თვისება.

ბიცობიანი – ჰუმუსოვანი შრის ფარგლებში აქვთ ბიცობიანი გამკვრივებული ჰორიზონტი ტევადობიდან 5% მეტი შთანთქმული ნატრიუმის შემცველობით.

შავი ნიადაგი იყოფა სახეობად ჰუმუსის შემცველობით – სუსტად ჰუმუსიანი (<2%), მცირეჰუმუსიანი (2-3%), საშუალოჰუმუსიანი (3-5%), ბევრჰუმუსიანი (>5%).

გენეზისი. შავი ნიადაგის წარმოქმნა დაკავშირებულია ალუვიური ვაკეების, ტბებისა და სხვა დეპრესიული ტიპის რელიეფის ფორმების ევოლუციასთან. მესამეული პერიოდის მეორე ნახევრიდან, ზღვის რეგრესიის შედეგად ნაზღვაურ ადგილზე გაჩნდა მდინარეები და დროებითი ღელე-ხევები. დინამიკურ-გეოლოგიური პროცესების შედეგად მდინარეთა კალაპოტები ძირს დაეშვა, შესაბამისად დაინია გრუნტის წყლების დონემაც და საბოლოოდ გაბატონდა ტყე-სტეპის მცენარეულობა. განსხვავებული გზით მიმდინარეობდა შავი ნიადაგის წარმოქმნა ტბა-დეპრესიულ (შირაქი) და წყალგამყოფ ზეგანზე. მეოთხეულის დასაწყისში, მთიანეთის ყინულების დნობის შედეგად, დეპრესიულმა ზოლმა განიცადა ჭარბი მოწყლიანება. წყლისგან თავისუფალი დეპრესიები დაიკავა ტენიანმა მდელობმა. დროთა განმავლობაში ამ ადგილებში გაბატონდა ტყე-სტეპის მცენარეულობა. გარე კახეთის ზეგანზე ნაკლებად არიდულ პირობებში განვითარდა შავი ნიადაგი, ხოლო ყველაზე არიდულში – რუხი-ყავისფერი ნიადაგი. შავი ნიადაგის მთავარი თავისებურებანი (მნიშვნელოვანი გათიხება, შედარებით მცირე ჰუმუსირება და მაღალი შთანთქმის ტევადობა) განპირობებულია სუბტროპიკული კლიმატის გავლენით.

ამგვარად, შავმა ნიადაგმა განელო განვითარების ჰიდრომორფული სტადია, რომლის დროსაც ხდებოდა ორგანული ნივთიერების დაგროვება და ნიადაგის გამუქება. შემდგომ ნიადაგი ვითარდება ავტომორფულ პირობებში დატენიანების და დაშრობის პერიოდების შენაცვლებით. შავი ნიადაგის ხანგრძლივმა და ინტენსიურმა სასოფლო-სამეურნეო ათვისებამ გამოიწვია ჰუმუსის მნიშვნელოვანი დანაკარგი, რასთანაც დაკავშირებულია ნიადაგის ზედა ფენების „გახურება“, თუმცა ქვედა ფენები ინარჩუნებენ აგრეგატების შავ პეწს.

გამოყენება. ხელსაყრელი თბური რესურსები მარცვლეულის და ბოსტნეულის წელინადში ორი მოსავლის მიღების საშუალებას იძლევა. მთავარი პრობლემაა მშრალი ზაფხულის პერიოდის არსებობა, როდესაც კულტურები მოითხოვენ მორწყვას. ამ პირობებში შეიძლება ტექნიკური (ბამბა, ზეთისხილი, თამბაქო) კულტურების გაშენება. ამიტომ სარწყავი მიწათმოქმედების ღონისძიებათა სისტემაში ამ ნიადაგის ირიგაციული ეროზიისგან დაცვას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს.

23.15. შავმიწა (ჩერნოზემს – CHERNOZEMS)

ზოგადი დახასიათება. შავმიწა (ე.წ. მთის შავმიწა) ხასიათდება საკმაოდ მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით. ნიადაგის პროფილს ჩვეულებრივ შემდეგი აგებულება აქვს: A_1^I-A_1^{II}-AB-BC. შავმიწის საერთო ფართობი საქართველოში შეადგენს 1,4 % (99 200 ჰა). ეს ნიადაგი გავრცელებულია სამხრეთ მთიანეთში ზღვის დონიდან 1200-1900 მ შორის.

შესწავლის ისტორია. საქართველოს შავმიწის პირველი მკვლევარი იყო გენეტიკური ნიადაგმცოდნეობის ფუძემდებელი პროფ. ვ. დოკუჩაევი (1951). მის მიერ შეგროვილი ნიადაგის ნიმუშების ანალიზები შესრულდა თბილისში ქიმიკოს ვ. სტახოვსკის მიერ. ამ ანალიზებით დადგინდა, რომ შავმიწა შეიცავს 10% და მეტ ჰუმუსს და ხასიათდება კარგი სტრუქტურით. ვ. დოკუჩაევმა დაადგინა, რომ ამ ნიადაგს ახასიათებს განსაზღვრული ზონალობა და ის, რომ მასში არ არის „თხუნელასებრი დრენაჟი".

დოკუჩაეველ ნიადაგმცოდნეთაგან საქართველოს შავმიწა შეისწავლა ს. ზახაროვმა (1906), რომელიც აღნიშნავდა, რომ ის ხასიათდება ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის შავი შეფერილობით და მარცვლოვანი სტრუქტურით, ილუვიური ჰორიზონტის ყომრალ-ყვითელი შეფერილობით, რომელიც სილრმით რუხ ფერს იძენს, პროფილის ქვედა ნაწილში ანდეზიტო-ბაზალტის ქანის ნამტვრევებით. ს. ზახაროვმა დაადასტურა, რომ შავმიწა ექვემდებარება ვერტიკალური ზონალური განაწილების კანონზომიერებას: დაბლობ ზოლში გავრცელებულია კარბონატული შავმიწა, უფრო ზემოთ – ჩვეულებრივი შავმიწა, ხოლო ყველაზე მაღალ ჰიპსომეტრულ ზოლში – გამოტუტული შავმიწა.

სამხრეთ მთიანეთის შავმიწა შესწავლილი აქვს ბ. კლოპოტოვსკის (1933), რომელმაც გამოყო ხუთი ქვეტიპი: სამხრეთის, ჩვეულებრივი, პოხიერი, გამოტუტული და მთა-მდელოს შავმიწისებრი.

საქართველოს შავმიწა შეისწავლეს აგრეთვე ს. ცინცაძემ (1940), პ. სუხმანოვმა (1940), ვ. ჩხიკვიშვილმა და ვ. ამბოკაძემ (1948).

ქართველი მკვლევრებიდან საქართველოს შავმიწა ყველაზე საფუძვლიანად შეისწავლა გ. ტალახაძემ და გამოაქვეყნა მონოგრაფიული ნაშრომი (ტალახაძე, 1961).

ეკოლოგია. სამხრეთ საქართველოს შავმიწის უმეტესი ნაწილი განვითარებულია ვულკანურ პლატოზე, რომელიც ატარებს მთიანი ვაკის ხასიათს. ამ რაიონების ცენტრალური ნაწილი უკავია ვულკანური კონუსების ორ მერიდიანულ სისტემას – კეჩითისა და ამულსამსარის ქედებს. ახალქალაქი-ნალკის რაიონის ვაკეები აგებულია ანდეზიტების, ანდეზიტო-ბაზალტებისა და ბაზალტური ქანებისგან. დეპრესიებში ეს ქანები გადაფარებულია ტბური ნალექებით. გამოზიდვის კონუსები წარმოდგენილია ანდეზიტო-დაციტებით. გამყინვარების პერიოდში სამხრეთ მთიანეთმა განიცადა გამყინვარება, რაზედაც მიუთითებს აქ გავრცელებული მორენული ნაფენები.

საქართველოს შავმიწის ზოლი გეომორფოლოგიურად იყოფა: დენუდაციური (ვულკანური პლატო – ძველი პენეპლენი და დელუვიურ-პროლუვიური), ამფითიატრისებრი (ვაკე) და აკუმულაციური (მთის ტაფობი-დეპრესიული ვაკე) ტიპებად.

შავმიწის სარტყელი ხასიათდება ციცი ჰავით. საშუალო წლიური ტემპერატურა უდრის 5,9 °C. ყველაზე ცივი თვის – იანვრის ტემპერატურა უდრის -7,5 °C, ხოლო თბილი – იულისის 16,8 °C. ზამთარში ტემპერატურა ხშირად მინუს 20-25 °C ეცემა. ყინვიან დღეთა რიცხვი წელიწადში 240 აღწევს. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 5 თვეს უდრის. ნალექების რაოდენობა 343-746 მმ-ია. მათი მაქსიმუმი მაის-ივნისში მოდის, ხოლო მინიმუმი – ზამთარში. ჰაერის საშუალო წლიური შეფარდებითი ტენიანობა 70% უდრის.

მცენარეულობა ძირითადად მდელო-სტეპის ტიპისაა და აერთიანებს შემდეგ დაჯგუფებებს: უროიანი, ვაციწვერიანი, მარცვლოვან-ნაირბალახოვანი და ისლიან-ჭალიანი.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

შავმიწას აქვს პროფილის შემდეგი შენება:

A_1^I - ჰუმუსოვანი, შავი, თიხიანი, მარცვლოვან-წვრილკაკლოვანი, ფესვების დიდი რაოდენობით, საერთო სიმძლავრით 15-25 სმ.

A_1^{II} - ჰუმუსოვანი, შავი, თიხნარ-თიხიანი, კოშტოვან-კაკლოვანი, ფესვები ნაკლები რაოდენობით, საერთო სიმძლავრით 10-20 სმ.

AB – გარდამავალი ჰორიზონტი, მოშავო-ყავისფერი, თიხნარ-თიხიანი, კოშტოვან-პრიზმული, მომკვრივო, ფესვები ერთეულად, საერთო სიმძლავრით 15-25 სმ.

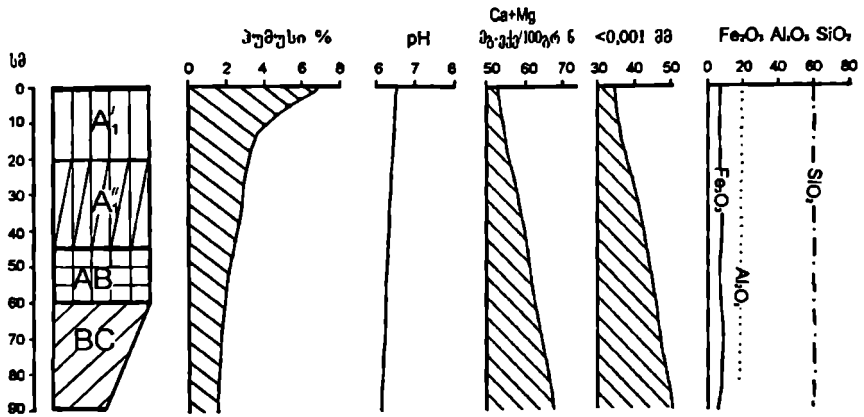
BC – ყავისფერ-ჩალისფერი, თიხნარ-თიხიანი, კოშტოვან-დაკუთხული, საერთო სიმძლავრით 25-35 სმ.

ამგვარად, შავმიწა ხასიათდება კარგად გამოხატული შავი შეფერილობის ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, კოშტოვან-კაკლოვანი ან კოშტოვან-პრიზმული სტრუქტურით, პროფილის გათიხებით.

მიკრომორფოლოგის მონაცემებით, შავმიწა ხასიათდება ფხვიერი და ღრუბლისებრი მიკროაგებულებით, ჰუმუსოვან-თიხიანი შედგენილობის პლაზმით, თიხასთან მჭიდროდ დაკავშირებული მულისებრი ტიპის ჰუმუსით, ექსკრემენტებისა და დაშლის სტადიაში მყოფი მცენარეული ნარჩენების სიჭარბით, კაპროლიტური მიკროაგრეგატების არსებობით. ნიადაგწარმომქმნელი მასალის ინტენსიური პედოგენური გადამუშავების ნიშნებით მეზოფაუნისგან, ქვიშიან-მტერიანი პლაზმური ელემენტარული მიკროშენებით, სილრმისკენ ბაცი შეფერილობით, კარბონატულ-თიხიანი პლაზმით კარბონატული ნარმონაქმნების მონაწილეობით კალციტის გაფანტული მარცვლების სახით, რკინისა და ჰუმუსოვან-რკინიანი მიკროკონკრეციებით, ფორებში კი ნემსისებური კალციტის არსებობით.

შავმიწა ხასიათდება თიხიანი ან მძიმე თიხნარი მექანიკური შედგენილობით. ლექის ფრაქციის შემადგენლობა პროფილის ზედა ნაწილში ჩვეულებრივ თანაბარზომიერად ნაწილდება, ხოლო ქვედა ნაწილში მისი რაოდენობა კლებულობს. ჰუმუსის შემცველობა მაღალია და ზოგიერთ შემთხვევაში 10% აღწევს. შავმიწა გამოირჩევა სუსტად მჟავე, ნეიტრალური ან სუსტად ტუტე რეაქციით. ნიადაგი მაძღარია ფუძეებით. გაცვლით კატიონებში მკვეთრად ჭარბობს კალციუმი. ქიმიური ანალიზის მონაცემებით, ძირითადი ჟანგეულები მეტ-ნაკლებად თანაბარი განაწილებით ხასიათდება.

შავმიწისთვის დამახასიათებელია შემდეგი ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესები: ჰუმუსწარმოქმნა, ჰუმუსდაგროვება და სიალიტიზაცია.



ნახ. 46. შავმინა ნიადაგის პროფილი და ძირითადი თვისებები

შავმინა განსხვავდება შავი ნიადაგისგან კოშტოვან-კაკლოვანი სტრუქტურით, უფრო მსუბუქი მექანიკური შედგენილობით, დანიდულობის ნიშნების უქონლობით.

კლასიფიკაცია. შავმინა იყოფა ქვეტიპებად: გამოტუტული და ტიპური.

გამოტუტული შავმინა გავრცელებულია ყველაზე მაღალ ჰიპსომეტრულ ნიშნულებზე. ნიადაგის რეაქცია სუსტად მჟავეა ან ნეიტრალური. კარბონატები ჩვეულებრივ არ აღინიშნება.

ტიპური შავმინა ხასიათდება ნეიტრალური ან სუსტად ტუტე რეაქციით. ნიადაგის პროფილში აღინიშნება კარბონატების არსებობა.

შავმინის ქვეტიპებში გამოყოფენ შემდეგ გვარებს:

ჩვეულებრივი – გამოიყოფა ყველა ქვეტიპში. ამ გვარს გააჩნია შავმინის ქვეტიპების ნიშანი და თვისება.

უკარბონატო – ამ გვარის ნიადაგი არ შეიცავს კარბონატებს.

ნარჩენ-კარბონატული – ფორმირდება კარბონატულ ქანებზე.

შავმინა იყოფა სახეობად შემდეგი ნიშნებით: ჰუმუსის შემცველობით: სუსტად ჰუმუსიანი (<2%), მცირეჰუმუსიანი (2-3), საშუალოჰუმუსიანი (3-5%), ბევრჰუმუსიანი (>5%).

გენეზისი. შავმინის ნარმოქმნა დაკავშირებულია მეორად გამდელოებასთან – სუბალპური ტყეების უკანდახევის პროცესთან და აგრეთვე ტბების ევოლუციის პროცესთან.

გამოყენება. შავმინა ითვლება პურეული კულტურების, მათ შორის ხორბლის და სიმინდის, გავრცელების ძირითად რეგიონად. ამის გარდა, აქ მოჰყავთ კარტოფილი და საკვები ჭარხალი. შავმინები აგრეთვე გამოიყენება საძოვრებად და სათიბებად. აქედან გამომდინარე, ამ ნიადაგის რაციონალური გამოყენება, კულტურების მაღალი მოსავლიანობა ბევრადაა დამოკიდებული მემინდვრეობის და მეცხოველეობის დარგების სწორ შეთანაწყობაზე და აგრონომიულ ღონისძიებათა სისტემის ეფექტურ განხორციელებაზე.

23.16. მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი (ლეპტოსოლს უმბრიკ – LEPTOSOLS UMBRIC)

ზოგადი დახასიათება. მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი ხასიათდება არადიფერენცირებული პროფილით, მაღალი და ღრმა ჰუმუსირებით, მცირე და საშუალო სიმძლავრით, ძლიერი გამოტუტვით. ნიადაგურ პროფილს ჩვეულებრივ აქვს შემდეგი აგებულება: A_0-A_1-B-BC ან A_0-AB-BC ან A_0-A-AB-CD. ნიადაგის გავრცელების საერთო ფართობი შეადგენს 492 000 ჰა-ს, რაც მთელი ტერიტორიის 7,2% უდრის.

მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი ფართოდაა გავრცელებული კავკასიონისა და ამიერკავკასიონის სამხრეთ მთიანეთის სუბალპურ ზონაში ზღვის დონიდან 1800 (2000) მეტრიდან 2000 (2200) მეტრამდე.

მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი ესაზღვრება მთა-მდელოს ნიადაგსა და ყომრალს.

შესწავლის ისტორია. 1914 წელს ს. ზახაროვმა გამოიკვლია კავკასიონის მაღალმთიანეთის ნიადაგი ცხრაწყაროსა (თრიალეთის ქედი) და ჯვრის (მთავარი კავკასიონი) უღელტეხილების მიდამოებში. მან დაადგინა, რომ ამ ნიადაგის დამახასიათებელი მორფოლოგიური ნიშნებია: 1)ზედა ჰორიზონტების ყომრალი და ქვედა ჰორიზონტების ყავისფერი შეფერილობა; 2) მცირე სისქე; 3) ნიადაგური მასის სუსტი დიფერენციაცია; 4) ხირხატიანობა; 5) ზედა ჰორიზონტების ნაზტორფიანობა და „ფესვიანობა“.

ნიადაგწარმოქმნის ძირითად პროცესად ს. ზახაროვს მიაჩნდა ნიადაგის ზედა ჰორიზონტების ნეშომპალა ნივთიერებებით გამდიდრება, რომელიც თავის მხრივ იყოფა ორ სტადიად; მცენარეული ნარჩენების ჰუმიფიკაცია და ჰუმიფიქსაცია, ე.ი. დამაგრება ნიადაგურ მასაში. ნეშომპალა ნივთიერებების ფიქსაცია ხდება ტემპერატურის ზეგავლენით ორგანული კოლოიდების შედარებით ძნელად ხსნად მინერალურ ნივთიერებებთან ერთად გამოყოფის გზით.

ა. ვოზნესენსკიმ (1935) ზაქათალის რაიონის მთა-ტყის ნიადაგის შესწავლისას განსაკუთრებულ ტიპად გამოყო შერეული ტყეებისა და მაღალმთიანეთის გამეჩხერებული მუხნარებისა და ბუჩქნარების ფორმაციის ფარულეწერი ნიადაგი. ო. მიხაილოვსკაია (1936) იკვლევდა მაღალმთიანეთის ნიადაგს, რომელთა შორის მან შეისწავლა სამაჩაბლოს სუბალპური ტყის ნიადაგი. მისი აზრით, სუბალპური ტყის ქვეშ ფორმირდება მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი, ხოლო დეკიანების ქვეშ – სუბალპური მუქ-ტორფიანი ნიადაგი.

კ. ბოგატირევი (1947) სუბალპურ ტყეს გარდამავალ სარტყლად მიიჩნევდა და თვლიდა, რომ მის ქვეშ ფორმირდება კორდიანი მთა-ტყის ნიადაგი, რომელსაც განიხილავდა, როგორც მაღალმთიანეთის ნიადაგწარმოქმნის განსაკუთრებულ გეოგრაფიულ ფორმას.

გ. ახვლედიანი და ს. ცინცაძე (1949) ქლუხორის რაიონის სუბალპური ზონის ნიადაგის შესწავლისას აღნიშნავდნენ ნიადაგის დამახასიათებელ თვისებებს – ფუძეებით არამაძღრობასა და მჟავე რეაქციას.

ს. ზონის (1950) მიხედვით, არყნარი ტანბრეცილების ქვეშ ფორმირდება მუქი მდელოს-ტყის ნიადაგი. იხილავს რა სუბალპური მდელოს-ტყის ნიადაგის თავისებურებებს, აღნიშნავს, რომ მათთვის დამახასიათებელი მცირე სისქე შეიძლება განხილულ იქნეს, როგორც გენეტიკური ნიშანი, განპირობებული მკაცრი კლიმატური პირობებით და, კერძოდ, მოკლე საეგეტაციო პერიოდით. ს. ზონის აზრით, მიუხე-

დავად ნიადაგის მჟავე ხასიათისა, მასში მორფოლოგიურად გამოხატული გაეწრება იშვიათად გეხვდება; ეს უკანასკნელი შესაძლებელია გამოწვეული იყოს ჰუმუსით შენიღბვით და ნიადაგში ქანის ნამტვრევების საკმაო რაოდენობით, რომლებიც გამოფიტვის შედეგად ამდიდრებენ ნიადაგის მასას მეორადი მინერალებით და ამით უზრუნველყოფენ ნიადაგის შევსებას კოლოიდებით.

გ. ტარასაშვილის (1956) მიხედვით, სუბალპურ ზონაში ძირითადად გავრცელებულია მაღალმთის დაკორდებული ნიადაგისკენ გარდამავალი ნიადაგი.

ა. გოგატიშვილი (1958) სუბალპურ სარტყელში გამოყოფს ერთმანეთისგან განსხვავებულ სამ ზოლს: 1) სუბალპურს, მდელო-კორდიანი ნიადაგით; 2) სუბალპური ტყის, ტყის ყომრალი ნიადაგით; 3) მათ შორის გარდამავალს, ტყე-მდელოს გარდამავალი და დეკიანების ტორფიანი ნიადაგით. სუბალპური ტყე-მდელოს გარდამავალი ნიადაგები ხასიათდება როგორც მთა-ტყის, ისე მთა-მდელოს ნიადაგის თვისებებით.

გ. ტალახაძის (1964) მიხედვით, სუბალპური ტყის ქვეშ ფორმირდება სუბალპური ტყე-მდელოს კორდიანი ნიადაგი. ნიადაგწარმოქმნის პროცესი მიმდინარეობს, ერთი მხრივ, გამეჩხერებული ტყის ცენოზების, ხოლო, მეორე მხრივ, ბალახეული მცენარეულობის ერთობლივი მოქმედების შედეგად.

განხილული ნიადაგის შესახებ ყველაზე სრული გამოკვლევები ჩაატარა თ. ურუშაძემ (1972, 1977, 1989). კვლევის უახლესი მეთოდების გამოყენებით მან შეისწავლა ამ ნიადაგის გენეზისური თავისებურებანი, დაადგინა გეოგრაფიული გავრცელების კანონზომიერებანი, დაამუშავა მათი კლასიფიკაცია.

ეკოლოგია. მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი ფორმირდება სუბალპურ ზონაში. კლიმატი ცივია, ხანმოკლე გრილი ზაფხულით და მკაცრი ხანგრძლივი ზამთრით. საშუალო წლიური ტემპერატურა უდრის 3,2-4,1 °C. ყველაზე ცივი თვის ტემპერატურა მერყეობს –4,1-დან -7,0 °C, ხოლო ყველაზე თბილის ტემპერატურა კი – 12,9-დან 13,7 °C-მდე. ზამთარი ცივია, ხანგრძლივი თოვლის საფრით (190 დღემდე). აბსოლუტურად მინიმალური ტემპერატურა ეცემა –26 °C. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა სამი-ოთხი თვეა; უყინვო პერიოდი ერთი-ორი თვე. ნალექების წლიური რაოდენობა მერყეობს 605-1675 მმ შორის. ნალექების მაქსიმუმი გაზაფხულსა და ზაფხულში მოდის. ჰაერის საშუალო წლიური ფარდობითი ტენიანობა 70-79% აღნევს. დატენიანების კოეფიციენტი – 6-7, თუმცა თბილ პერიოდში, ნალექების მაქსიმუმის მიუხედავად, ეცემა 1,1-მდე. ეს აიხსნება აორთქლების ძლიერი ინტენსივობით.

სუბალპური ტყის არეალში გაბატონებულია მაღალმთიანეთის ეროზიულ-დენუდაციური რელიეფი მყინვარული გენეზისის ფორმების სიჭარბით. ზოგან გავრცელებულია მეოთხეული ეფუზიური ვულკანიზმით შექმნილი რელიეფის ფორმები. ეროზიული ხეობები ხასიათდება საკმაოდ ციცაბო ფერდობებით.

დასავლეთ საქართველოში ნიადაგწარმომქმნელი ქანები წარმოდგენილია კრისტალური ან კვარციან-ქარსიანი ფიქლებით და კვარციანი დიორიტებით. ამის გარდა, გვხვდება კირქვები (სვანეთი, რაჭა-ლეჩხუმი). აღმოსავლეთ საქართველოში ძირითადად გვხვდება თიხა-ფიქლები, ქვაქვიშები, კირქვები, მორენული ნაფენები. სამხრეთ საქართველოში ჩვეულებრივია ანდეზიტები, პორფირიტები, ტრაქიტები და აგრეთვე სიენიტები და ინტრუზიულ-ამონაღვარი ქანები.

საქართველოს მთის ტყეს შორის სუბალპურ ტყეს განსაკუთრებული ადგილი უკავია. ის ზღუდავს ტყის მცენარეულობის გავრცელების უკიდურეს ზედა საზღვარს. სუბალპური ტყის ქვეშ იგულისხმება ისეთი ტყის ფიტოცენოზები, რომლებშიც ზღვის დონიდან, სიმაღლესთან დაკავშირებით, არახელსაყრელი ეკოლოგიური პირობების გამო, ფორმირდება განსაკუთრებული სახეობრივი შედგენილობა, კორომის სტრუქტურა და მერქნიანი მცენარეების ფორმა (მახათაძე, ურუშაძე, 1972). სუბალპური ტყე ხასიათდება დაბრეცილობით, მეჩხერებითა და ბუჩქნარებით. მათი სახეობრივი შემადგენლობა საკმაოდ ნაირგვარია. ის აერთიანებს წიფლნარებს, ნეკერჩხლნარებს, მუხნარებს, ფიჭვნარებს, ზოგჯერ ნაძვნარებსა და სოჭნარებს, აგრეთვე დეკიანებს, იელიანებს, ღვიანებს. სუბალპური ტყისთვის დამახასიათებელია დაკნინებული ზრდა, ღეროების გამრუდება და, როგორც წესი, დაბალი პროდუქტიულობა. მიუხედავად ამისა, ტყეს მაინც აქვს განსაკუთრებული სახალხოსამეურნეო მნიშვნელობა. ის იცავს ქვემოთ განლაგებულ მაღალტანოვან ტყეს, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს, დასახლებულ პუნქტებს სელების, ზვავების, ქარის და თოლქცევადობისგან, არეგულირებს წყლის რეჟიმს. ძნელად მისასვლელ ადგილებში კი ეს ტყე შეიძლება გამოიყენონ საშეშე მერქნის წყაროდაც.

მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი, დენუდაციური პროცესის ფართო გავრცელების გამო, ნიადაგწარმოქმნის შედარებით ახალგაზრდა ასაკით ხასიათდება.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

A_0 – მკვდარი საფარი სიმძლავრით 1-3 სმ, სუსტად გახრწნილი ფოთლები.

A – ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი სიმძლავრით 10-20 სმ, მოშავო-ყომრალი, ბევრია ფესვები, არამყარ-წვრილმარცვლოვანი, თიხნარი, ხშირად ხრეშის ჩანართები, გადასვლა თანდათანობითი.

AB – გარდამავალი ჰორიზონტი სიმძლავრით 15-25 სმ, მუქი ყომრალი, ფესვები ნაკლებად, არამყარ-კოშტოვან-კაკლოვანი, თიხნარი, გვხვდება ხრეში, გადასვლა თანდათანობითი.

B – ილუვიური ჰორიზონტი სიმძლავრით 20-30 სმ, ყომრალ-ჟანგიანი, ფესვები ერთეულად, არამყარ-კოშტოვანი, მომკვრივო, თიხნარი, გვხვდება ქანის ნამტვრევები, გადასვლა თანდათანობითი.

BC – გარდამავალი ჰორიზონტი, რომელშიც ჭარბობს ნიადაგწარმომქმნელი ქანის ნამტვრევები.

CD – ქანის გამოტუტული ელუვიონი, ელუვიონ-დელუვიონი და დელუვიონი სიმძლავრით 20-40 სმ, ღია ყომრალი, უსტრუქტურო, თიხნარი, ქანის ნამტვრევების დიდი რაოდენობით.

ამგვარად, მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი ხასიათდება ზედა ჰორიზონტის მუქი შეფერილობით, ფესვების დიდი რაოდენობით, არამყარი სტრუქტურით; სიღრმით ფერი უფრო ღია ხდება, ფესვების რაოდენობა კლებულობს და იზრდება ქანის ნამტვრევების შემცველობა.

მორფოლოგიური აგებულების თავისებურებანი დასტურდება მიკრომორფოლოგიური მონაცემებითაც.

ჰუმუსოვანი ჰორიზონტები ხასიათდება თანაბარი, ყომრალ-მოშავო შეფერილობით, ფხვიერი მიკროაგებულებით, ფორების დიდი რაოდენობით, პირველადი

მინერალების სიუხვით, ინტენსიური გარკინებით, ალაგ-ალაგ წვრილი, ოვალური რკინის კონკრეციებით. ილუვიური ჰორიზონტი ღია-ყომრალი შეფერილობისაა, თიხიანი ნივთიერების ბოჭკოვანი, ქერცლოვანი, ნაღვენთიანი ოპტიკური ორიენტაციით, პირველადი მინერალების და რკინის წვრილი კონკრეციების საკმაო რაოდენობით.

მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი მჟავეა (pH=4.8-5,6). სხვადასხვამერქნიანი ფორმაციების ნიადაგში მჟავიანობის მაჩვენებლები განსხვავებულია. ეს აიხსნება მერქნიანი მცენარეების ჩამონაცვენის განსხვავებული შედგენილობით და გახრწნის თავისებურებებით.

ჰუმუსის შემცველობა საკმაოდ მაღალია – 15,0 %-მდე. ნიადაგი ღრმად ჰუმუსირებული, ქვედა ჰორიზონტებში ჰუმუსის შემცველობა ზოგჯერ 5,0% აღწევს. ნიადაგი აგრეთვე მდიდარია აზოტით, ხოლო მისი განაწილება პროფილის მიხედვით ემთხვევა ჰუმუსის განაწილებას. C/N შეფარდება საკმაოდ დიდ ფარგლებში მერყეობს, რაც მეტყველებს ორგანული ნივთიერებების გახრწნის ინტენსივობაზე.

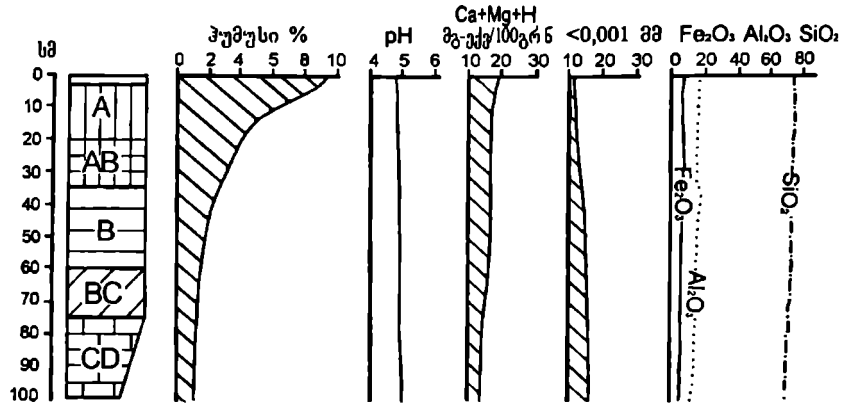
ნიადაგი არამაძღარია. შთანთქმის ტევადობა, არამაძღრობის ხარისხი და პროფილში მათი განაწილების ხასიათი საკმაოდ დიდ ფარგლებში მერყეობს. ძირითადად ეს გამონვეულია დედაქანების ზეგავლენით.

მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი ხასიათდება შედარებით მაღალი ღორღიანობით. მექანიკური შედგენილობა თიხნარია. ცალკეული ფრაქციების განაწილება პროფილის მიხედვით სხვადასხვაა. ნიადაგების უმეტეს ნაწილში შეიმჩნევა სილრმით ლექის ფრაქციის და ფიზიკური თიხის რაოდენობის ზრდა. ამ ნიადაგების ნიადაგწარმომქმნელი ქანები, ძირითადად, დელუვიური წარმოშობისაა, რაც მექანიკური შედგენილობის კანონზომიერებიდან დიდ გადახრას იწვევს.

მთლიანი ქიმიური შედგენილობის მიხედვით პროფილში ჟანგეულების განაწილება პრაქტიკულად თანაბარია. ეს განსაკუთრებით ნათლად ჩანს მოლეკულური შეფარდებების მონაცემებით. განსხვავებები ცალკეული ჟანგეულების აბსოლუტურ რაოდენობაში აიხსნება დედაქანების სხვადასხვა ქიმიური და მინერალოგიური შემადგენლობით. ლექის ფრაქციის მთლიანი ქიმიური შედგენილობის მიხედვით ცალკეული ჟანგეულების განაწილება თანაბარია. TiO_2 შემცველობა მერყეობს 0,70-1,70% ფარგლებში, ხოლო სილრმით მისი რაოდენობა უმნიშვნელოდ იცვლება, რაც ამ ნიადაგების სუსტ გამოფიტვაზე მიუთითებს. ლექის ფრაქციის მთლიანი ქიმიური შედგენილობის მიხედვით შეიძლება აღინიშნოს, რომ მინერალური ნაწილი ფორმირდება სიალიტური ტიპის მიხედვით.

თიხამინერალებისთვის დამახასიათებელია ქლორიტული და მონტმორილონიტური პაკეტებიდან შერეულშრიანი წარმონაქმნები და კაოლონოტ-გალუაზიტის ტიპის სისტემები.

განხილული ნიადაგი ხასიათდება რკინის მოძრავი ფორმების გადიდებული შემცველობით, რომელიც 2-4 ჯერ აღემატება ყომრალ ნიადაგში მათ რაოდენობას. ამორფული რკინის (თამის მიხედვით) პროფილში განაწილების მიხედვით ხშირად აღინიშნება შუა ნაწილში მისი დაგროვება, ხოლო ზოგიერთ ნიადაგში – ჰუმუსიან ჰორიზონტში. არასილიკატური რკინის (ჯექსონის მიხედვით) შემცველობა საკმაოდ დიდია და განიცდის ცვალებადობას როგორც ნიადაგის პროფილში, ასევე აბსოლუტური და შეფარდებითი სიდიდეების მიხედვით.



ნახ. 47. მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგის პროფილი და ძირითადი თვისებები

ამგვარად, მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი ხასიათდება არადიფერენცირებული პროფილით, ჰუმუსოვანი ჰორიზონტების მუქი-ყომრალი, ხოლო ქვედასი – ყომრალ-ჟანგიანი შეფერილობით, მთელი პროფილის მჟავე რეაქციით, ცალკეული ჟანგეულების მეტ-ნაკლებად თანაბარი განაწილებით, მაძღრობის დაბალი ხარისხით, მაღალი და ღრმა ჰუმუსირებით, თიხამინერალების შემადგენლობაში გამოფიტვის საწყის სტადიასთან ახლოს მყოფი მინერალების სიჭარბით, რკინის მოძრავი ფორმებით გამდიდრებით.

მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგში ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებია: ჰუმუსსიალიტიზაცია და ჰუმუსნარმოქმნა.

მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი განსხვავდება მთა-მდელოს ნიადაგისგან (რომელიც ფორმირდება სუბალპური სარტყლის ზედა ნაწილში) ღია შეფერილობით, უარესი და ნაკლებად მყარი გასტრუქტურებით, ნაკლები ხირხატიანობით, მეტი სიმძლავრით, ნაკლები ჰუმუსირებით, მეტი არამაძღრობით, რკინის მოძრავი ფორმების ნაკლები შემცველობით.

მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი განსხვავდება ყომრალი ნიადაგისგან (რომელიც ფორმირდება უფრო თბილ პირობებში) მუქი შეფერილობით, ნაკლებად მყარი სტრუქტურით, მეტი სიფხვიერით, ხირხატიანობით, ნაკლები სიმძლავრით, ჰუმუსის მეტი შემცველობით და ღრმა ჰუმუსირებით, მეტი არამაძღრობით, უფრო მჟავე რეაქციით, ნაკლები გათიხებით და რკინის მოძრავი ფორმების მეტი შემცველობით.

კლასიფიკაცია. მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი აერთიანებენ ნიადაგის სამ ტიპს: მთა-ტყე-მდელოს ტიპურს, მთა-ტყე-მდელოს ტორფიანს და მთა-ტყე-მდელოს მუქს.

მთა-ტყე-მდელოს ტიპური ნიადაგი ყველაზე მეტად გავრცელებული ნიადაგებია მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგის ჯგუფში. ფორმირდება არყნარ და წიფლნარ ტანბრეცილებსა და ნეკერჩხლნარი მეჩხერების ქვეშ. პროფილს აქვს შემდეგი აგე-

ბულება: A_0-A-BC_1. ამ ნიადაგის თვისებები ყველაზე სრულად შეესატყვისება მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგის ჯგუფს.

მთა-ტყე-მდელოს ტორფიანი ნიადაგი პროფილით: A_0-A_t-A-BC_2 ფორმირდება ბუჩქნარების ქვეშ და ხასიათდება კარგად გამოხატული გატორფებული ჰორიზონტის არსებობით, გადიდებული ხირხატიანობით, თიხნარი მექანიკური შედგენილობით, ცალკეული ფრაქციებისა და აგრეთვე ოქსიდების არათანაბარი განაწილებით, პროფილის ზედა ნაწილში არასილიკატური რკინის დაგროვებით, ჰუმუსის ფულვატური ტიპით, არაჰიდროლიზებადი ნარჩენის დაქვეითებული შემცველობით, ჰუმინის მჟავეებში I და ფულვომჟავებში III ფრაქციის სიჭარბით, მჟავე რეაქციით, მაღალი და ღრმა ჰუმუსირებით, არამაძღრობით.

მთა-ტყე-მდელოს მუქი ნიადაგი პროფილით: A_0-A-AB-BC_2. ფორმირდება აღმოსავლეთ საქართველოში ფიჭვნარი და მუხნარი მეჩხერების ქვეშ მშრალ სამხრეთ ფერდობებზე. ნიადაგი მუქია, კარგად გასტრუქტურებული, ხასიათდება მძლავრი ჰუმუსიანი ჰორიზონტით; A+AB პროფილის საერთო სიმძლავრის 4/5 შეადგენს.

განხილულ ნიადაგში გამოიყოფა შემდეგი ქვეტიპები:

ჩვეულებრივი – ცალკეული ტიპის ძირითადი თვისებებით და ნიშნებით;

მაძღარი – განვითარებული ფუძე-ქანების გამოფიტვის პროდუქტებზე;

არასრულ განვითარებული პროფილის საერთო მცირე სიმძლავრის ფონზე ერთ-ერთი გენეტიკური ჰორიზონტის ამოვარდნით;

გაეწრებული – ხასიათდება გაეწრებული A_2 ჰორიზონტის არსებობით.

მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგის ქვეტიპებში გვარებს გამოყოფენ ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ხასიათის და არა ნიადაგწარმომქმნელი ქანის შემადგენლობის მიხედვით, რადგანაც სხვადასხვა ქანზე განვითარებული ნიადაგი არ ასახავს მათ გავლენას ქანების დელუვიური ბუნების გამო.

გამოყოფენ შემდეგ გვარებს: ფაშარ-კორდიანი, ნეშომპალა-ტორფიანი, ტორფიანი.

მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი იყოფა სახეობად: ჰუმუსოვანი პროფილის (მცირე სიმძლავრის – A+B < 20 სმ, საშუალო სიმძლავრის – A+B = 20 -40 სმ, მძლავრი – A+B = 40-80 სმ და ზემძლავრი – A+B > 80 სმ) და გატორფებული ჰორიზონტის (მთა-ტყე-მდელოს ტორფიანი ნიადაგის შემთხვევაში) სიმძლავრის მიხედვით.

გენეზისი. მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი ფორმირდება საკმაოდ მკაცრ კლიმატურ პირობებში. ამის გამო, ნიადაგწარმოქმნის პროცესი აქტიურად არ მიმდინარეობს. ნიადაგი, ძირითადად, მცირე და საშუალო სიმძლავრისაა, ხირხატიანი, თიხამინერალების შემადგენლობაში ჭარბობენ სანყის სტადიურ გამოფიტვასთან ახლოს არსებული მინერალები. ასეთ შემთხვევაში ქანების გავლენა ნიადაგის თვისებებზე უნდა ყოფილიყო მნიშვნელოვანი. სინამდვილეში ეს ასე არ არის იმის გამო, რომ ნიადაგი ფორმირდება, ძირითადად, დელუვიონზე და ამგვარად მისი კონსერვატიული თვისებების ინფორმატიულობა დაქვეითებულია. ნიადაგის პროფილში ქანის ნამტვრევების გადიდებული რაოდენობა ახშობს გაეწრების პროცესის გამომუღავნებას. საერთოდ, მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი სტადიურად ახალგაზრდა ნიადაგია.

გამოყენება. მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი ფორმირდება სუბალპური ტყის ქვეშ, სადაც მეურნეობის გაძღოლას აქვს თავისი სპეციფიკა. ამ ტყის ეკოლოგია და ბიოლოგია თავისებურია. ზაფხულის სითბოს უკმარისობა, ბალახეული საფრის ინტენ-

სიური განვითარება, რაც განახლებასთან ქმნის კონკურენციას, გაიშვიათებული სათესლე წლები, ბუჩქნარების ვეგეტატიური გამრავლება, ქარები და მძლავრი თოვლის საფარი – ყველაფერი ეს განსაზღვრავს ამ ტყისადმი განსაკუთრებულ მიდგომას. სუბალპურ ტყეს აქვს განსაკუთრებული წყალ- და ნიადაგდაცვითი მნიშვნელობა. ამ ტყის მნიშვნელოვანი ნაწილი ექვემდებარება აღდგენას და რეკონსტრუქციას. მარტო დაცული ტერიტორიის ობიექტად ამ ტყის გამოცხადება საკმარისი არ არის. ამ გზით ტყის აღდგენას ხანგრძლივი დრო დასჭირდება და, მეორე მხრივ, ადამიანის ჩარევით შეიძლება გავაშენოთ ტყე უფრო რენტაბელური ჯიშობრივი შემადგენლობით, ვიდრე ამჟამადაა. ამის გარდა, ზოგჯერ სუბალპური ტყე საშუშე მერქნის წყაროა. ყველაზე მნიშვნელოვანი ამოცანაა ტყეების ზედა საზღვრის აღდგენა, რადგანაც მათ აქვთ განსაკუთრებული ეკოლოგიური მნიშვნელობა.

23.17. მთა-მდელოს ნიადაგები (ლეპტოსოლს უმბრიკ – LEPTOSOLS UMBRIC)

ზოგადი დახასიათება. მთა-მდელოს ნიადაგი ხასიათდება არადიფერენცირებული პროფილით. ნიადაგურ პროფილს ჩვეულებრივ აქვს შემდეგი აგებულება: A_y-A-B-BC. ამ ნიადაგის ძირითადი დიაგნოსტიკური მაჩვენებლებია კარგად გამოხატული ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, მცირე ან საშუალო სიმძლავრე.

საქართველოში მთა-მდელოს ნიადაგი საკმაოდ გავრცელებული ნიადაგია.

მთა-მდელოს ნიადაგი ფართოდაა გავრცელებული კავკასიონისა და ამიერკავკასიის სამხრეთ მთიანეთის სუბალპურ და ალპურ ზონაში, ზღვის დონიდან 1800 (2000) მეტრიდან 3200 (3500) მეტრამდე. მისი გავრცელების ჰიფსომეტრული საზღვრები იცვლება მთების ზღვიდან დაშორებისა, ცალკეული მთების მასივების ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობებისა და ადამიანის სამეურნეო ზემოქმედების შესაბამისად. კავკასიონზე ამ ნიადაგის გავრცელების ჰიფსომეტრული ამპლიტუდა უფრო მეტია (1300 მ და მეტი), ვიდრე ამიერკავკასიის სამხრეთ მთიანეთში (500-700 მ).

მთა-მდელოს ნიადაგი ესაზღვრება ნივალური სარტყლის პრიმიტიულ, სუბალპური და ალპური ზონის მთა-მდელოს შავმინისებრ და სუბალპური სარტყლის მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგს.

შესწავლის ისტორია. მთა-მდელოს ნიადაგის პირველი მკვლევარი იყო გენეტიკური ნიადაგმცოდნეობის ფუძემდებელი ვ. დოკუჩაევი, რომელმაც მიაკუთვნა კორდიანი ნიადაგწარმოქმნის ნიადაგს. ის აღნიშნავდა, რომ ამ ნიადაგისთვის დამახასიათებელია გაკორდება, გაეწრების ნიშნების უქონლობა, ნიადაგური პროფილის მცირე სიმძლავრე და სხვ.

მაღალმთიანეთის ნიადაგის საფუძვლიანი გამოკვლევა ეკუთვნის ს. ზახაროვს, რომელმაც მათ უძღვნა მონოგრაფიული გამოკვლევა. მან დაამუშავა მთა-მდელოს ნიადაგის გაშლილი კლასიფიკაცია, რომელშიც გამოყო მთა-მდელოს ალპური, სუბალპური, შავმინისებრი, ნეშომპალა (კარბონატულ ქანებზე) და გატორფებული (ძლიერ ხირხატიანი და ქვიანი); მთის ტუნდრის ქვეშ (დეკიანების ქვეშ) –ტორფიან-ხირხატიანი, ტორფიან-კორდიანი და, ჩადაბლებული რელიეფის პირობებში, მდინარის პირას – ნახევრად ჭაობიანი და გალეხებული ნიადაგი. შემდგომ ს. ზახაროვმა

გამოყო მეორადი მთა-მდელოს ნიადაგი, რომელიც ფორმირდება ტყის ზედა საზღვრის დაწევის შედეგად და აგრეთვე ნიადაგის ჯგუფი მაღალბალახეულის ქვეშ.

ს. ზახაროვის გამოკვლევებმა დასაბამი მისცეს კავკასიის და სხვა მთის ტერიტორიების ნიადაგის ფართო შესწავლას.

მაღალმთიანეთში ჩვეულებრივ გამოყოფენ ნიადაგის ორ რიგს – ჰუმიდური და არიდული ნიადაგწარმოქმნის. მთა-მდელოს ნიადაგი მაღალმთიანეთის ჰუმიდური ნიადაგის ყველაზე დამახასიათებელი წარმომადგენელია, რომელიც გამოიყოფა კარპატებში, ალპებში, ბალკანეთში, შუა აზიის ზოგიერთ რაიონში, შორეულ აღმოსავლეთში და სხვ. არიდული ნიადაგწარმოქმნის მაღალმთიანეთის ნიადაგები ფართოდაა წარმოდგენილი შუა და წინა აზიის მთებში, ჰიმალაებში და ნაწილობრივ კავკასიაში.

ო. მიხაილოვსკაიას (1936), მ. საბაშვილის (1948, 1955), მ. საბაშვილისა და მ. ჯიკაევას (1950), გ. ტარასაშვილის (1956), თ. ურუშაძის (1974), ნ. იაშვილის (1976), კ. მინდელის (1976), შ. შუბლაძის (1987) და სხვათა გამოკვლევებით დადგინდა, რომ მთა-მდელოს ნიადაგისთვის დამახასიათებელია ილუვიური პროცესების გამოხატულება, ძლიერ მჟავე (ძირითადში) რეაქცია, მაღალი ჰიდროლიზური მჟავიანობა, ფუძეებით მაძღრობის დაბალი ხარისხი, ჰუმუსის მაღალი შემცველობა, ჰუმუსის ფულვატური ან ჰუმატურ-ფულვატური ტიპი, ჰიდროქარსული მინერალოგიური შემადგენლობა.

თავის დროზე კავკასიაში გამოყოფდნენ მთა-ტუნდრის ნიადაგს (ვ. დოკუჩაევი, ს. ზახაროვი). ითვლებოდა, რომ ეს ნიადაგი იკავებს ზედა სარტყელს, რომლის ზემოთ ჩვეულებრივ არის ნივალური ზონა. დადგენილი იყო, რომ ამ ნიადაგისთვის ყინვით გამოფიტვასთან ერთად დამახასიათებელია გალეშების პროცესი. ამ მაჩვენებლებით შეუძლებელია მთა-მდელოს და მთა-ტუნდრის ნიადაგის გამიჯვნა, ამიტომ დაიწყეს მთა-ტუნდრის ნიადაგის გამოყოფა არანიადაგური პროფილების შენების და მათი შემადგენლობის კონკრეტული მაჩვენებლებით (ჩრდილოეთ განედებში – მთა-ტუნდრის, ხოლო სამხრეთ განედებში – მთა-მდელოს). მთა-ტუნდრის (375 ჭრილი) და მთა-ტუნდრის (97 ჭრილი) ნიადაგის შედგენილობის ძირითადი მაჩვენებლების შედარებამ გვიჩვენა, რომ ამ ნიადაგებს შორის არ არის პრინციპული განსხვავება და ისინი პრაქტიკულად იდენტურია (თ. ურუშაძე, 1977).

მეტად გართულებულია მაღალმთიანეთის ნიადაგის საკლასიფიკაციო პრობლემა, რომელთა მიმართ ჭარბობს ლანდშაფტური მიდგომა.

ეკოლოგია. მაღალმთიანეთს მიეკუთვნება ტყის სარტყლის ზევით (1900-2000 მეტრის ზევით) განლაგებული ტერიტორიები, ე.ი. ისეთი ტერიტორიები, სადაც მერქნიანი ხე და ბუჩქი (დეკიანების გამოკლებით) არ იზრდება. ამასთან, ზღვის დონიდან 1900 (2000) – 2800 მეტრის ფარგლებში განლაგებულია სუბალპური ზონა, 2800 მ-დან 3200 მ-მდე – ალპური, ხოლო უფრო ზემოთ – ნივალური ზონა.

მთა-მდელოს ნიადაგი ფორმირდება მკაცრი კლიმატის პირობებში, რომელიც ხასიათდება გაჭიმული ზამთრით (ხანგრძლივი თოვლის საფრით) და გრილი ზაფხულით. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 3-5 თვემდეა. სავეგეტაციო პერიოდი შეადგენს 3-4 თვეს. იანვრის საშუალო ტემპერატურა მერყეობს -12 °C-დან -5,2 °C; აპრილის – 1,6 °C, ივლისის – 7,3-დან 14.4 °C. წლის განმავლობაში ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურა ძლიერ მერყეობს. ნალექების წლიური რაოდენობა 718 მმ-

დან 1503 მმ-მდეა. ნალექების მაქსიმუმი მოდის მაისში. ჰაერის საშუალო წლიური ატმოსფერული ტენიანობა მერყეობს 68 %-დან 81 %-მდე. დატენიანების კოეფიციენტი 6-7 აღწევს, მაგრამ თბილ პერიოდში, ნალექების ზაფხულის მაქსიმუმის მიუხედავად, მკვეთრად ეცემა 1,1-მდე. ეს შეიძლება აიხსნას აორთქლების ძლიერი ინტენსივობით. თოვლის საფარი აღინიშნება 5-7 თვის განმავლობაში და მისი მაქსიმუმი კი – მარტში. მაღალმთიანეთის კლიმატი ხასიათდება მზის გადიდებული რადიაციით, მაგრამ აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი დაბალია და მერყეობს 600-1500 ^{0}C შორის. მაღალმთიანეთის ცივი კლიმატი ხელს უწყობს მთის ქანების ინტენსიურ ფიზიკურ გამოფიტვას და ამის შედეგად ხდება ნიადაგის ზედაპირზე დიდი რაოდენობით ქანების ნამტვრევების დაგროვება.

მაღალმთიანეთის რელიეფი ასახავს ვერტიკალური სარტყლიანობის გავლენას. ყველაზე ზედა თხემების ზონაში გაბატონებულია მაღალმთიანეთის ეროზიულ-დენუდაციური რელიეფი, რომელშიც ჭარბობენ მყინვარული გენეზისის ფორმები. ამის გარდა, გვხვდება მეოთხეული ეფუზური ვულკანიზმით შექმნილი რელიეფის ფორმები. უფრო ქვემოთ გავრცელებულია ეროზიული ხეობები, საკმაოდ ციცაბო ფერდობებით და ზოგიერთ ადგილას ჭალის ფართო მონაკვეთებით. ამგვარად, მაღალმთიანეთში გამოიყოფა რელიეფის შემდეგი ძირითადი ფორმები: 1) ძველი პენეპლენ-მოსწორებული („მოკვეთილი") ზურგები; 2) გლაციალური რელიეფი – კარები, ცირკები, ტერასული ბაქნები; 3) ვულკანური რელიეფი – პლატო (სამხრეთ მთიანეთი) და 4) ეროზიული რელიეფი. მაღალმთიანეთის გლაციალური და ეროზიული რელიეფის ელემენტები უმეტესად დაფარულია ქანების დაკუთხული ნამტვრევებით, ქვათა ხროვებით, ხოლო ძველ პენეპლენებს და ვულკანური რელიეფის ელემენტებს ფარავს ბალახოვანი მცენარეების კორდი. მიუხედავად იმისა, რომ მაღალმთიანეთი გეომორფოლოგიურად დენუდაციური, დესტრუქციული ტიპის რეგიონს წარმოადგენს, მთა-ტყის ზოლის რელიეფთან შედარებით, შერბილებული ფორმებით ხასიათდება.

მაღალმთიანეთის გეოლოგიური შენება მეტად რთულია. დასავლეთ საქართველოში გავრცელებულია კრისტალური ფიქლები, კვარციან-ქარსიანი ფიქლები და კვარციანი დიორიტები. გვხვდება აგრეთვე კირქვები (სვანეთი, რაჭა-ლეჩხუმი). ფართო გავრცელება აქვს მჟავე კრისტალურ ქანებსაც, გრანიტებს და გნეისებს (სვანეთი და აფხაზეთი). აღმოსავლეთ საქართველოს მაღალმთიანეთის გეოლოგიურ აგებულებაში მთავარ მონაწილეობას იღებენ თიხა-ფიქლები, ქვა-ქვიშები, კირქვები. მთიანეთის მწვერვალები კი აგებულია ამონთხეული ეფუზური ქანებით. ცივ-გომბორის ქედის აგებულებაში მონაწილეობენ მესამეულის ნალექი კონგლომერატები. მთავარ კავკასიონზე გვხვდება მორენული ნაფენები. სამხრეთ საქართველოს მთა-მდელოს ზონაში ძირითადად მონაწილეობენ ანდეზიტები, პორფირიტები, ტრაქიტები და აგრეთვე სიენიტები და ინტრუზიული ამონაღვარი ქანები.

მაღალმთიანეთის მცენარეულობა ხასიათდება მკვეთრად გამოხატული ზონალობით. სუბალპური სარტყლის მცენარეულობა საკმაოდ არაერთგვაროვანია. ის აერთიანებს როგორც მდელოს და მდელო-სტეპის მცენარეულობის ტიპებს, ისე სუბალპურ ტყეს. სუბალპური სარტყლის მცენარეულ საფარში ჭარბობს მარცვლოვანი, მარცვლოვან-ნაირბალახოვანი და ნაირბალახოვანი თანასაზოგადოებები. მათ შორის წამყვანი ადგილი ეკუთვნის: ჭრელ შვრიელას, ტიმოთელას, ოქროშერ-

იას, ნამიკრეფიას, ცხვრის წივანას და სხვ. პარკოსნებს აქვთ ზომიერი გავრცელება და წარმოდგენილია: მთის სამყურით და აგრეთვე კავკასიონის იონჯით. მაღალმთიანეთის ბალახეული საფარი ხშირი და მაღალია და, ძირითადად, წარმოდგენილია ნაირგვარი მეზოფილური სახეობებით. შედარებით მშრალ პოზიციებზე მეზოფილური მაღალბალახეულობა იცვლება ქსეროფილური მცენარეულობით.

სუბალპურ მცენარეულობას პირობითად მიეკუთვნება მეორადი მდელოებიც, რომლებიც წარმოიქმნებიან ტყის ზედა საზღვართან ტყის გაჩეხვის შემდეგ.

ალპურ სარტყელში ჭარბობს მცენარეულობის ორი ტიპი – ალპური ხალიჩები, რომლებშიც ნიადაგის გაკორდება ხდება ნაირბალახოვანის ელემენტებით, ხოლო ხორბლოვანები და ისლები თამაშობენ მეორეხარისხოვან როლს და მკვრივკორდიანი მდელოები ხორბლოვანი და ისლიანი კომპონენტებით. მკვრივკორდიანი მდელოები წარმოდგენილია სუფთა ასოციაციებით ერთ-ერთი კომპონენტის სიჭარბით ან შერეული სახით. რელიეფის გამოზნექილ ფორმებზე ჩვეულებრივია ისლიან-ნაირბალახოვანი ან ნაირბალახოვან-ისლიანი მდელოები. საკმაოდ გავრცელებულია წივანიან-ისლიანი მდელოები წივანას და თივაქასრას სიჭარბით. დიდ ფართობზე აგრეთვე გავრცელებულია ძიგვა. მშრალ პოზიციებზე ჭარბობს ქსეროფილური მცენარეულობა აბზინდას მონაწილეობით.

ნივალურ სარტყელში გვხვდება უმაღლესი მცენარეულობის უმნიშვნელო რაოდენობა, რომელიც სახლდება ქვებს შორის დაცულ ადგილებში.

დენუდაციური პროცესების ფართო გავრცელების გამო, მთა-მდელოს ნიადაგი ხასიათდება ნიადაგწარმოქმნის შედარებით ახალგაზრდა ასაკით.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

მთა-მდელოს ნიადაგი მაღალმთიანეთის ჯგუფს მიეკუთვნება. მთა-მდელოს ნიადაგი ფორმირდება მდელოს მცენარეულობის ქვეშ, მთა-ტორფიანი – წყლის წყაროებთან, მთა-მდელოს ჰუმუს-ილუვიური – გავაკებულ ადგილებში და მეორადი მთა-მდელოს ნიადაგი – ტყის სარტყლის ზედა ნაწილში გაუტყეებულ ადგილებში.

A – ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, ზედაპირიდან სხვადასხვა ხარისხით გაკორდებული ან ტორფიან-გაკორდებული, სიმძლავრით 15-20 სმ, ყავისფერ-ყომრალი ან მუქი-ყავისფერ-ყომრალი, არამყარ-წვრილმარცვლოვანი (არამყარ-წვრილკოშტოვან-წვრილმარცვლოვანი), თიხიდან მსუბუქ თიხნარამდე, ხშირად ხრეშის ჩანართებით, წვრილფოროვანი, დიდი რაოდენობით შეიცავს ფესვებს, გადასვლა თანდათანობითი.

B – ილუკიური ჰორიზონტი სიმძლავრით 20-30 სმ, ყომრალ-ყავისფერი, ჰუმუსოვანი შეფერილობა სუსტადაა გამოხატული, არამყარ-წვრილმარცვლოვანი (არამყარ-კოშტოვან-წვრილმარცვლოვანი), თიხიდან მსუბუქ თიხნარამდე, ხირხატის უფრო მეტი რაოდენობით, მომკვრივო წვრილფოროვანი, ფესვების ნაკლები რაოდენობით, გადასვლა შესამჩნევი.

BC – გარდამავალი ჰორიზონტი, რომელშიც დიდი რაოდენობითაა ნიადაგწარმომქმნელი ქანის ნამტვრევები.

CD – ქანის გამოტუტული ელუვიონი, ელუვიონ-დელუვიონი და დელუვიონი სიმძლავრით 20-40 სმ, ყვითელ-ყომრალი, უსტრუქტურო, თიხიდან მსუბუქ თიხნარამდე, ღორღის და ქვების სიჭარბით.

ამგვარად, მთა-მდელოს ნიადაგი ხასიათდება სხვადასხვა ხარისხით, ზედაპირიდან გაკორდებული მუქი შეფერილობის არამყარ-წვრილმარცვლოვანი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით; ილუვიური ჰორიზონტი მომკვრივო, ხირხატის საკმაო შემცველობით. მომდევნო ჰორიზონტი ხასიათდება ქანის ნამტვრევების მეტი შემცველობით.

მორფოლოგიური შენების ძირითადი თავისებურებანი დასტურდება აგრეთვე მიკრომორფოლოგიური გამოკვლევების შედეგებითაც.

ჰუმუსოვან ჰორიზონტს აქვს მუქი ყავისფერი შეფერილობა, ფხვიერი მიკროაგებულება, რაც დაკავშირებულია მიკროაგრეგატების და, ნაწილობრივ, უხეში მცენარეული ნარჩენების არსებობასთან. ჰორიზონტი საკმაოდ ფორიანია და გარკინებული. სიღრმით აგრეგირება სუსტდება; აღინიშნება თიხოვანი ნივთიერების ოპტიკური ორიენტაცია (ბოჭკოვანი, ნაღვენთი, ქერცლოვანი). პირველადი მინერალების შემცველობა იზრდება. მინერალების და ქანის ნამტვრევების ინტენსიური გამოფიტვა აღინიშნება მთელ პროფილში.

სუბალპურ და ალპურ სარტყელში გავრცელებულ მთა-მდელოს ნიადაგს შორის განსხვავება უმნიშვნელოა. გარდა სხვადასხვა ხარისხით გაკორდებისა, ალპებში გავრცელებული ნიადაგი გამოირჩევა უფრო მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტითა და პროფილის ნაკლები სიმძლავრით. ეს განსხვავებები აბსოლუტური არ არის. ალპებში გვხვდება ნიადაგი უფრო ნაკლებად გაკორდებული, მცირე ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით და მძლავრი პროფილით, ვიდრე სუბალპებში. ამ ნიადაგებს შორის მორფოლოგიური ნიშნებით მკვეთრი განსხვავების უქონლობა აიხსნება მათი დელუვიური ბუნებით. ეს უკანასკნელი დასტურდება მექანიკური შედგენილობის მონაცემებით. ყველა ნიადაგი ხასიათდება ძირითადი ფრაქციების არათანაბარი განაწილებით. მექანიკური შედგენილობით მთა-მდელოს ნიადაგი, ძირითადად, მიეკუთვნება საშუალო ან მძიმე თიხნარებს, იშვიათად მსუბუქ თიხებს.

მთა-მდელოს ნიადაგი ძირითადად ხასიათდება მჟავე ან სუსტად მჟავე რეაქციით, მაღალი (იშვიათად საშუალო) და ღრმა ჰუმუსირებით; ქვედა ჰორიზონტებში ჰუმუსის შემცველობა ზოგჯერ 1 % აღემატება. ჰუმუსის ტიპი ფულვატურია ან ჰუმატურ-ფულვატური, მოძრავი შენაერთების სიჭარბით, აზოტით არასაკმარისი უზრუნველყოფით. დ. კირვალიძის (1993) მონაცემებით, აზოტის ძირითადი ნაწილი ჰიდროლიზებად ნაწილშია მოქცეული. ჰუმინის მჟავები მარტივი აგებულებისაა, ხასიათდება კონდენსაციის დაბალი ხარისხით და ალიფატური სტრუქტურის კარგი განვითარებით. ჭარბადაა არასპეციფიკური შენაერთები, ვხვდებით ქლოროფილისა და მწვანე პიგმენტს, რაც, ძირითადად, მჟავე რეაქციის, სოკოვანი მიკროფლორის განვითარებისა და ჭარბტენიანობის შედეგია. ნიადაგი, როგორც წესი, სუსტად ან საშუალოდ არამაძღარია. ხშირად აღინიშნება შთანთქმული კატიონების დაგროვება პროფილის ზედა ნაწილში, რასაც აქვს „ბიოგენური" ბუნება. გაცვლით კატიონებში ჩვეულებრივ ჭარბობს კალციუმი. შთანთქმული კატიონების ჯამი დაბალი ან საშუალოა. ნიადაგის მჟავიანობის და შთანთქმული კატიონების შემადგენლობის მონაცემები ადასტურებენ, რომ ცალკეული ნიადაგის თვისებებსა და ნიადაგწარმომქმნელ ქანებს შორის რაიმე კავშირი არ აღინიშნება, რაც აიხსნება ნიადაგის დელუვიური ბუნებით.

მთა-მდელოს ნიადაგის მორფოლოგიურ თავისებურებებს ადასტურებს მთლიანი ქიმიური შედგენილობის მონაცემები. ნიადაგური პროფილების მიხედვით, ძირითადი ოქსიდები ხასიათდება არათანაბარი განაწილებით, რაც დასტურდება არა მარტო ცალკეული ოქსიდების განაწილების ხასიათით, არამედ მოლეკულური შეფარდებებითაც. ლექში მოლეკულური შეფარდებების მიხედვით შეიძლება დავასკვნათ, რომ მინერალური ნაწილი ფორმირდება სიალიტური ტიპის მიხედვით.

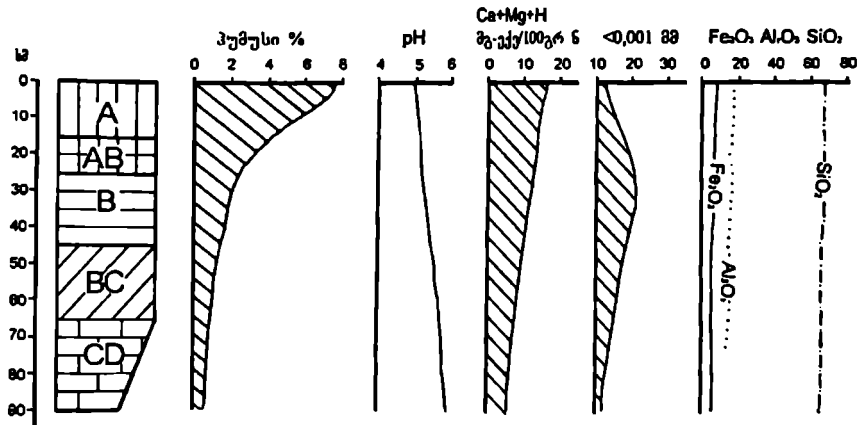
მთა-მდელოს ნიადაგის თიხამინერალები წარმოდგენილია ჰიდროქარსებით, ქლორიტებით, ქლორიტ-ჰოდროქარსული და სმექტიტურ-შერეულშრიანი ნარმონაქმნებით და მინდვრის შპატებით.

განხილულ ნიადაგში სილიკატური რკინის შემცველობა სიღრმით იზრდება, რაც ეთანხმება მაღალმთიანეთის საერთო ბიოკლიმატურ პირობებს და ადასტურებს აქტიური გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის ზონების შეზღუდულობას. ამორფული რკინის განაწილების ხასიათი მეტყველებს მის ინტენსიურ განაწილებაზე – მაქსიმუმი აღინიშნება სხვადასხვა სიღრმეზე.

ამგვარად, მთა-მდელოს ნიადაგი ხასიათდება საშუალო ან მცირე სიმძლავრით, გაკორდებით ზედაპირიდან, თიხნარი ან თიხამექანიკური შედგენილობით, ძირითადად მჟავე ან სუსტად მჟავე რეაქციით, მაღალი და ღრმა ჰუმუსირებით, შთანთქმის დაბალი ან საშუალო ტევადობით, ცალკეული ფრაქციების და მთლიანი ოქსიდების არათანაბარი განაწილებით, მინერალური ნაწილის გამოფიტვის სიალიტური ტიპით, თიხამინერალებში ჰიდროქარსების და ქლორიტების სიჭარბით, ჰუმუსის ფულვატური და ჰუმატურ-ფულვატური ტიპით, სიღრმით სილიკატური რკინის გადიდებული შემცველობით.

მთა-მდელოს ნიადაგში ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებია: ჰუმუსსიალიტიზაცია, ჰუმუსნარმოქმნა, გაკორდება და გასტრუქტურება.

მთა-მდელოს ნიადაგი განსხვავდება მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგისგან (რომელიც ფორმირდება სუბალპური სარტყლის ქვედა ნაწილში) მუქი შეფერილობით, უკეთე-



ნახ. 48. მთა-მდელოს ნიადაგის პროფილი და ძირითადი თვისებები

სი და უფრო მყარი გასტრუქტურებით, ხირხატიანობით, ნაკლები არამაძღრობით, რკინის მოძრავი ფორმების მეტი შემცველობით.

მთა-მდელოს ნიადაგი განსხვავდება მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგისგან უფრო ღია შეფერილობით, ნაკლებად მტკიცე სტრუქტურით, უფრო მჟავე რეაქციით, უფრო დაბალი შთანთქმის ტევადობით, ჰუმუსის უფრო მცირე შემცველობით და ჰუმუსის ფულვატური ტიპით.

კლასიფიკაცია. მაღალმთიანეთის ნიადაგის ჯგუფში, გარდა მთა-მდელოს ნიადაგისა, შედის სხვა ნიადაგიც (ტიპის დონეზე).

მთა-ტორფიანი ნიადაგი (წყლის წყაროებთან, მდინარეებთან, ტბებთან და სხვ.) ხასიათდება ტორფის ჰორიზონტის არსებობით, კორდის უქონლობით, ცუდი გასტრუქტურებით, გალეზების ნიშნებით, ცალკეული მექანიკური ფრაქციების მეტ-ნაკლებად თანაბარი განაწილებით, თიხნარი ან თიხა მექანიკური შედგენილობით, ძირითადი ოქსიდების უმნიშვნელო გადანაწილებით, მინერალური ნაწილის გამოფიტვის სიალიტური ტიპით, ამორფული და დაკრისტალებული რკინის შესამჩნევი გადაადგილებით, ჰუმუსის ფულვატური ტიპით, არაჰიდრალიზებადი ნაშთის გადიდებული შემცველობით, მაღალი და ღრმა ჰუმუსირებით, მჟავე რეაქციით, არამაძღრობით.

მთა-მდელოს ჰუმუს-ილუვიური ნიადაგი ხასიათდება მცირე ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის არსებობით (რომელიც წარმოადგენს ჰუმუსის რეტინიზაციის[1] შედეგს), არაერთგვაროვანი მექანიკური შედგენილობით, ძირითადი ოქსიდების შედარებით თანაბარი განაწილებით, რკინის ცალკეული ფორმების განაწილებაში რაიმე კანონზომიერების უქონლობით, ჰუმუსის ფულვატური ან ჰუმატურ-ფულვატური ტიპით, ზედა ჰორიზონტში ჰუმუსის ძალიან მაღალი შემცველობით, ორგანული ნივთიერებების ჰუმიფიკაციის საშუალო ხარისხით, მჟავე რეაქციით, მაღალი და ღრმა ჰუმუსირებით, შთანთქმის საშუალო ტევადობით და ფუძეებით არამაძღრობის საკმაოდ მაღალი ხარისხით.

მეორადი მთა-მდელოს ნიადაგი ხასიათდება საკმაოდ მძლავრი პროფილით, „ტყის„ ნიადაგწარმოქმნის ნიშნებით (კაკლოვანი ან მყარ-კოშტოვანო სტრუქტურა, გარკვეული გათიხება, ნაღვენთი თიხის არსებობა), თიხნარი ან თიხა მექანიკური შედგენილობით, თიხამინერალების შემადგენლობაში ჰიდროქარსების და ქლორიტების სიჭარბით, ძირითადი ოქსიდების გარკვეული ელუვიურ-ილუვიური გადანაწილებით, ჰუმუსის ფულვატური ტიპით, ზედა ჰორიზონტში ჰუმუსის მაღალი შემცველობით, პროფილში მკვეთრად შემცირებული განაწილებით, ორგანული ნივთიერებების ჰუმიფიკაციის დაბალი ხარისხით, არაჰიდროლიზებადი ნაშთის დაბალი შემცველობით, ჰუმინის მჟავებში I და ფულვომჟავებში II და III ფრაქციების სიჭარბით, არასილიკატური რკინის დაგროვებით პროფილის შუა და ზედა ნაწილებში, ამორფული რკინის ინტენსიური გადანაწილებით, მჟავე რეაქციით, მაღალი და ღრმა ჰუმუსირებით, შთანთქმის საშუალო ტევადობით.

განხილულ ნიადაგში გამოიყოფა შემდეგი ქვეტიპები:

1. ჩვეულებრივი – ცალკეული ტიპის ძირითადი თვისებებით და ნიშნებით;

[1] ნიადაგის მზრალობის შრის ზევიდან გამოყვინვით კოაგულირებული ჰუმუსის აკუმულაციის პროცესი, რის შედეგად ფორმირდება სპეციფიკური ყომრალი ან ყომრალ-წითელი ფერის ჰუმუს-ილუვიური ჰორიზონტი.

2. მაძღარი – განვითარებული ფუძე-ქანების გამოფიტვის პროდუქტებზე;
3. არასრულგანვითარებული – პროფილის საერთო მცირე სიმძლავრის ფონზე ერთ-ერთი გენეზისური ჰორიზონტის ამოვარდნით;
4. კორდიან-კარბონატული – განვითარებული კარბონატულ ქანებზე.

მთა-მდელოს ქვეტიპებში გვარებს გამოყოფენ ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ხასიათის და არა ნიადაგწარმომქმნელი ქანის შემადგენლობის მიხედვით, რადგანაც სხვადასხვა ქანზე განვითარებული ნიადაგი არ ასახავს მათ გავლენას ამ ქანების დელუვიური ბუნების გამო.

მთა-მდელოს ნიადაგში გამოყოფენ შემდეგ გვარებს: ტორფიან-კორდიანი, მკვრიეკორდიანი, ფაშარკორდიანი, ნეშომპალა-ტორფიანი, ტორფიანი.

მთა-მდელოს ნიადაგი იყოფა სახეობებად ჰუმუსოვანი პროფილის სიმძლავრის მიხედვით: მცირე სიმძლავრის – A + B < 20 სმ, საშუალო სიმძლავრის – A + B = 21 – 40 სმ, მძლავრი – A + B = 41-80 სმ და ზემძლაური – A + B > 80 სმ.

გენეზისი. მთა-მდელოს ნიადაგი ძირითადად ფორმირდება მყარი ქანების გამოფიტვის გამტუტულ პროდუქტებზე და იკავებს მთების და ფერდობების ზედა ნაწილების ყველა ექსპოზიციას. კლიმატური პირობები ხასიათდება მოსული ნალექების დიდი რაოდენობით. ნალექები 2-3 და მეტჯერ აჭარბებენ აორთქლებას, რაც განსაზღვრავს ნიადაგების ჩამრეცხ რეჟიმს. მკაცრი კლიმატური პირობები (შეზღუდული სავეგეტაციო პერიოდი, სუსხიანი და თოვლიანი ზამთარი და სხვ.) ხელს უწყობს ქანებისა და მინერალების ფიზიკურ და ზღუდავს ქიმიურ გამოფიტვას. მცენარეული საფარი წარმოდგენილია საშუალო ბალახოვანი-სუბალპური და დაბალბალახოვანი-ალპური მდელოებით და, აგრეთვე, ზოგჯერ, ბუჩქნარებით.

ნიადაგური პროფილი გამოირჩევა სუსტი დიფერენციაციით და მცირე სიმძლავრით. ნიადაგი ხასიათდება ზედა ჰორიზონტების მცირე სიმძლავრით, დიდი ტევადობით (რომელიც სიღრმით კლებულობს) და მაღალი წყალგამტარობით (რომელიც აგრეთვე ქვედა ჰორიზონტისკენ მცირდება). ისინი დიდი რაოდენობით შეიცავენ ჰუმუსს, ამასთან, მის შემადგენლობაში ბევრია სუსტად ჰუმიფიცირებული ნაერთები, რომლებიც მათ „უხეშ“ ხასიათს აძლევენ. ჰუმუსში ჭარბობს ფულვომჟავები. ნიადაგის მინერალურ ნაწილში აღინიშნება რკინის თავისუფალი ოქსიდების მაღალი შემცველობა. ნიადაგი ხასიათდება მჟავე რეაქციით, დაბალი შთანთქმის ტევადობით და ფუძეების სუსტი არამაძღრობით.

ამ საერთო თვისებების ფონზე ნიადაგი განსხვავდება ნიადაგური პროფილის შენების ტიპით, შედგენილობის ძირითადი მაჩვენებლებით და, როგორც შედეგი, ელემენტარული ნიადაგური პროცესებით. ჰუმუსსიალიტიზაციის დროს აღინიშნება ინტენსიური ჰუმუსწარმოქმნა და ჰუმუსდაგროვება, აგრეთვე ნიადაგის გათიხება თიხოვანი მასალის გადაადგილების შესამჩნევი ნიშნების გარეშე. კორდიანი პროცესისთვის აგრეთვე დამახასიათებელია ინტენსიური ჰუმუსწარმოქმნა და ჰუმუსდაგროვება ბალახეული მცენარეულობის ზემოქმედებით. მთა-ტორფიან ნიადაგში ყველაზე ძლიერად გამოხატულია ტორფწარმოქმნის და გალეების პროცესები. მთა-მდელოს ჰუმუს-ილუვიური ნიადაგი გამოირჩევა ჰუმუს-ილუვიური და რეტინიზაციის პროცესებით. მეორადი მთა-მდელოს ნიადაგისთვის დამახასიათებელია „ტყის“ ელემენტარული ნიადაგური პროცესები – ლესივირება და სიალიტიზაცია.

ნიადაგებს შორის აღნიშნული მსგავსება და განსხვავების ნიშნები დასტურდება ამ ნიადაგებს შორის არსებული გენეზისური ურთიერთკავშირების ანალიზით. მაღალმთიანეთის ნიადაგის ცენტრალური ტიპია მთა-მდელოს ნიადაგი, რომელიც ყველაზე სრულად ასახავს განხილული ნიადაგის შედგენილობის და თვისებების ძირითად მაჩვენებლებს. მთა-მდელოს ნიადაგი ფორმირდება მჟავე ფერსიალიტური გამოფიტვის ქერქზე, რომელსაც აქვს ევოლუციური კავშირები გამოფიტვის მაძღარ სიალიტურ ქერქთან. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში ვითარდება მთა-მდელოს შავმიწისებრი და მთის მდელო-სტეპის ნიადაგი. ევოლუციური კავშირების შემდეგი ჯგუფი ახასიათებს ნიადაგების ცვლას მცენარეულობის ანთროპოგენური შეცვლის პირობებში და აკავშირებს ტყის ზონის ნიადაგს მაღალმთიანეთის ნიადაგთან: ტყის მცენარეულობის გაჩეხვა მისი გაერცელების ზედა საზღვართან ხელს უწყობს ბალახეული მცენარეულობის განვითარებას, განსაზღვრავს ამ ნიადაგის ინტენსიურ გამდელოებას და მეორადი მთა-მდელოს ნიადაგის ფორმირებას. ამ ნიადაგებში პროფილის ზედა ნაწილი მორფოლოგიური და ანალიტიკური მონაცემებით უახლოვდება მთა-მდელოს, ხოლო ქვედა – ტყის (კოშტოვან-კაკლოვანი სტრუქტურა, თიხოვანი ნაღვენთების არსებობა და ზოგიერთი სხვ.) ნიადაგებს. მეორად მთა-მდელოს და ყომრალ ნიადაგს შორის ევოლუციური კავშირები მეტად დინამიკურია. უტყეო ადგილების ტყით დაკავების შემთხვევაში ნიადაგები ადვილად აღადგენენ ყომრალ ბუნებას. განხილული ევოლუცია აღინიშნება ტყის და სუბალპური ზონების კონტაქტზე მცენარეულობის ცვლის დროს, მაგრამ ორი ნიადაგისთვის ერთიანი გამოფიტვის ქერქის პირობებში. ამიტომ ნიადაგი შედარებით ჩქარა კარგავს წინა ტიპის ნიშნებს და იძენს სხვა ტიპის თავისებურებებს.

ევოლუციური კავშირების მესამე ჯგუფი ახასიათებს ნიადაგის ურთიერთცვლას გეომორფოლოგიური პირობების შეცვლისას. ყველაზე მკაფიოდ ეს კავშირები გამოხატულია მთა-მდელოს და მთა-მდელოს ჰუმუს-ილუვიური ნიადაგისა და მთა-მდელოს და მთა-ტორფიან ნიადაგს შორის.

ევოლუციური კავშირების მეოთხე ჯგუფი ახასიათებს ნიადაგის ცვლას მცენარეულობის ბუნებრივი ცვლისას.

ბოლოს, ევოლუციური კავშირების მეხუთე ჯგუფი დაკავშირებულია კლიმატის შეცვლასთან, რაც, თავის მხრივ, განსაზღვრავს გამოფიტვის ქერქის ტიპის შეცვლას.

გამოყენება. მთა-მდელოს ნიადაგზე გავრცელებულია სათიბ-საძოვრები. მათი რაციონალური გამოყენების აუცილებელი პირობაა ძოვების ნორმირება, რათა არ დავუშვათ საძოვრების გადატვირთვა. მოუწესრიგებელი ძოვება იწვევს არა მარტო ნიადაგური საფრის დარღვევას და ეროზიული პროცესების პროვოცირებას, არამედ განაპირობებს მცენარეული თანასაზოგადოების სახეობრივი შემადგენლობის შეცვლას, არასახარბიელო მიმართულებით საკვები ფასეულობის დაქვეითებას. მრავალი საძოვარი მოითხოვს გაუმჯობესებას, რისთვისაც საჭიროა მინერალური და ორგანული სასუქების შეტანა, ბალახების თესვა. თ. ურუშაძის ხელმძღვანელობით დუშეთის რაიონში ზაფხულის სათიბ-საძოვრებზე ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ძალიან ღარიბ ნიადაგებზე მარტო მოძრავი მანგანუმის შეტანა ზრდის საძოვრების მოსაელიანობას 86 %, ღარიბ ნიადაგებზე – 64 %, ხოლო საშუალოდ უზრუნველყოფილ და მდიდარ ნიადაგებზე – 8-12 %.

23.18. მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგი (ლეპტოსოლს მოლიკ-LEPTOSOLS MOLLIC)

ზოგადი დახასიათება. მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგი ხასიათდება არადიფერენცირებული პროფილით, მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით. ნიადაგის პროფილს ჩვეულებრივ აქვს შემდეგი აგებულება: A_1-A_1^{II}-BC ან A_1-A_1^{II}-B-BC. მისი ძირითადი დიაგნოსტიკური მაჩვენებელია კარგად გამოხატული მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, მცირე ან საშუალო სიმძლავრე.

საქართველოში ამ ნიადაგს უკავია 109 600 ჰა, რაც მთელი ტერიტორიის 1,6 % შეადგენს.

მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგი გავრცელებულია სამხრეთ საქართველოში სუბალპურ და ალპურ ზონებში ზღვის დონიდან 1800 (2000) მეტრის ზემოთ.

ეს ნიადაგი ესაზღვრება ნივალური სარტყლის პრიმიტიულ, სუბალპური და ალპური სარტყლის მთა-მდელოს და სუბალპური სარტყლის მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგს.

შესწავლის ისტორია. პირველად მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგი გამოყო ნ. ბოგოსლოვსკიმ (1897) კირქვებზე ყირიმის მაღალმთიანეთში. შემდგომ ამ ნიადაგის მიმართ ჩამოყალიბდა ორი შეხედულება. ლ. პრასოლოვი (1909), ს. ნეუსტრუევი (1908) შუა აზიაში, ი. ანტიპოვ-კარატაევი და ლ. პრასოლოვი (1932) ყირიმში, ი. ლიეროვსკი (1945), მ. პერშინა (1949), გ. ახვლედიანი (1958), ვ. ფრიდლანდი (1966) კავკასიაში უკავშირებდნენ ამ ნიადაგის წარმოქმნას კარბონატებით მდიდარ ქაბენს, კირქვებს, კარბონატულ ფიქლებს.

ამ ავტორებისგან განსხვავებით, კ. პანკოვის (1930) აზრით, მონღოლეთში მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგი ფორმირდება მაღალმთიანეთის მშრალ რეგიონებში უკარბონატო ქანებზე. ამავე დასკვნამდე მივიდა ს. ზონი (1950) კავკასიის მაღალმთიანეთის ნიადაგის შესწავლისას. ეს ნიადაგი გამოიყოფა ამიერკავკასიის ზეგანზე ფუძეამომღვრეულ ქანებსა და ტუფებზე (ტალახაძე, მინდელი, 1980).

უახლესი გამოკვლევებით (ურუშაძე, ქურციშვილი, სანაძე, 2008), საქართველოში გავრცელებული მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგების საკმაო ნაწილი მიეკუთვნება ე.წ. ანდოსოლებს ანუ ნიადაგებს, რომლებიც ვითარდებიან ვულკანურ ფერფლებზე, ტუფებზე, პემზასა და სხვა ეფუზიურ ვულკანურ მასალაზე, ნაწილობრივ, სხვა სილიკატურ ნაფენებზე გორაკბორცვიან და მთის რელიეფის პირობებში ნაირგვარ თერმული პირობებისა და მცენარეული თანასაზოგადოებების ქვეშ. ფოროვანი სუბსტრატის სწრაფი გამოფიტვა ინვევს მდგრადი ორგანო-მინერალური ნაერთების დაგროვებას და სუსტად დაკრისტალებული მინერალების (ალოფანების და იმოგოლითის) წარმოქმნას.

ეკოლოგია. მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგი ვითარდება მაღალმთიანეთის ზონაში ალპური და სუბალპური გასტეპებული მდელოებისა და გამდელოებული სტეპების ქვეშ. რელიეფი წარმოადგენს ვულკანურ პლატოს, რომლის ცენტრალური ნაწილი უკავია ვულკანური კონუსების ორ მერიდიანულ სისტემას – კეჩუთისა და აბულსამსარის ქედებს. დედაქანები ძირითადში წარმოდგენილია ფუძე ვულკანური ქანებით, ანდეზიტ-ბაზალტებით და ბაზალტებით.

კლიმატი ცივია, მოკლე, გრილი ზაფხულით და ხანგრძლივი მკაცრი ზამთრით. ყველაზე ცივი თვის – იანვრის ტემპერატურა -7,8 °C. ხოლო ყველაზე თბილი – აგვი-

სტოსი 13,6 °C. საშუალო წლიური ტემპერატურა – 3,2 °C. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 4 თვეა. უყინვო პერიოდი გრძელდება ერთ-ორ თვეს. ნალექების წლიური რაოდენობა 605 მმ-ია. ნალექების მაქსიმალური რაოდენობა აპრილ-ივნისშია. ჰაერის საშუალო წლიური ფარდობითი ტენიანობა 78 %, დატენიანების კოეფიციენტი 1-3. ნიადაგების წყლის რეჟიმი ჩამრეცხია, ხოლო ზომიერად დატენიანებულ რეგიონებში გვალვიანი პერიოდით – პერიოდულად ჩამრეცხია.

მდელოების მცენარეულობაში ჭარბობს წივანა და ისლი. სხვა სახეობიდან აღსანიშნავია ჭრელი შვრიელა, სამყურა, კეწეწურა. წივანიანი მდელოები გვხვდება სხვადასხვა პირობებში, მშრალიდან ტენიანამდე, ციცაბო ქვიანი ფერდობებიდან გაეკაებულ წყალგამყოფ სივრცეებამდე, რაც სახეობის პლასტიკურობით აიხსნება. ამ მდელოების კვებითი ღირებულება საშუალოა, მაგრამ ცხვარი აქ კარგად იკვებება. საკმაოდ გავრცელებულია ძიგვიანებიც.

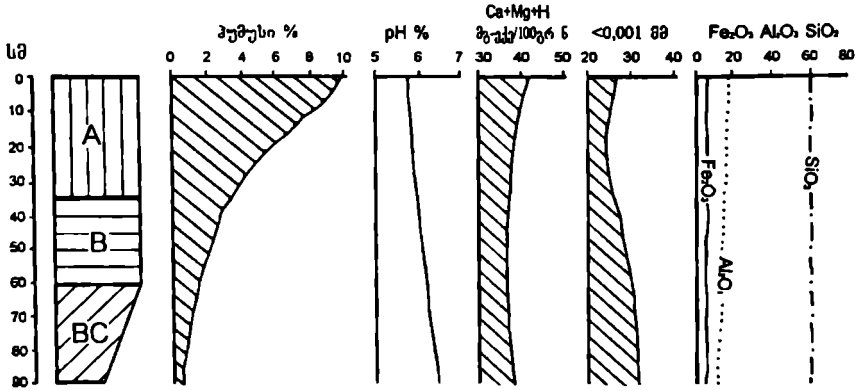
პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

A – ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი ზედაპირიდან სხვადასხვა ხარისხით გაკორდებული, სიმძლავრით 30-45 სმ, შავ (მუქი-რუხი)-ყავისფერი იერით, მყარ-მარცვლოვანი (კოშტოვან-მარცვლოვანი), თიხიანიდან თიხნარამდე, ბევრია ფესვები, მომკვრივო, სუსტად წვრილფოროვანი, ხრეშიანი; ხრეში შხუის 10% HCl-დან. გადასვლა თანდათანობითი.

B – ილუვიური ჰორიზონტი სიმძლავრით 25-35 სმ, მუქი რუხ-ყავისფერი იერით, მყარ-კოშტოვან-მარცვლოვანი, თიხიანიდან თიხნარამდე, გვხვდება ფესვები, უფრო მეტად ხრეშიანია; ხრეში შხუის 10% HCl-დან. გადასვლა მკვეთრია.

BC – გარდამავალი ჰორიზონტი, შენებასა და შეფერვაში ნიადაგწარმომქმნელი ქანის ნიშნების სიჭარბით.

ამგვარად, მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგი ხასიათდება სუსტად მჟავე რეაქციით, ჰუმუსის მაღალი შემცველობით (ჰორ. A_1-8,43-12,61 %) და პროფილის ღრმა ჰუმუსირებით (ჰორ. BC-ში ჰუმუსის შემცველობა 2,34-5,35 %), ჰუმუსის ჰუმატუ-



ნახ. 49. მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგის პროფილი და ძირითადი თვისებები

რი ტიპით, შთანთქმის მაღალი ტევადობით (34,27-47,80 მგ-ექვ/100 გპ ნიადაგზე), სუსტი არამაძღრობით, თიხნარი ან თიხა მექანიკური შედგენილობით, სიღრმით ან პროფილის შუა ნაწილში ლექის ფრაქციის და ფიზიკური თიხის გადიდებული შემცველობით, თიხამინერალებში ჰიდროქარსების სიჭარბით.

მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგის ძირითადი ელემენტარული პროცესებია: ჰუმუსსიალიტიზაცია, ჰუმუსწარმოქმნა, გაკორდება და გასტრუქტურება.

მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგი განსხვავდება მთა-მდელოს ნიადაგისგან მუქი შეფერილობით, მყარი სტრუქტურით, ნაკლებად მჟავე რეაქციით, მაღალი შთანთქმის ტევადობით, ჰუმუსის მაღალი შემცველობით და ღრმა ჰუმუსირებით, ჰუმუსის ჰუმატური ტიპით.

მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგი განსხვავდება შავმიწისგან ნაკლებად გამოხატული დიფერენციაციით გენეზისურ ჰორიზონტებად, კარბონატების უქონლობით, უფრო მაღალი ფორიანობით.

კლასიფიკაცია. მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგი აერთიანებს სამ ქვეტიპს: ტიპურს, გამოტუტულსა და კარბონატულს.

მთა-მდელოს შავმიწისებრი ტიპური ნიადაგი მორფოლოგიური შენებით შეესაბამება ტიპისთვის დამახასიათებელ აღწერას. მისთვის დამახასიათებელია სუსტად მჟავე ან ნეიტრალური რეაქცია, შთანთქმის ტევადობის საშუალო მაჩვენებლები და ფუძეებით მაძღრობის საშუალო ხარისხი.

მთა-მდელოს შავმიწისებრი გამოტუტული ნიადაგი განსხვავდება ტიპურისგან იმით, რომ ხრეში 10 % HCl არ შხუის; ნაკლებად მყარი სტრუქტურით, გადიდებული სიმძლავრით, სუსტად მჟავე რეაქციით, შთანთქმის დაბალი ტევადობით.

მთა-მდელოს შავმიწისებრი კარბონატული ნიადაგი ხასიათდება კარბონატების არსებობით მთელ პროფილში, სუსტად ტუტე რეაქციით, შთანთქმის მაღალი ტევადობით.

მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგის ქვეტიპებში გამოიყოფა შემდეგი გვარები:

ჩვეულებრივი – ვითარდებიან ფუძეამონაღვარ ქანებზე. მორფოლოგიური შენება, შედგენილობა და თვისებები შეესაბამება იმ ქვეტიპებს, რომელთა ფარგლებშიც გამოიყოფა ეს ნიადაგი.

მკვრივკორდიანი –ხასიათდება მკვრივი დაურღვეველი კორდით.

ფაშარკორდიანი – გაიშვიათებული, გამეჩხერებული კორდით.

მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის სიმძლავრის მიხედვით იყოფა სახეობებად. მცირე სიმძლავრის – <20 სმ; საშუალო – 20-40 სმ; მძლავრი >40 სმ.

გენეზისი. მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგი ფორმირდება ფუძე-ქანებზე, რაც ბევრად განსაზღვრავს ჰუმატური ჰუმუსის წარმოქმნას და მასში კალციუმთან დაკავშირებულ ჰუმინის მჟავების მე-II ფრაქციის გადიდებულ შემცველობას. ეს აპირობებს არა მარტო პროფილის მუქ შეფერილობას, არამედ მყარ მარცვლოვან სტრუქტურასაც. ფუძე-ქანების ორვალენტიანი კატიონების სიმდიდრეს უკავშირდება ნიადაგის გარკვეული გამოტუტვა. ქანების პეტროგრაფიული შედგენილობა გავლენას ახდენს არა მარტო ჰუმუსის დაგროვებაზე და ზოგიერთ თვისებაზე, არამედ აგრეთვე მცენარეული საფრის შედგენილობაზე და ევოლუციის თავისებუ-

რებაზე. ყველაფერი ეს აახლოვებს ამ ნიადაგს შავმიწებთან, რომლებისგან განსხვავებით, მათ პროფილში არ გააჩნიათ თავისუფალი კარბონატები.

გამოყენება. მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგი გამოიყენება სათიბ-საძოვრებად. მისი დაცვა და რაციონალური გამოყენება ითვალისწინებს შემდეგი ღონისძიებების გატარებას: გაძოვების ნორმირებას, სასუქების შეტანას, ნიადაგდაცვითი ძირითადი პრინციპების შესრულებას.

23.19. დამლაშებული ნიადაგები (სოლონეც ჰუმიკ – SOLONETZ HUMIC)

ზოგადი დახასიათება. დამლაშებული ნიადაგი აერთიანებს ბიც და ბიცნარებს. ბიცი ნიადაგი შეიცავს ადვილად ხსნად მარილებს ზედაპირიდანვე, ბიცნარები კი – ქვედა ფენების ამა თუ იმ სიღრმიდან.

დამლაშებული ნიადაგის საერთო ფართობი საქართველოში შეადგენს 1,6% (112 600 ჰა). ეს ნიადაგი ფართოდაა გავრცელებული აღმოსავლეთ საქართველოს ბარის ზონაში: ალაზნის, ელდარის, ტარიბანა-ნატბეულის, ლაკბეს, შავმინდვრის აკუმულაციურ ვაკეებზე; ჩაბანდაღის და დონღუზ-დარა უდაბნოს ეროზიული წყალგამყოფი ზეგნის დაბრილ ვაკეებსა და ფერდობებზე. ამის გარდა, ისინი გვხვდება ქვემო ქართლში (გარდაბნის, მარნეულის, სამგორის და კრწანისის ვაკეებზე) და ფრაგმენტულად – შუა ქართლში.

შესწავლის ისტორია. ჩვენში დამლაშებული ნიადაგის სისტემატური შესწავლა დაიწყო 30-იანი წლებიდან. ამ ნიადაგის შესწავლაში დიდი წვლილი შეიტანეს დ. გედევანიშვილმა, მ. საბაშვილმა, ნ. დიმომ, ს. ვოზნესენსკიმ, გ. ახვლედიანმა, ვ. ჩხიკვიშვილმა, ი. ანჯაფარიძემ, ი. ღოღობერიძემ და სხვ.

ეკოლოგია. კლიმატი მშრალი სუბტროპიკულია ცხელი ზაფხულით და თბილი, თითქმის უთოვლო ზამთრით. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 12,1-12,5 °C. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 4000-4500 °C. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 7 თვეა. ნალექების წლიური რაოდენობა შეადგენს 380-600 მმ. ნალექების მინიმუმი ზამთარშია, ხოლო მაქსიმუმი – მაისსა და ივნისში და აქვს თავსხმის ხასიათი. დატენიანების კოეფიციენტი 0,33-0,50.

რელიეფი წარმოდგენილია მთათაშორის დეპრესიებით, ალუვიური ვაკეების და დახშული ტბებისა და ნატბეური ელემენტებით. ბიციანი ნიადაგი ძირითადად განვითარებულია დეპრესიული ახალგაზრდა რელიეფის ელემენტებზე, ხოლო ბიცობიანი – შედარებით ძველი შემაღლებული რელიეფის პირობებში. რელიეფის განვითარების შესაბამისად, აკუმულაციურ ზონაში გრუნტის წყლის დგომის დონე მაღალია, რაც არსებით გავლენას ახდენს ნიადაგწარმოქმნის ხასიათზე.

ნიადაგწარმომქმნელი ქანები წარმოდგენილია ზედა პლიოცენის ნალექებით, ალუვიურ და პროლუვიურ-დელუვიური და დამლაშებული ნაფენებით და დამლაშებული თიხებით.

მცენარეულობა ძირითადად წარმოდგენილია ვეძიანებით და აგრეთვე ავშნიანების, ავშნიან-ყარღანიანი და ურო-ავშნიანი ფორმაციებით.

თვისებები. დამლაშებული ნიადაგი იყოფა ორ ჯგუფად: 1) ბიც და ბიცნარ და 2) ბიცობ და ბიცობნარ ნიადაგად. ბიცი და ბიცნარი ნიადაგი ხასიათდება ხსნადი

მარილების შემცველობით. ბიცობ და ბიცობნარ ნიადაგს კი ახასიათებს შთანთქმული ნატრიუმი და ტუტე რეაქცია.

ბიცი და ბიცნარი ნიადაგი ხასიათდება მძიმე მექანიკური შედგენილობით. მათი უდიდესი ნაწილი მიეკუთვნება თიხებს. შთანთქმულ კატიონებში ჭარბობს კალციუმი, მაგრამ ნატრიუმი და მაგნიუმი საკმაო რაოდენობითაა წარმოდგენილი. ჰუმუსის შემცველობა დაბალია. სიღრმით ის მკვეთრად ეცემა. თიხამინერალები წარმოდგენილია მონტმორილონიტით და აგრეთვე ჰიდროქარსებით. მთლიანი ქიმიური ანალიზის მონაცემებით, ძირითადი ჟანგეულები არათანაბარი განაწილებით ხასიათდება.

ბიცი და ბიცნარი ნიადაგი ადვილად ხსნად მარილებს განსხვავებული რაოდენობით შეიცავს. ბიცებში მათი შემცველობა ზედა ფენებში 1,76-3,18 % შეადგენს, ხოლო სიღრმით ის 3,5-3,6 % აღწევს. ძლიერ დამლაშებული ნიადაგი ზედა ფენებში მარილებს ნაკლები რაოდენობით შეიცავს და ილუვიურ ჰორიზონტში მისი რაოდენობა მკვეთრად მატულობს. საშუალოდ დამლაშებულ ნიადაგში მარილშემცველი ჰორიზონტი უფრო ღრმადაა და ადვილად ხსნად მარილებსაც ნაკლები რაოდენობით შეიცავს. დამლაშება მკვეთრად გამოსახულ ქლორიდულ-სულფატურ ხასიათს ატარებს, თუმცა გვხვდება სოდიანი ბიცი და ბიცნარებიც. საქართველოს დამლაშებული ნიადაგის უდიდესი ნაწილის დამლაშებაში ძირითადად მონაწილეობს ნატრიუმის სულფატები – გლაუბერის მარილი და ქლორიდები. ნიადაგისთვის დამახასიათებელია საკმაოდ მაღალი საერთო ტუტიანობა.

დამლაშებული ნიადაგი ხასიათდება ცუდი ფიზიკურ-წყლოვანი და ჰაეროვანი თვისებებით, რაც აიხსნება მძიმე მექანიკური შედგენილობით, ცუდი სტრუქტურით, მოტნმორილონიტის გადიდებული რაოდენობით.

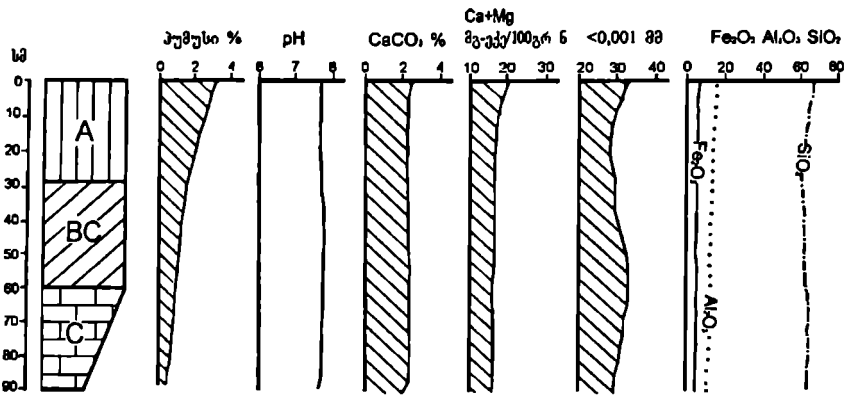
ბიცობიანი ნიადაგი ხასიათდება მძიმე მექანიკური შედგენილობით. თიხამინერალები ძირითადად წარმოდგენილია მონტმორილონიტით და ჰიდროქარსებით. ძირითადი ჟანგეულების შემცველობა დიდ ფარგლებში მერყეობს – სიღრმით კაჟმიწის შემცველობა კლებულობს, ხოლო ერთნახევარჟანგების – მატულობს. ნიადაგებისთვის დამახასიათებელია K_2O და Na_2O გადიდებული შემცველობა.

ბიციან ნიადაგთან შედარებით ბიცობიან ნიადაგს უფრო დიდი ფართობი უკავია. ბიცობიანი ნიადაგის მნიშვნელოვანი ნაწილი გავრცელებულია ბიც ნიადაგებთან ერთად.

ჰუმუსის შემცველობა ფართო ფარგლებში მერყეობს. ჰუმუსის უფრო დიდი რაოდენობა აღინიშნება სუსტ ბიცობებში, ხოლო ნაკლები – ძლიერ და საშუალო ბიცობებში.

ბიცობიანი ნიადაგი ხასიათდება ადვილად ხსნადი მარილების შემცველობის სხვადასხვა რაოდენობით. გვხვდება ისეთი ნიადაგიც, სადაც ხსნადი მარილები მცირე რაოდენობითაა. ნიადაგის ძირითადი გენეზისური თავისებურება არის ის, რომ ბიცობიანობა განისაზღვრება შთანთქმული ნატრიუმის შემცველობით; საშუალო- და ძლიერბიცობიან ნიადაგში შთანთქმული ნატრიუმის შემცველობა 30% აღწევს. საქართველოში ბიცობიანი ნიადაგის დიდი ნაწილისთვის დამახასიათებელია შთანთქმული მაგნიუმის მაღალი შემცველობა, რაც აძლიერებს ბიცობიანობას. ჩვენში გავრცელებულია ნატრიუმიანი, მაგნიუმ-ნატრიუმიანი და ნატრიუმ-მაგნიუმიანი ბიცობები.

ბიცობი ნიადაგი ხასიათდება ძალიან ცუდი წყალგამტარობით.



ნახ. 50. დამლაშებული ნიადაგების პროფილი და ძირითადი თვისებები

კლასიფიკაცია. ბიცი ნიადაგი ზედაპირიდანვე შეიცავს ადვილად ხსნად მარილებს, ხოლო ბიცნარები – ქვედა ფენების სხვადასხვა სიღრმიდან. ჰიდროლოგიური პირობების მიხედვით, ბიცი და ბიცნარი ნიადაგი იყოფა ჰიდრომორფულ და ავტომორფულ ნიადაგად. ჰიდრომორფული ბიცები და ბიცნარები ვითარდება მინერალიზებული გრუნტის წყლის ახლოს მდებარეობის პირობებში (1,5-3 მ-მდე). ავტომორფულ მლაშობებში მინერალიზებული გრუნტის წყალი ღრმადაა (10 მ-მდე). ბიცი და ბიცნარი ნიადაგი იყოფა შემდეგ ქვეტიპებად: 1) ტიპური, 2) მდელოს, 3) დაჭაობებული, 4) მეორეული მლაშობები.

ტიპური ჰიდრომორფული მლაშობის პროფილი სუსტადაა დიფერენცირებული და გამოირჩევა მთელს პროფილში ადვილად ხსნადი მარილების დიდი შემცველობით. გრუნტის წყალი ახლოს მდებარეობს.

მდელოს მლაშობი შეიცავს ხსნადი მარილების შედარებით ნაკლებ რაოდენობას და ფორმირდება ნაკლებად მინერალიზებული გრუნტის წყლის გავლენით.

დაჭაობებული მლაშობი ხასიათდება ხსნადი მარილების მაღალი შემცველობით და პროფილის გალებებით. ის ფორმირდება ჭარბტენიან პირობებში.

მეორადად დამლაშებული ნიადაგი ფორმირდება უწესო მორწყვის შედეგად გრუნტის წყლის ზეაწევით და ხსნადი მარილების ზედაპირზე დაგროვებით.

ბიცობების ჰუმუსიანი ჰორიზონტი არ არის დამლაშებული და შეიცავს შთანთქმულ ნატრიუმს, რაც განსაზღვრავს მის ბიცობიანობას – მაღალ ტუტე რეაქციას, სოდის წარმოქმნას, მაღალ დისპერსიულობას, ჰუმუსის ხსნადობას, კოლოიდების პეპტიზაციას და წყლის ცუდ გამტარებლობას; მშრალ მდგომარეობაში გადიდებულ სიმკვრივეს, ხოლო ტენიანობის დროს – სიბლანტეს.

ბიცობები იყოფა: 1) მდელოს-სტეპის, 2) სტეპის, 3) ნახევრად უდაბნოს ბიცობებად.

დამლაშების ხასიათის მიხედვით არჩევენ: 1) სოდიან, 2) შერეულ (სოდიან-სულფატურ-ქლორიდულ), 3) ქლორიდულ-სულფატურ-ბიცობიან ნიადაგს. შთანთქმული ნატრიუმის მიხედვით: 1) ძლიერ მცირე (ნატრიული 10%-მდე შთანთქმული ფუძეების ჯამიდან), 2) მცირე – 10-25 %, 3) საშუალო – 25-40 %, 4) ძლიერ ბიცობებს >40 %.

გამოყენება. ბიცი და ბიცნარები დაბალი ნაყოფიერების ნიადაგია და საჭიროებს გასაუმჯობესებელი ღონისძიებების გატარებას. განსხვავებული ხარისხით დამლაშებული ნიადაგი საჭიროებს სხვადასხვა ღონისძიებების გატარებას. მათი გაუმჯობესება დაკავშირებულია ჰიდრომელიორაციული, აგრომელიორაციული და აგროტექნიკური ღონისძიებების შესრულებასთან. პირველ რიგში, საჭიროა ადვილად ხსნადი მარილების ჩარეცხვა. ამის შემდეგ იწყება მელიორაციის მეორე ეტაპი, რომელიც მოიცავს ბაძოების მოსწორებას, ნიადაგის მოხვნას, სასუქების შეტანას და მრავალწლიანი ბალახების თესვას. ყველა ეს ოპერაცია უნდა მეორდებოდეს 7-8 წელიწადში ერთხელ ამ ნიადაგის სასურველ სიღრმემდე სრულ გამომლაშებამდე.

ბიცობიანი ნიადაგი ძირითადად ათვისებულია ერთწლიანი და მრავალწლიანი კულტურებით. ნიადაგი საჭიროებს ნაყოფიერების ასამაღლებელ ღონისძიებებს. ეს პირველ რიგში ეხება ქიმიურ მელიორაციას, როდესაც ხდება შთანთქმული ნატრიუმის ჩანაცვლება შთანთქმული კალციუმით. ჩვენში ამ ნიადაგის ქიმიურ მელიორაციისათვის გამოიყენება გაჯი. დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ბიოლოგიურ მელიორაციას. მინერალური სასუქების გამოყენება ხელს უწყობს ბიცობიანი ნიადაგის საკვები ელემენტებით მარაგის გადიდებას და აგრეთვე რეაქციის განეიტრალებას.

23.20. ალუვიური ნიადაგი (ფლუვისოლს – FLUVISOLS)

ზოგადი დახასიათება. ალუვიური ნიადაგი ხასიათდება რეგულარული დატბორვით და ნიადაგის ზედაპირზე ალუვიონის ახალი შრეების დალექვით. ეს ნიადაგი ხასიათდება ნაირგვარი რეჟიმით, შენებით და თვისებებით. მათი თვისებები ბევრად განისაზღვრება იმ აუზის ბუნებით, სადაც ვითარდება ეს ნიადაგები. ნიადაგურ პროფილს, ჩვეულებრივ, შემდეგი აგებულება აქვს: A-BC-C-CD.

ალუვიური ნიადაგის საერთო ფართობი საქართველოში შეადგენს 351 400 ჰა-ს (5,0 %). ფორმირდება საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე სხვადასხვა ბუნებრივ ზონაში.

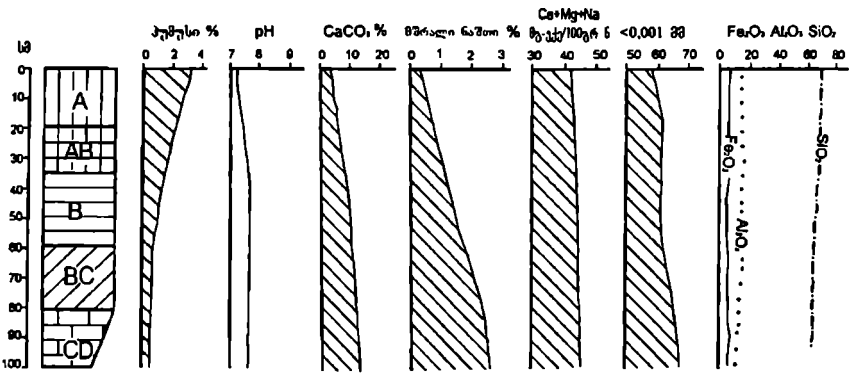
საქართველოს ცალკეული რეგიონების ალუვიური ნიადაგი შესწავლილია ს. ზახაროვის, დ. გედევანიშვილის, მ. საბაშვილის, ი. ბარათაშვილის, ა. მონერელიას, ა. ურუშაძის და სხვა მკვლევრების მიერ.

ეკოლოგია. ალუვიური ნიადაგი ფორმირდება სხვადასხვა ბუნებრივ ზონაში და ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში ხასიათდება იმ ზონის კლიმატური პირობებით. ასევე საკმაოდ ჭრელია ალუვიონის მასალა, რაზედაც ვითარდება ეს ნიადაგი. ბუნებრივი მცენარეულობა წარმოდგენილია ჭალის მცენარეულობით. დიდ ფართობზე ეს ტერიტორია ათვისებულია სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ქვეშ.

პროფილის შენება, თვისებები და ნიადაგწარმომქმნელი ელემენტარული პროცესები.

A – ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი სიმძლავრით 5-30 სმ, რუხი შეფერილობის, არამყარი წვრილკოშტოვანი სტრუქტურით, წვრილი ქვამრგვალებით. გადასვლა თანდათანობითი.

BC – გარდამავალი ჰორიზონტი 10-40 სმ სიმძლავრის, სხვადასხვა შეფერილობის (უფრო ხშირად მუქი რუხი), უსტრუქტურო, ხირხატიანი.



ნახ. 51. ალუვიური ნიადაგის პროფილი და ძირითადი თვისებები

C – ქანისკენ გარდამავალი ჰორიზონტი, უფრო ღია, ვიდრე ზედა ჰორიზონტი, უსტრუქტურო, ხირხატის გადიდებული შემცველობით.

ამგვარად, ალუვიური ნიადაგი ხასიათდება გენეტიკურ ჰორიზონტებზე სუსტი დიფერენციაციით, ცუდი გასტრუქტურებით, შრეობრივი აგებულებით, ხირხატიანობით.

მორფოლოგიური თავისებურებანი დასტურდება მიკრომორფოლოგიითაც.

ალუვიური ნიადაგი ხასიათდება მტვრიან-პლაზმური ელემენტარული მიკროაგებულებით, კომპაქტური მიკროშენებით და გადიდებული ფორიანობით, ჰუმუსის სუსტი შეფერილობით, სუსტი ოპტიკური ორიენტაციით, გადიდებული გარკინებით ზედა ჰორიზონტში.

ალუვიური ნიადაგი ხასიათდება მჟავე, ნეიტრალური ან ტუტე რეაქციით, იმისდა მიხედვით, თუ რომელ აუზში ფორმირდება ეს ნიადაგი. ჰუმუსის შემცველობა საშუალო ან მცირეა, ნიადაგის პროფილები ღრმად ჰუმუსირებულია. აზოტის შემცველობა მაღალი ან საშუალოა, შთანთქმის ტევადობა კი – დაბალი ან საშუალო. ამ ნიადაგის შრეობრივი აღნაგობა (პირველ რიგში მექანიკური შედგენილობის მიხედვით) ერთ-ერთი დიაგნოსტიკური მაჩვენებელია. ამისდა მიუხედავად, ძირითადი ჟანგეულების განაწილება როგორც ნიადაგში, ისე ლექის ფრაქციაში, მეტ-ნაკლებად თანაბარია.

თიხამინერალები წარმოდგენილია ფართო სპექტრით – მონტმორილონიტი, კაოლინიტი, ჰალუაზიტი, ჰიდროქარსები და სხვ. რკინის სხვადასხვა ფორმას არათანაბარი განაწილება აქვს. ამასთან, სილიკატური რკინის შემცველობა მკვეთრად ჭარბობს არასილიკატურს.

ალუვიური ნიადაგის ძირითადი ელემენტარული ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებია: ჰუმუსწარმოქმნა, გამდელოება და გალებება.

ალუვიური ნიადაგი განსხვავდება ზონალური ნიადაგისგან უფრო სუსტად განვითარებული პროფილით, შრეობრივი აგებულებით, გალებების ნიშნებით.

კლასიფიკაცია. ალუვიური ნიადაგი აერთიანებს ორ ნიადაგურ ტიპს: კორდიან მჟაველს და კორდიან მაძღარს.

ალუვიური კორდიანი მჟავე ნიადაგი ძირითადად ფორმირდება დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს მაღალმთიანეთის და ტყის ზონებში. ეს ტიპი იყოფა რამდენიმე ქვეტიპად: შრეობრივ-პრიმიტიული, შრეობრივი, ჩვეულებრივი და გაეწრებული.

ალუვიური კორდიანი მჟავე პრიმიტიული ნიადაგი ყველაზე ახალგაზრდა ნიადაგია. ის ფორმირდება გაიშვიათებული ბალახის მცენარეულობის ქვეშ. ნიადაგწარმოქმნის მორფოლოგიური ნიშნები სუსტადაა გამოხატული. ნიადაგი დაბალპროდუქტიულია.

ალუვიური კორდიანი მჟავე შრეობრივი ნიადაგი ხასიათდება კარგი გაკორდებით, შრეობრივი აგებულებით, დაბალი პროდუქტიულობით; გამოიყენება სახნავად და სათიბად.

ალუვიური კორდიანი მჟავე ჩვეულებრივი ნიადაგები ფორმირდება ცენტრალური მერიის ყველაზე მაღალ ელემენტებზე სხვადასხვა მექანიკური შედგენილობის ალუვიონზე. ის ხასიათდება მძლავრი პროფილით, კარგად გამოხატული ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, მაღალი ჰუმუსირებით და მეტ-ნაკლებად უზრუნველყოფილია საკვები ელემენტებით.

ალუვიური კორდიანი მჟავე გაეწრებული ნიადაგი ფორმირდება ცენტრალური მერიის რელიეფის ყველაზე მაღალ ელემენტებზე სხვადასხვა მექანიკური შედგენილობის ალუვიონზე ნაირბალახოვანი მდელოებისა და ხავსიან-ბალახოვანი ტყის ქვეშ. პროფილი შესამჩნევად დიფერენცირებულია და ხასიათდება გაეწრებული ჰორიზონტის არსებობით.

ალუვიური კორდიანი მაძღარი ნიადაგი ფორმირდება ძირითადში აღმოსაელეთ საქართველოს სტეპების ზონაში. ეს ტიპი იყოფა სამ ქვეტიპად: შრეობრივი-პრიმიტიული, შრეობრივი და ჩვეულებრივი.

ალუვიური კორდიანი მაძღარი შრეობრივ-პრიმიტიული ნიადაგი ხასიათდება ნიადაგწარმომქმნელი ალუვიონის ძლიერი შრეობრიობით, სუსტი და წყვეტილი ჰუმუსდაგროვებით. ნიადაგის პროფილში გამოიყოფა სუსტად გამოხატული გაკორდება.

ალუვიური კორდიანი მაძღარი შრეობრივი ნიადაგი ხასიათდება ნიადაგწარმომქმნელი ალუვიონის კარგად გამოხატული შრეობრიობით. ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი კარგადაა გამოხატული. ნიადაგი ხშირად კარბონატულია; ჩვეულებრივ, აღინიშნება გალებების ნიშნები.

ალუვიური კორდიანი მაძღარი ჩვეულებრივი ნიადაგი ხასიათდება სუსტად გამოხატული შრეობრიობით, მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით.

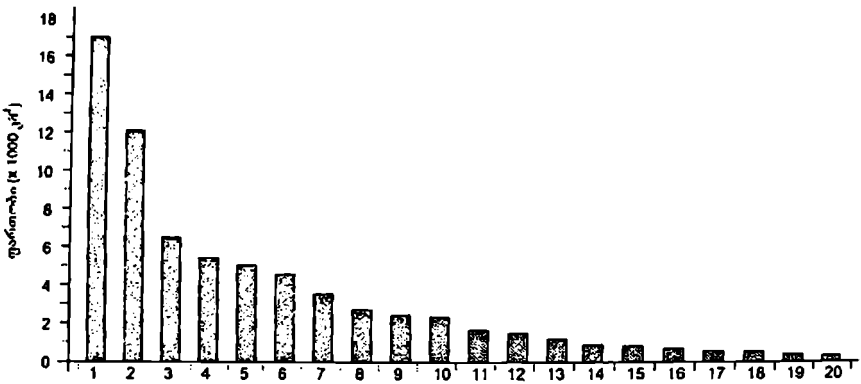
ალუვიური ნიადაგის ქვეტიპებში გამოყოფენ შემდეგ გვარებს:

ჩვეულებრივი – ამ გვარს გააჩნია ალუვიური ნიადაგის ზემოთ აღნიშნული ქვეტიპების ყველა ნიშანი და თვისება.

ქვამრგვალიანი – ქვამრგვალები აღინიშნება პროფილის ზედა ნაწილში.

ალუვიური ნიადაგი იყოფა სახეებად ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის სიმძლავრის მიხედვით: მცირესიმძლავრიანი (<20 სმ), საშუალო სიმძლავრის (20-დან 40-მდე) და მძლავრი (>40 სმ).

გენეზისი. ალუვიური ნიადაგი ფორმირდება ორი ძირითადი პროცესის შედეგად: ზონალური ნიადაგწარმოქმნის და მერიის. მდინარის კალაპოტისგან მოშორებით ძლიერდება ზონალური პროცესი, ხოლო მის სიახლოვესთან, პირიქით, ის სუსტდება.



ნახ. 52. საქართველოს ნიადაგებით დაკავებული ფართობები:
1. ყომრალი, 2. მთა-მდელოს, 3. ყავისფერი, 4. ალუვიური, 5. კორდიან-კარბონატული, 6. ყვითელ-ყომრალი, 7. მდელოს-ყავისფერი, 8. ყვითელმიწა, 9. შავი, 10. ყვითელმიწა-ეწერი, 11. შავმიწა, 12. წითელმიწა, 13. ჭაობიანი, 14. რუხი-ყავისფერი, 15. მთა-ტყე-მდელოს, 16. მთა-მდელოს შავმიწისებრი, 17. ყვითელმიწა-ეწერლებიანი, 18. მდელოს-რუხი-ყავისფერი, 19. დამლაშებული, 20. ყომრალ-შავი.

გამოყენება. ალუვიური ნიადაგი, როგორც წესი, დაბალი ბუნებრივი ნაყოფიერებით ხასიათდება და საჭიროებს სათანადო ღონისძიებების გატარებას, რომელიც უნდა გამომდინარეობდეს მისი დამახასიათებელი ნიშან-თვისებებიდან. ჭარბტენიან ალუვიურ ნიადაგში უნდა ჩატარდეს ღონისძიებები ზედმეტი წყლის მოსაცილებლად. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს სწორი აგროტექნიკური ღონისძიებების დანერგვას, მათ შორის, თესლბრუნვის შემოღებას, ნიადაგის წესიერ დამუშავებას, მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენებას და ყველა საჭირო სამუშაოს დროულად ჩატარებას.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რა აქვთ საერთო და რით განსხვავდება ტენიანი სუბტროპიკების ნიადაგები (წითელმიწა, ყვითელმიწა, ყვითელ-ეწერი, ყვითელმიწა-ეწერლებიანი)?
2. რა აქვთ საერთო და რით განსხვავდება მშრალი სუბტროპიკების ნიადაგები (რუხი-ყავისფერი, მდელოს-რუხი-ყავისფერი, ყავისფერი, მდელოს-ყავისფერი)?
3. რა აქვთ საერთო და რით განსხვავდება ყვითელ-ყომრალი და ყომრალი ნიადაგები?
4. რა აქვთ საერთო და რით განსხვავდება შავი ნიადაგი და შავმიწა?
5. როგორია დასავლეთ საქართველოს ნიადაგების ზონალობა?
6. როგორია აღმოსავლეთ საქართველოს ნიადაგების ზონალობა?
7. როგორია სამხრეთ საქართველოს ნიადაგების ზონალობა?
8. როგორ მოვახდინოთ ნიადაგის დიაგნოსტიკა საველე პირობებში?

ნაწილი IV
მსოფლიოს ნიადაგური საფარი
თავი 24. მსოფლიოს ნიადაგური რუკები

დედამიწის ნიადაგურ საფარზე ყველაზე სრულ წარმოდგენას გვაძლევს მსოფლიოს ნიადაგური რუკები. საერთოდ, რუკა წარმოადგენს რომელიმე ტერიტორიის გამოსახვას გარკვეული შემცირებით. ნიადაგური რუკა არის გარკვეული ტერიტორიის ნიადაგური საფრის გამოსახვა. ის გვაძლევს თვალსაჩინო წარმოდგენას ნიადაგების ხარისხსა და განლაგებაზე. შემცირებები, რომლებზეც ნაჩვენებია რუკაზე სხვადასხვა ნიადაგის გავრცელების ფართობები, წარმოადგენს მასშტაბს.

ადგენენ და იყენებენ სხვადასხვა მასშტაბის ნიადაგურ რუკებს.

წვრილმასშტაბიანი რუკები (1 : 300 000 უფრო წვრილი მასშტაბი) ასახავენ ქვეყნების და კონტინენტების ნიადაგურ საფარს. მათი დანიშნულებაა – მიწის ფონდის აღრიცხვა, ბუნებრივი დარაიონება და სხვ.

საშუალომასშტაბიანი რუკები (მასშტაბი 1 : 300 000 – 1 : 100 000) წარმოადგენს ადმინისტრაციული რაიონების ნიადაგურ რუკებს. მათ ჩვეულებრივ იყენებენ ადგილობრივი დაგეგმარების მიზნით.

მსხვილმასშტაბიანი რუკები (მასშტაბი 1 : 500 000 – 1 10 000) წარმოადგენს შეზღუდული ტერიტორიის ნიადაგურ რუკებს სხვადასხვა სამეურნეო და გარემოსდაცვითი ღონისძიებების დაგეგმარების და განხორციელების მიზნით.

დეტალური რუკები (მასშტაბი 1 : 5 000 – 1 : 2 000) დგება ფერმების ტერიტორიებსა და აგრეთვე მრავალწლიანი და ტექნიკური კულტურების პლანტაციებისთვის.

მსოფლიოს ყოველი ნიადაგური რუკა წარმოადგენს დროის გარკვეულ პერიოდში ნიადაგების გეოგრაფიაზე ცოდნის განზოგადებულ შედეგს. ამაუდროულად, მსოფლიოს ყოველი ნიადაგური რუკა ასახავს კარტოგრაფიული განზოგადების მეთოდოლოგიასა და ტექნიკას. ამიტომ, მსოფლიოს ნიადაგების კარტოგრაფიის ისტორია იძლევა ნიადაგების გეოგრაფიისა და კარტოგრაფიის განვითარების განხილვის საშუალებას.

მსოფლიოს ნიადაგების კარტოგრაფიას საფუძველი ჩაუყარა ვ. დოკუჩაევის მიერ 1889 წელს შედგენილმა „ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ნიადაგური ზონების სქემამ". ის მხოლოდ რვა დანაყოფს, მათ შორის ხუთ განივ ნიადაგურ ზონას, შეიცავდა და ნამდვილად წარმოადგენდა კარტოგრაფიულ სქემას. მაგრამ რუკის პრინციპული მნიშვნელობა იყო განსაკუთრებით დიდი. პირველად იქნა ნაჩვენები, რომ დედამიწაზე ნიადაგების გავრცელება ქაოსური არ არის, მას აქვს კანონზომიერი და სრულად ახსნითი ხასიათი. მან თვალნათლივ ასახა ვ. დოკუჩაევის მიერ აღმოჩენილი ნიადაგების ზონალობის კანონი.

ეს კანონი საფუძვლად დაედო მსოფლიო ნიადაგური რუკების შემდგომ დამუშავებას. სხვადასხვა რუკის შედარება გვიჩვენებს, რომ მათი სრულყოფა მდგომარეობდა ნიადაგების სულ უფრო დიდი მრავალფეროვნების ასახვაში, მსოფლიოს ნიადაგური საფრის შენების სულ უფრო მეტ სირთულეში, გეოგრაფიულ-გენეტიკური კანონზომიერების და სხვადასხვა ნიადაგის გავრცელების საზღვრების დაზუსტებაში. კ. გლინკას მსოფლიოს პირველ ნიადაგურ რუკაზე (1906, 1915, 1927) იყო ნიადაგების სულ 18 დასახელება, ლ. პრასოლოვის რუკაზე (1937) – უკვე 30, ხოლო ი. გერასიმოვის რუკაზე (1956, 1960, 1964) – 93. თუ ვ. დოკუჩაევის და კ. გლინკას ნიადაგური რუკები ძირითადად შედგენილი იყო დედუქციური მეთოდით, ლ. პრასოლოვის რუკა და, განსაკუთრებით, ი. გერასიმოვის რუკა ნარმოადგენდა სხვადასხვა ქვეყნის ნიადაგმცოდნეების მიერ მიღებული მრავალრიცხოვანი კონკრეტული ნიადაგურ-კარტოგრაფიული მასალის განზოგადების შედეგს.

1974 წელს მოსკოვში ჩატარებულ ნიადაგმცოდნეთა მსოფლიოს მე-X საერთაშორისო კონგრესზე წარმოდგენილი იყო მსოფლიოს ახალი ნიადაგური რუკა ვ. კოვდას, ე. ლობოვას, გ. დობროვოლსკის და ბ. როზანოვის რედაქტორობით. რუკა არსებითად განსხვავდებოდა ადრე შედგენილი რუკებისგან როგორც მათი შედგენის პრინციპებით, ისე კარტოგრაფიული პარამეტრებით. რუკა შესრულებული იყო მასშტაბში 1 : 10 000 000 იმ დროს არსებული უახლესი ნიადაგურ-კარტოგრაფიული მასალის განზოგადების საფუძველზე. რუკის ლეგენდა შეიცავდა დაახლოებით 300 დანაყოფს. გარდა ნიადაგური გეოგრაფიის ზონალურ-ფაციალური კანონზომიერებებისა, რუკა აგრეთვე ასახავდა დედამიწის ნიადაგური საფრის ნიადაგურ-გეოქიმიურ და ზოგიერთ ევოლუციურ-გენეტიკურ კანონზომიერებებს. ნიადაგურ-გეოქიმიური დანაყოფები წარმოდგენილი იყო 12 ნიადაგურ-გეოქიმიური ფორმაციით, რომლებიც აერთიანებდნენ ნიადაგებს განვითარების ერთნაირი ისტორიით და გეოქიმიური გაცვლის და ორგანული და მინერალური ნივთიერებების ტრანსფორმაციის მიახლოებული ნიშნებით. ნიადაგის ლეგენდაში ყოველი ნიადაგურ-გეოქიმიური ფორმაცია მოკლედ იყო დახასიათებული ნიადაგის რეაქციით (pH), ჰუმუსის და მეორადი მინერალების შედგენილობის და თვისებების თავისებურებებით, გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის ძირითადი პროცესების ინტენსივობით და მიმართულებით; დამახასიათებელი იყო კლიმატური პირობები და ბუნებრივი მცენარეულობის ტიპები.

ნიადაგური საფრის ისტორიულ-ევოლუციური ნიშნები წარმოდგენილი იყო ნიადაგების ფორმირების რამდენიმე ასაკობრივი სტადიით – ყველაზე ახალგაზრდიდან ჰიდრომორფულ და პოლიჰიდრომორფულებისკენ. ნიადაგების მრავალი ტიპის ჰიდრომორფული წარსულის ჰიპოგენეტიკურობის მიუხედავად, ნიადაგური საფრის ევოლუციის ასეთი მიმართულება ძალიან ფართოდ არის გავრცელებული დედამიწის კონტინენტებზე, განსაკუთრებით, მეოთხეული მატერიკული გამყინვარების ზონებში, დიდ ტბურ-ალუვიურ ვაკეებზე და გვიანმეოთხეული ზღვის ტრანსგრესიების რაიონებში. ასეთივე მიმართულება აქვს ხმელეთის არიდიზაციის თანამედროვე პროცესს. ამგვარად, ეს რუკა მასში არსებული ინფორმაციით ადრე არსებულ რუკებთან შედარებით შეიძლება შეფასდეს როგორც ყველაზე დაწვრილებითი და მრავალმხრივი. მან ასახა მსოფლიოს ნიადაგური საფრის გენეზისისა და გეოგრაფიის ახალი კანონზომიერებანი.

მსოფლიოს ნიადაგურ რუკებს შორის განსაკუთრებული ადგილი ეკუთვნის ფაო/იუნესკოს მსოფლიო ნიადაგურ რუკას, რომლის შედგენა განხორციელდა ნიადაგმცოდნეთა საერთაშორისო საზოგადოების რეკომენდაციით და ამას დაეთმო თითქმის 20 წელი (1961-1978). ეს არის ნიადაგმცოდნეობის ისტორიაში მსოფლიოს პირველი რუკა, რომელიც დამუშავდა ნიადაგმცოდნეების საერთაშორისო თანამშრომლობის საფუძველზე. რუკის შედგენის მთავარ და ძალიან რთულ სამეცნიერო პრობლემას წარმოადგენდა მისი ლეგენდის შემუშავება რუკაზე გამოყოფილი ნიადაგური ერთეულების შეთანხმებული ნომენკლატურის და დიაგნოსტიკის საფუძველზე. რუკა გამოქვეყნებულია 19 ფურცელზე მასშტაბში 1 : 5 000 000, ათ ტომში, ფუნდამენტური განმარტებითი ტექსტებით.

რუკაში გამოყენებულ ნიადაგების ნომენკლატურას აქვს კომპილატიური ხასიათი. ზოგიერთი დასახელება ნასესხებია ეროვნული ნიადაგური კლასიფიკაციებიდან (რუსული, ფრანგული, გერმანული, იაპონური, პოლონური და სხვ.). უმრავლესობა შექმნილია ლათინური და ბერძნული ფესვების საფუძველზე.

რუკის ლეგენდაში თავიდან გამოყოფილი იყო პირველი დონის 26 ყველაზე მსხვილი ერთეული და მეორე დონის 160 ერთეული.

ფაო/იუნესკოს რუკის ღირსებას წარმოადგენს შეთანხმებული საერთაშორისო ნომენკლატურა და დიაგნოსტიკური კრიტერიუმები, რუკის შედარებით მსხვილი მასშტაბი, კარტოგრაფიული ერთეულების მახასიათებლების დიდი საინფორმაციო მოცულობა. ამიტომ ფაო/იუნესკოს რუკა არის მსოფლიოს ყველაზე დაწვრილებითი ნიადაგური რუკა.

საგულისხმოა, რომ რუკაზე ასახულია ნიადაგური საფრის თავისებურებანი კარტოგრაფიულ ერთეულებში არა ცალკეული ნიადაგური ტიპების, არამედ მათი შეხამებების (გაბატონებული და თანმხლები ნიადაგები), რასაც ემატება რელიეფის და ნიადაგური საფრის ზედაპირის მდგომარეობის დახასიათება. ასეთი მონაცემები საინტერესოა და სასარგებლოა მიწის რესურსების შესაფასებლად. ამიტომ ფაო/იუნესკოს მსოფლიოს ნიადაგური რუკა ნიადაგების მსოფლიო კარტოგრაფიაში ნინ გადადგმული ნაბიჯია, განსაკუთრებით წმინდა ფაქტოლოგიური და ტექნიკურ-კარტოგრაფიული თვალსაზრისით. რუკა საფუძვლად დაედო შემდგომ ფუნდამენტურ ნიადაგურ კვლევებს გლობალურ დონეზე. მის ბაზაზე 1982 წელს ჩატარდა მსოფლიოს ნიადაგური რესურსების შეფასება, დამუშავდა და განხორციელდა ნიადაგების სხვადასხვა სახის დეგრადაციის აღრიცხვის კონცეფცია, შედგენილ იქნა მიწების გაუდაბნოების (1984) და ნიადაგების დეგრადაციის (1984) მსოფლიო რუკები. ამ რუკებმა დაადასტურეს ნიადაგების დეგრადაციის თანამედროვე პროცესების გლობალური ხასიათი. დაიწყო და აქტიურად მიმდინარეობს სამუშაოები მსოფლიოს ნიადაგების და მიწების მონაცემების ციფრული ბაზის შესაქმნელად (Soil and Nerrain Digital Data Base) მასშტაბში 1 : 1 000 000 (პროექტი „Soter").

ფაო/იუნესკოს მსოფლიოს ნიადაგურმა რუკამ ხელი შეუწყო ნიადაგების კლასიფიკაციის და კარტოგრაფიის საკითხებში შემდგომ საერთაშორისო თანამშრომლობას. 1990 წელს გამოქვეყნდა ლეგენდის გადასინჯული ვარიანტი.

მრავალი საერთაშორისო დამუშავების და საკონსულტაციო თათბირების შედეგად, 1994 წელს მექსიკაში ნიადაგმცოდნეთა მე-XV საერთაშორისო კონგრესზე მიღებულ იქნა გადაწყვეტილება ფაო/იუნესკოს რუკის განახლებული ლეგენდის საფუძველზე მსოფლიო ნიადაგური რესურსების რეფერატული ბაზის (WRB) და-

მუშაობის შესახებ. ამასთან, პირველ დონეზე ნიადაგური კატეგორიების (ან ჯგუფების) გამოსაყოფად გადაწყდა ნიადაგების დაყოფა წამყვანი ნიადაგწარმომქმნელი პროცესის ხასიათის მიხედვით, რომელიც განსაზღვრავს ნიადაგების ყველაზე ტიპურ თვისებებს და ნიშნებს, ხოლო მეორე დონეზე – თანმხლები ნიადაგწარმომქმნელი პროცესის ხასიათისა და გამომჟღავნების მიხედვით.

ამგვარად, ნიადაგების მსოფლიო კლასიფიკაციაზე დღევანდელი მუშაობა ხასიათდება ნიადაგების ნაირგვარობის სისტემატიზაციის ორი პრინციპის თანდათანობითი დაახლოებით და ურთიერთშეღწევით: სუბსტანციური (ნიადაგების დიაგნოსტიკური ჰორიზონტების და დიაგნოსტიკური ნიშნების აღრიცხვისადმი განსაკუთრებული ყურადღებით) და პროცესუალ-გენეტიკური, რომელიც განაპირობებს ნიადაგების თვისებების, ნიშნების და ფუნქციების ერთობლიობას.

მუშაობა ნიადაგების მსოფლიო კლასიფიკაციის შექმნაზე არ გამორიცხავს შემდგომ ძიებებს და კლასიფიკაციების სრულყოფას ნიადაგმცოდნეობის ეროვნულ სკოლებში.

დიდი სამეცნიერო მნიშვნელობა აქვს ფუნდამენტურ ორტომიან ატლასს „დედამინის ბუნება და რესურსები" (Resources and Environment World Atlas, Vienna, 1998-1999), რომელიც შეიცავს სხვადასხვა მასშტაბის რუკების დიდ რაოდენობას, მათ შორის რუკებს: „მსოფლიოს ნიადაგურ-ეკოლოგიური დარაიონება" და „ხმელეთის არიდულობა. გვალვების ალბათობა და ნიადაგების მეორადი დამლაშება".

რუკა – „მსოფლიოს ნიადაგურ-ეკოლოგიური დარაიონება" – მასშტაბში 1:60 000 000 ყველაზე სრულად ახასიათებს დედამინის ნიადაგურ-ეკოლოგიურ რესურსებს, მსოფლიოს ცალკეული რეგიონების ეკოლოგიურ სპეციფიკურობას, ნიადაგწარმოქმნის ძირითად პარამეტრებს, ეკოლოგიურ პოტენციალს და განსაზღვრავს მიწათმოქმედების ოპტიმიზაციის გზებს. რუკაზე „ხმელეთის არიდულობა. გვალვების ალბათობა და ნიადაგების მეორადი დამლაშება" მასშტაბში 1:80 000 000 წარმოდგენილია არიდულობის საერთო სურათი, ხმელეთის ნიადაგური საფრის დამლაშება, ცნობები გვალვების ალბათობის და ნიადაგების მეორადი დამლაშების შესახებ, რომლებიც იძლევიან ინტეგრალურ ინფორმაციას გაუდაბნოების პროცესების რისკის და განვითარების შესახებ. რუკის ლეგენდა იძლევა ნიადაგური საფრის დეგრადაციის პოტენციალური ხარისხის შეფასების საშუალებას რეგიონალ და გლობალურ მასშტაბში.

მსოფლიოს ნიადაგური რუკების მოკლე ანალიზი იძლევა ნიადაგების გეოგრაფიის და კარტოგრაფიის შესახებ ზოგიერთი დასკვნის საშუალებას:

1. მსოფლიოს და მიმოხილვითი ახალი ნიადაგური რუკები გვიჩვენებენ, რამდენად უფრო რთული და მრავალფეროვანი გამოდგა მსოფლიოს ნიადაგური საფარი პირველ მსოფლიო რუკებზე ასახულ საწყის შეხედულებებთან შედარებით;
2. თავის დროზე დადგენილ ნიადაგების განედური და ვერტიკალური ზონალობის კანონებთან ერთად თანამედროვე ნიადაგური რუკები ასახავენ სხვა ნიადაგურ-ბიოკლიმატურ და ნიადაგურ-გეოქიმიურ კანონზომიერებებს, რაც გამოიხატება ნიადაგურ-კლიმატური ფაციესების (ერთიანობები, პროვინციები) და ნიადაგურ-გეოქიმიურ ფორმაციების (ნიადაგურ-გეოქიმიური ველები) არსებობაში. განხორციელდა ნიადაგების სხვადასხვა ტიპის ისტორიულ-გენეტიკური კავშირების (ნიადაგწარმოქმნის ჰიდრომორფული პირობების შეცვლა ავტომორფულით) ასახვა მსოფლიოს ნიადაგურ რუკაზე;

3. არსებითი განვითარება პოვა ნიადაგურ-გეოგრაფიულმა დარაიონებამ, როგორც ნიადაგების გეოგრაფიის ერთ-ერთმა მიმართულებამ, რაც საშუალებას იძლევა არა მარტო ყველაზე სრული და სისტემატური ფორმით ასახოს ნიადაგური საფრის შენების მთელი სირთულე მისი ორგანიზაციის სხვადასხვა დონეზე, არამედ ახსნას ნიადაგების გენეზისისა და გეოგრაფიის კანონების თვალსაზრისით.

ბუნებრივი რესურსების დაცვის და გამოყენების პრობლემის გამწვავებასთან დაკავშირებით, ნიადაგების მსოფლიო და მიმოხილვითი კარტოგრაფიის სამეცნიერო და პრაქტიკული ღირებულება საგრძნობლად გაიზარდა. ნიადაგების მსოფლიო და მიმოხილვითი, საკმაოდ სარწმუნო რუკების გარეშე შეუძლებელია მინის რესურსების გამოყენების და შეფასების პროგნოზების მეცნიერულად დასაბუთებული დამუშავება, სოფლის, სატყეო და მეურნეობის სხვა დარგების ზონალურ-რეგიონალური სპეციალიზაცია, მსხვილი მელიორაციული ღონისძიებების პროექტირება და განხორციელება, ნიადაგების დაცვა ნგრევისა და ქიმიური დაბინძურებისგან.

უკანასკნელი დროის ნიადაგურ-კარტოგრაფიული სამუშაოების გამოცდილება მიგვითითებს იმაზე, რომ ნიადაგების მსოფლიო და მიმოხილვითი კარტოგრაფიის შემდგომი განვითარება მჭიდროდ იქნება დაკავშირებული ნიადაგების გენეზისის და გეოგრაფიის თეორიის განვითარებასთან და ნიადაგური საფრის კვლევის აეროკოსმოსური მეთოდების ფართო გამოყენებასთან.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რა დანიშნულება აქვს ნიადაგურ რუკებს?
2. ვინ და როდის ჩაუყარა საფუძველი მსოფლიო ნიადაგური რუკების შედგენას?
3. რა დასკვნების საფუძველს იძლევა მსოფლიოს ნიადაგური რუკების მოკლე ანალიზი?

თავი 25. მსოფლიოს ნიადაგურ-ბიოკლიმატური სარტყლები

მსოფლიოს თანამედროვე ნიადაგური რუკები და მათზე დაფუძნებული ნიადაგური დარაიონების სქემები იძლევიან დედამიწის ნიადაგური საფრის საკმაოდ დანვრილებითი დახასიათების შესაძლებლობას. დედამიწის და მისი კონტინენტების ნიადაგური საფრის მიმოხილვა ეყრდნობა მსოფლიოს ნიადაგურ-ბიოკლიმატურ დარაიონებას. ის იძლევა საშუალებას, განზოგადებული ფორმით შეფასდეს დედამიწის უმთავრესი ნიადაგური ტიპების გავრცელება ბიოკლიმატურ პირობებთან მჭიდრო კავშირში. ეს არის მეტად მნიშვნელოვანი გარემოება, რადგანაც სწორედ კლიმატი, ნიადაგი და მცენარეულობა წარმოდგენენ იმ ძირითად ფაქტორებს, რომლებიც განსაზღვრავენ ლანდშაფტების ბიოლოგიურ პროდუქტიულობას. ამიტომ ნიადაგურ-ბიოკლიმატური დარაიონება თავისი არსით არის ნიადაგურ-ეკოლოგიური. დედამიწის ნიადაგური საფრის თითქმის ნახევარი (42 %) მოდის ტროპიკულ სარტყელზე, უფრო ნაკლებ და ახლო ფართობებს იკავებს სუბტროპიკული, ბორეალური და სუბბორეალური სარტყლების ნიადაგური საფარი. ხმელეთის ნიადაგური საფრის მხოლოდ 4 % მოდის პოლიარულ საფარზე.

25.1. პოლიარული სარტყლის ნიადაგური საფარი

პოლიარული სარტყელი იკავებს ხმელეთის ფართობის 13 %. მისი ტერიტორიის 2/3 მეტი დაფარულია ანტარქტიდის, გრენლანდიის და სხვა კუნძულების მყინვარებით. ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში სარტყლის ფარგლებში გამოიყოფა ორი ნიადაგური ოლქი: ევრაზიული და ჩრდილოეთ-ამერიკული. სამხრეთ ნახევარსფეროში, ანტარქტიდაში არის ყინულისგან თავისუფალი მხოლოდ სულ მცირე რაიონები. პოლიარული სარტყლის თითქმის მთელ ფართობზე გავრცელებულია მრავალწლიანი მზრალობა. პოლიარული სარტყლის ნიადაგურ საფარში არჩევენ არქტიკულ და სუბარქტიკულ ზონებს. არქტიკულ ზონაში, რომელიც განსხვავდება ძალიან მკაცრი კლიმატით, მცენარეულობის ყვავილთკვალის ქვეშ მყინვარულ ნაპრალებში წარმოიქმნება არქტიკული ნიადაგები. ისინი ხასიათდება შემოკლებული პროფილით, გალებების ნიშნების უქონლობით, სუსტად მჟავე ან ნეიტრალური რეაქციით, შთამნთქავი კომპლესის ფუძეებით თითქმის სრული მაძღრობით. არქტიკული ზონის უკიდურეს ჩრდილოეთში ყველაზე არიდულ პირობებში ფორმირდება არქტიკული უდაბნოს ნიადაგები. ნალექების მცირე რაოდენობასთან და ოკეანეებიდან ქარით მარილების მოტანასთან დაკავშირებულია დამლაშებული და კარბონატული ქერქების არსებობა ქანების ხირხატის ზედაპირზე და მარილების ლაქები არქტიკული უდაბნოების პრიმიტიულ ნიადაგებზე.

სუბარქტიკულ ზონაში ნაკლებად ცივი და უფრო ტენიანი კლიმატით ხავსიან-ლიქენიანი და ხავსიან-ბუჩქნარი მცენარეულობის ქვეშ თიხნარ-თიხიან ქანებზე

ფართოდ არის წარმოდგენილი ტუნდრის ლებიანი ნიადაგები. სუსტი აორთქლება და ზედაპირთან ახლოს განლაგებული მრავალწლიანი მზრალობა ხელს უწყობს პროფილის გადატენიანებას და გალებებას. ტუნდრის ლებიანი ნიადაგები ხასიათდება მოძრავი ფულვატური ჰუმუსით და განსხვავდება არქტიკულებისგან მეტი მჟავიანობით და ფუძეებით ნაკლები მაძღრობით. ქვიანი და ღორღიანი მინერალოგიური შემადგენლობით მდიდარ ქვიშა-ქვიშნარ ქანებზე, კარგი დრენაჟის პირობებში, ფორმირდება ნიადაგები ყომრალი, მორფოლოგიურად არაგაეწრებული, არაგალებებული პროფილით – ტუნდრის „პოდბურები". ეს არის მჟავე, არამაძღარი ნიადაგები, გამდიდრებული ორგანული ნივთიერებით, რომლის შემადგენლობაში ჭარბობენ ფულვომჟავები, დაკავშირებული რკინასთან და ალუმინთან. სუბარქტიკული ზონის ნიადაგურ საფარში ფართოდ არის წარმოდგენილი ჭაობიანი ნიადაგები. პოლიარული სარტყლის ნიადაგური საფრის საერთო თავისებურებაა მზრალობის პროცესების გამომჟღავნებასთან დაკავშირებული კომპლექსურობა. არქტიკულ ზონაში და სუბარქტიკული ზონის კონტინენტალურ ნაწილებში გაბატონებულია ბზარ-ნანო-პოლიგონალური კომპლექსები. სუბარქტიკის უფრო ტენიან ოკეანურ და ზომიერად კონტინენტალურ ფაციესებში ყველაზე ფართოდ წარმოდგენილია მორევ-ბორცვიანი კომპლექსები.

ევრაზიული პოლიარული ოლქი ძირითადად მდებარეობს სუბარქტიკულ ზონაში. ჩრდილოეთ ამერიკის ოლქი მდებარეობს გაცილებით ჩრდილოეთით. კონტინენტთან მიმდებარე კუნძულებზე და ჩრდილოეთ გრენლანდიაში გაბატონებულია არქტიკული უდაბნოების ლანდშაფტები. ასეთივე, მაგრამ უფრო მშრალი და ცივი ლანდშაფტები დამახასიათებელია ყინულოვან საფარს მოკლებული ანტარქტიდის რაიონებისთვის.

პოლიარული სარტყლის ვრცელ ტერიტორიებზე გავრცელებულია ნადირობა და ირემობა. ტუნდრაში მინათმოქმედება ბუდოვანია, ძირითადად დახურული გრუნტის და ვითარდება ქალაქების და სამრეწველო ცენტრების მახლობლად. ტუნდრის ნიადაგები მცენარეული საფრის დარღვევის შემდეგ ადვილად განიცდიან ეროზიას, ამიტომ ტუნდრის ბუნების დაცვა უკიდურესი ჩრდილოეთის სამეურნეო ათვისებისას წარმოადგენს აქტუალურ პრობლემას.

25.2. ბორეალური სარტყლის ნიადაგური საფარი

ბორეალური სარტყელი მოიცავს დედამიწის ნიადაგური საფრის ფართობის 18 % და კარგად არის განვითარებული მხოლოდ ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში. ის მოიცავს სივრცეებს ზომიერად ცივი კლიმატით და ტაიგის ტყით ჩრდილოეთ ამერიკაში, ევროპასა და აზიაში. 10 °C მეტი ჰაერის ტემპერატურის ჯამი შეადგენს 600-2000°, სევეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 40-დან 150 დღემდეა. ზამთარში ნიადაგები იყინება 5-8 თვის განმავლობაში. სარტყლის საერთო ფართობის 34 % მოდის მთის ტერიტორიებზე. ნიადაგური საფარი ძირითადად განვითარებულია მეოთხეული ასაკის ფხვიერ სიალიტურ ნაფენებზე. ბორეალური სარტყლის ფარგლებში გამოიყოფა ნიადაგური ოლქების რამდენიმე ჯგუფი: 1) ტაიგა-ტყის კონტინენტალური ეწერი და ჭაობიან-ეწერი ნიადაგების სიჭარბით (ჩრდილოეთ ამერიკული და ევროპულ-ციმბირული); 2) მდელოს-ტყის ოკეანისპირა კორდიან-ტორფიანი

ნიადაგები (ისლანდიურ-ნორვეგიული, ბერინგო-ოხოტის და ოგნენოზემელსკაია); 3) მზრალურ-ტაიგური კრიოგენური (მზრალურ-ტაიგური) ნიადაგები (ჩრდილოეთ ამერიკული და აღმოსავლეთ ციმბირული).

ჩრდილოეთ ამერიკული და ევროპულ-ციმბირული ტაიგა-ტყის კონტინენტალური ოლქები განიცდიდნენ ძველ გამყინვარებას. ტერიტორიებზე გაბატონებულია მყინვარული და წყლოვან-მყინვარული რელიეფის ტიპები და მათთან დაკავშირებული სხვადასხვა გრანულომეტრული შედგენილობის მორენული, ფლუვიოგლაციური, ტბურ-მყინვარული ნაფენები, აგრეთვე პერიგლაციური ნაფენი ლესისებრი თიხნარები. ნიადაგური საფრის შენებაში გამოხატულია განედურ-ზონალური და ფაციალური კანონზომიერებანი, განსაკუთრებით ევროპულ-ციმბირულ ოლქებში. ნიადაგურ საფარში გავრცელებულია ლებიან-ეწერი, ეწერი, კორდიან-ეწერი ნიადაგები, მსუბუქ ქანებზე – ალფიჰუმუსული ეწერები. კონტინენტალურ ტაიგა-ტყის ოლქების ნიადაგური საფრის სტრუქტურაში შესამჩნევ როლს თამაშობენ ჭაობიან-ეწერი და ჭაობიანი ნიადაგები, კარბონატულ ქანებზე – კორდიან-კარბონატული ნიადაგები. გალეებების და დაჭაობების პროცესები განსაკუთრებით ფართოდ არის გავრცელებული დასავლეთ ციმბირის ვაკეზე.

დასავლეთ ევროპაში კარბონატულ ლესისებრ თიხნარებზე ფართოფოთლოვანი და წიწვიან-ფართოფოთლოვანი ტყეების ქვეშ განვითარებულია ყომრალები, ხოლო აღმოსავლეთ ნაწილში, უფრო კონტინენტალურ ოლქში (აღმოსავლეთ-ევროპული ვაკე) მის სამხრეთ საზღვართან, ისინი იცვლებიან რუხი ტყის ნიადაგებით. თავისებური რუხი ტყის ნიადაგები გვხვდება ჩრდილოეთ ამერიკული ოლქის ყველაზე კონტინენტალურ ნაწილში კლდოვანი მთების ძირში.

ბორეალური მდელო-ტყის ოკეანისპირა ოლქებისთვის დამახასიათებელია კორდიან-ტორფიანი სუბარქტიკული ნიადაგები ნაირბალახა-ხორბლიანი მდელოების ქვეშ. ამ ნიადაგებში წამყვანი პროცესი ჰუმუს-აკუმულაციურია. ამ ტერიტორიების ნიადაგური საფრის სპეციფიკური ნიშანია ფერფლოვან-ვულკანური ნიადაგების ფართო გავრცელება. განსაკუთრებით მრავლადაა ასეთი ნიადაგი კამჩატკაზე, კურილის და ალეუტის კუნძულებზე, ალიასკაზე. ფერფლოვან-ვულკანური ნიადაგები შრეებიანია და პერიოდული ფერფლვარდნის შედეგად შეიცავენ გადამარხებულ ნიადაგურ პროფილებს.

ბორეალური მზრალ-ტაიგის ოლქებში გამოყოფენ აღმოსავლეთ ციმბირის და ჩრდილოეთ ამერიკის ნიადაგურ ოლქებს. უკანასკნელების მთავარი განმასხვავებელი ნიშანია მრავალწლიანი მზრალობის არსებობა ნიადაგური პროფილის ფარგლებში ან მის ქვედა საზღვართან, რომელიც ზამთარში უკავშირდება ზედა, სეზონურად გამყინვარებად შრეს.

აღმოსელეთ ციმბირის ოლქი მოიცავს შუა და აღმოსავლეთ ციმბირის ვრცელ ტერიტორიებს. მისთვის დამახასიათებელია ექსტრაკონტინენტალური ცივი კლიმატი ატმოსფერული დატენიანების ცვლის დიდი დიაპაზონით, მთის რელიეფის ბატონობა და ნიადაგწარმომქმნელი ქანების შედგენილობის მრავალფეროვნება. მცენარეულობა წარმოდგენილია ღიაწიწვიანი ლარიქსიანი ტაიგით. ოლქის ფარგლებში ბატონობენ ნიადაგური საფრის მთა-ზონალური მაკროსტრუქტურები, რომლებიც წარმოდგენილია ორი ძირითადი სარტყლით – მთა-ტაიგის და მთა-ტუნდრის. ვაკე ტერიტორიაზე არჩევენ ორ ქვეზონას: ჩრდილო- და შუატაიგურს. ნიადაგურ საფარში თიხნარ-თიხა ქანებზე ჭარბობენ ლებიან-მზრალურ-ტაიგის (ჩრდილოეთ

ტაიგაში) და მზრალურ-ტაიგის (შუა ტაიგაში) ნიადაგები მზრალურ-ჭაობიან ნიადაგებთან ერთად.

წვრილმიწა-ხირხატიან ელუვიონზე და ფუძე-ქანების ელუვო-დელუვიონზე თავისუფალი დრენაჟის პირობებში ფართოდაა გავრცელებული ჟანგმინა პოდბურები. უფრო მჟავე წვრილმიწა-ქვიან ქანებზე და ქვიშებზე ფორმირდება ალფეჰუმუსული ეწრები. კარბონატულ ქანებთან დაკავშირებულია ნეშომპალა-და კორდიან-კარბონატული ნიადაგები. ტრაპების თიხნარ-თიხიანი არახირხატიანი გამოფიტვის პროდუქტებზე ფორმირდება თავისებური ნიადაგები არადიფერენცირებული პროფილით – გრანუზომები.

შუა ტაიგის სამხრეთ ნაწილში ფუძე-ქანების თიხნარ-ხირხატიან ელუვიონზე გავრცელებულია ყომრალები უხეშჰუმუსიანი, ხოლო ქვედა მთა-ტყის სარტყელში სამხრეთ-ტაიგის ბალახიანი ტყეების ქვეშ – კორდიან-ტაიგის ნიადაგები.

ოლქის ყველაზე კონტინენტალურ მშრალ და ციე რაიონებში (ცენტრალურ-იაკუტიის ქვაბული) ბატონობენ ჩალისფერი მზრალური ნიადაგები, ხოლო მათ შორის რელიეფის დეპრესიებში გვხვდება მდელოს-შავმინა და დამლაშებული ნიადაგები. მარილების დაგროვებას ხელს უწყობს ქვაბული რელიეფი, მშრალი კლიმატი და მზრალური წყალმედეგობა.

ჩრდილოეთ ამერიკის მზრალურ-ტაიგის ოლქი ფართობით ნაკლებია და მისი ნიადაგური საფარი ნაკლებად მრავალფეროვანია. ოლქის ტერიტორია მდებარეობს ჩრდილოეთ ტაიგის ქვეზონაში. ნიადაგურ საფარში ჭარბობენ პოდბურები, ლებიან-მზრალურ-ტაიგის და მზრალურ-ჭაობიანი ნიადაგები.

ბორეალური სარტყლის სამიწათმოქმედო ათვისება ძლივს აღწევს 5 %. ამის მთავარი მიზეზია კლიმატური პირობების სიმკაცრე, პირველი რიგში, უმრავლესი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსაყვანად არასაკმარისი სითბო. ამიტომ ბორეალური სარტყლის ბიოლოგიური რესურსების სამეურნეო გამოყენების ძირითადი მიმართულებებია სატყეო მეურნეობა, ნადირობა და ირემობა. ამავდროულად, ტაიგა-ტყის ოლქების სამხრეთი რაიონები ნიადაგურ-კლიმატური პირობებით ხელსაყრელია მრავალი მარცვლოვანი და ტექნიკური კულტურის მოსაყვანად და ხდება მათი საკმაოდ ინტენსიური ათვისება. ნაყოფიერების ასამაღლებლად საჭიროა ორგანული და მინერალური სასუქების შეტანა და აგრეთვე დაჭაობებული მიწების მელიორაცია.

25.3. სუბბორეალური სარტყლის ნიადაგური საფარი

სუბბორეალური ნიადაგურ-ბიოკლიმატური სარტყელი ბორეალურზე ცოტა ნაკლებია და მასზე მოდის დედამიწის ნიადაგური საფრის ფართობის 16 %. სუბბორეალური სარტყელი ძირითადად გავრცელებულია ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში – ევრაზიასა და ჩრდილოეთ ამერიკაში, სამხრეთ ნახევარსფეროში მას მიეკუთვნება მხოლოდ უმნიშვნელო ტერიტორიები სამხრეთ არგენტინაში და ახალ ზელანდიაში. მთის მასივები ბორეალურ სარტყელში ფარავენ ზედაპირის 1/3. სუბბორეალური სარტყელი ბორეალურთან შედარებით სითბოთი უკეთ არის უზრუნველყოფილი და უფრო მკვეთრად დიფერენცირებულია დატენიანების მიხედვით. ტენიანი ოლქები იკავებენ მისი ფართობის 1/3 ცოტა ნაკლებს, ხოლო 2/3 მოდის არიდულ და სემი-

არიდულებზე. 10 °C მეტი ტემპერატურების წლიური ჯამი მერყეობს 2200-4000° ფარგლებში, საეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 130-დან 210 დღემდეა. გარდა ზოგიერთი ოკეანური სანაპიროების ნიადაგებისა, ზამთარში ნიადაგი იყინება რამდენიმე დღიდან 4-5 თვემდე. ნიადაგწარმოქმნა მიმდინარეობს სიალიტურ-კარბონატულ და უკარბონატო გამოფიტვის ქერქებზე. ნიადაგების განაწილებაში კარგად არის გამოხატული ჰორიზონტალური ზონალობა: განედური ევრაზიის შიდა ვაკეებზე და მერიდიანული ჩრდილოეთ და სამხრეთ ამერიკაში. ოკეანის ნაპირებიდან კონტინენტების შიგნით მოძრაობისას ხდება ლანდშაფტების ცვლა უფრო ტენიანებიდან უფრო მშრალებისკენ კლიმატის კონტინენტალურობის ზრდით, რაც ნიადაგებში იწვევს ფაციალური ცვლილებების გაჩენას. სარტყლის ფარგლებში გამოიყოფა ნიადაგური ოლქების სამი ჯგუფი: 1) ტენიანი ტყის ოლქები ყომრალებით; 2) სტეპის ოლქები შავმიწებით და წაბლა ნიადაგებით; 3) ნახევრად უდაბნოს და უდაბნოს ოლქები ღია-წაბლა, მურა ნახევრად უდაბნოს და რუხი-მურა უდაბნოს ნიადაგებით.

სუბბორეალური ტენიანი ყომრალი ტყის ოლქები განლაგებულია ყველა კონტინენტის ოკეანეების განაპირა მხარეს. ნიადაგურ საფარში გაბატონებულია ყომრალები. ისინი ფორმირდებიან ფართოფოთლოვანი, წიწვიან-ფართოფოთლოვანი და წიწვიანი ტყეების ქვეშ და ხასიათდება ჩამრეცხი წყლის რეჟიმით, ინტენსიური შიდანიადაგური მეტამორფული გათიხებით, მთელი პროფილის ან მისი ზედა ნაწილის მჟავე ან სუსტად მჟავე რეაქციით, ფუძეების არამაძღრობით, რკინის მოძრავი ფორმების გადიდებული შემცველობით, პროფილის სუსტი დიფერენციაციით გენეტიკურ ჰორიზონტებზე. ყომრალებს ყოფენ სუსტად არამაძღარ (ტიპური) და ძლიერ არამაძღარ ნიადაგებად. მათთან ერთად ფართოდ არის გავრცელებული ყომრალები გაუფერულებული ზედა ჰორიზონტით – ლესივირებული და გაეწრებული, ხოლო გაძნელებული დრენაჟის პირობებში ნიადაგებს უმეტესად აქვთ ზედაპირული გალეების ნიშნები. ამ ნიადაგების გენეზისი უფრო ხშირად დაკავშირებულია ლესივაჟთან და ელუვიურ-ლებიან პროცესებთან. რუსულ ლიტერატურაში ეს ნიადაგები გამოიყოფა „ფსევდოგაეწრებულების“ სახელწოდებით, ხოლო დასავლეთევროპულში – „ლესივე“ და „ცრულები“.

ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ფართობებით მნიშვნელოვანია დასავლეთევროპული და ჩრდილოეთამერიკული (ატლანტიკისპირა) ოლქები. დასავლეთევროპულმა ყომრალ-ტყის ოლქმა არ განიცადა გამყინვარება და ხასიათდება რთული რელიეფით (მთების, მაღლობების, აკუმულაციური ვაკეების მონაცვლეობით), ნიადაგწარმომქმნელი ქანების მრავალფეროვნებით, წარსულში ფართოფოთლოვანი ტყეების გაბატონებით. ნიადაგური საფარი წარმოდგენილია ყომრალების გენეტიკური რიგით (ტიპური, მჟავე, ლესივირებული, გაეწრებული), რომელთა შორის განსხვავებები ძირითადად განპირობებულია ქანების სიჭრელით და ზედაპირის დანაწევრების ხარისხით. ხშირად ისინი მონაცვლეობენ ეწერ ნიადაგებთან და რენდზინებთან. მთის მასივებით გარშემორტყმულ შიდა ვაკეებზე ფორმირდებიან გამოტუტული და გაეწრებული შავმიწები.

ჩრდილოეთამერიკული აღმოსავლეთ ყომრალ-ტყის ოლქი მდებარეობს ანტლანტიკური ოკეანის სანაპიროზე, ძირითადად შერეული და ფართოფოთლოვანი ტყეების ზონაში. ამ ოლქისთვის დამახასიათებელია ლესივირებული და მჟავე ყომრალები. ოლქის დასავლეთ ნაწილში მაღალბალახა ურო-ვაციწვერა პრერიების

ქვეშ გავრცელებულია შავმიწისებრი ნიადაგები, აშშ მათ უწოდებენ ბრუნიზემებს (ფრანგ. „brun“ – ყომრალი). შავმიწებისგან ისინი განსხვავდებიან ჩამრეცხი ტენის რეჟიმით, მჟავე რეაქციით, ჰუმუსის ფულვატური ტიპით, თიხა გამოფიტვით, ილუვიურ-კარბონატული ჰორიზონტის უქონლობით. სუსტად დრენირებულ ნაკეთებზე ისინი იცვლება თავისებური მდელო-შავმიწისებრი და უფრო ტენიანი შავმიწისებრი მდელოს ნიადაგებით, რომლებსაც პროფილში გააჩნია გალეების ნიშნები და რკინა-მანგანუმის კონკრეციები. პრერიების მდელო-შავმიწისებრი და მდელოს ნიადაგები გვხვდება აღმოსავლეთ-აზიურ ყომრალ-ტყის ოლქში, რომელიც გამოირჩევა უფრო ცივი, მუსონური კლიმატით. ნიადაგებში სეზონური მზრალობის ხანგრძლივი შენარჩუნება იწვევს ნიადაგების დროებით ზედაპირულ გადატენიანებას. ჩრდილოეთ ამერიკის დასავლეთი, სამხრეთ ამერიკის და ახალზელანდიური ტასმანიის ყომრალ-ტყის ოლქები ხასიათდება მთის რელიეფით და ნიადაგურ საფარში ტყის ყომრალი ნიადაგების გაბატონებით, რომლებიც სიმაღლით იცვლება მთა-მდელოს ნიადაგებით. ჩრდილოეთ და სამხრეთ ამერიკის ოლქების ნიადაგურ საფარში მნიშვნელოვან ადგილს იკავენებ ფერფლიან-ეულკანური ნიადაგები (ანდოსოლები).

სუბბორეალური სარტყლის ფარგლებში გამოიყოფა სამი სტეპის ოლქი, რომელთა ნიადაგური საფარი ძირითადად წარმოდგენილია სიალიტურ-კარბონატული გამოფიტვის ქერქებზე ფორმირებული შავმიწებით და წაბლა ნიადაგებით. მათ შორის მნიშვნელოვან ადგილს, განსაკუთრებით რელიეფის უარყოფით ფორმებზე, იკავებენ სხვადასხვა დამლაშებული ნიადაგები (ფართობის დაახლოებით 20 %). ნახევრად ჰიდრომორფული, ჰიდრომორფული და ალუვიური ნიადაგები იკავებენ ვაკე ტერიტორიების დაახლოებით 11 %.

სტეპის ოლქების ნიადაგური საფრის მაკროსტრუქტურაში ნათლად შეიმჩნევა ზონალურ-ფაციალური კანონზომიერებანი. ფართობით ყველაზე დიდი ეერაზიული ოლქი მდებარეობს კონტინენტის შუაგულში.

ჩრდილოეთ ამერიკის სტეპის ზონაში შავმიწების და წაბლა ნიადაგების ზონა გაჭიმულია მერიდიანული მიმართულებით. პროფილის შენებით და თვისებებით ამერიკული შავმიწები და წაბლა ნიადაგები ახლოს არიან ეერაზიის შესაბამის ნიადაგებთან. ჩრდილოეთ ამერიკის სტეპების ნიადაგურ საფარში ნაკლებად არის ბიცობიანი ნიადაგები და ბიცობები.

სამხრეთამერიკული სტეპის ოლქი ფართობით დიდი არ არის. აქ ჭარბობენ წაბლა ნიადაგები, ხოლო შავმიწები იკავებენ მცირე ტერიტორიას ანდების მთისწინებში კონტინენტის უკიდურეს სამხრეთ ნაწილში.

სუბბორეალური ნახევრად უდაბნოს და უდაბნოს ოლქები მოიცავენ სარტყლის ფართობის 1/3 მეტს და გავრცელებულია შუა და ცენტრალური აზიის ერცელ ტერიტორიებზე და ჩრდილოეთ და სამხრეთ ამერიკის ყველაზე არიდულ რაიონებში.

სუბბორეალური უდაბნოების და ნახევრად უდაბნოების ნიადაგური საფარი შედგება ღია-წაბლა და მურა ნახევრად უდაბნოს, რუხი-მურა უდაბნოს ნიადაგების და აგრეთვე ქვიშების, თაყირებისა და მლაშობებისგან. ატმოსფერული ნალექების უკიდურესად დაბალი რაოდენობა ხელს უწყობს ნიადაგურ სისქეში გამოფიტვის პროდუქტების შენარჩუნებას და გაბიცობების პროცესების განვითარებას და ნიადაგების დამლაშებას. ბიცობიანობა რამდენადმე სუსტდება რაიონებში მუსონური ტიპის ნალექებით. ცენტრალური აზიის მაღალმთის სისტემებში (ტიბეტის

მთიანეთი, პამირი და სხვ.) კლიმატის განსაკუთრებული სიმშრალის, სიცივის და მყინვარების სიახლოვეს ფორმირდება მაღალმთიანეთის უდაბნოს ნიადაგები – მცირე სიმძლავრის, ხირხატიანი, კარბონატული და მცირეჰუმუსიანი. შეკრულ დეპრესიებში დამლაშებული ტბების გარშემო ფართოდ არის გავრცელებული მლაშობები. ცენტრალურ-აზიური ოლქის ვაკე ტერიტორიებზე მჟღავნდება ჰორიზონტალური ზონალობა ღია-ნაბლა, მურა ნახევრად უდაბნოს და რუხი-მურა უდაბნოს ნიადაგების გავრცელებაში. ნიადაგური საფრის სტრუქტურის ყველაზე დამახასიათებელი ნიშანია, განსაკუთრებით ნახევრად უდაბნოში – კომპლექსურობა. ჩრდილოეთ ამერიკის ოლქის ნიადაგურ საფარში ჭარბობს ქვიშა და ხირხატიანი მურა ნახევრად უდაბნოს მცირეკარბონატული და მცირეთაბაშირიანი ნიადაგები, რომლებიც ცენტრალური მონღოლეთის ანალოგიური ნიადაგების მსგავსია. დიდი ტერიტორიები დაკავებულია ქვიანი და ხირხატიანი სუსტად განვითარებული ნიადაგებით. რელიეფის დეპრესიებში ტბების გარშემო გავრცელებულია მლაშობები და ბიცობები. სამხრეთ ამერიკის ოლქის ნიადაგური საფარი წარმოდგენილია პატაგონიის ზეგანის ღია-ნაბლა და მურა ნახევრად უდაბნოს ნიადაგებით, ძირითადად ქვიანი, ხშირად ვულკანურ ქანებზე. სასოფლო-სამეურნეო გამოყენების მხრივ სუბბორეალური სარტყელი დედამიწაზე ყველაზე მეტად ათვისებულია, მის ტერიტორიაზე თავმოყრილია მსოფლიოს სამიწათმოქმედო ფართობების 1/3 მეტი. ყველაზე მეტად გადახნულია შავმინები, ბრუნიზემები და წაბლა ნიადაგები. ამ ნიადაგებზე ნათესების შედგენილობაში გაბატონებულია საშემოდგომო ხორბალი და საგაზაფხული ხორბალი, სიმინდი, ქერი, შაქრის ჭარხალი, მზესუმზირა და სხვ. ეს არის მსოფლიოს მთავარი „პურის“ რაიონები. შავმინებზე და, განსაკუთრებით, წაბლა ნიადაგებზე მინათმოქმედების ძირითადი პრობლემაა – ნიადაგში ტენის დაგროვება. ყომრალები აგრეთვე ინტენსიურად გამოიყენება მინათმოქმედებაში, მაგრამ საჭიროებენ ორგანული და მინერალური სასუქების სისტემატურ შეტანას. უდაბნოებსა და ნახევრად უდაბნოებში ძირითადად საძოვრული მეცხოველეობაა. მინათმოქმედება აქ მორწყვადია, სახნავები იკავებენ უმნიშვნელო ფართობებს და დაკავშირებულია ოაზისებთან, სადაც არის წლის წყაროები.

25.4. სუბტროპიკული სარტყლის ნიადაგური საფარი

სუბტროპიკული სარტყელი მოიცავს მსოფლიოს ნიადაგური საფრის ფართობის 20 %. მთის ტერიტორიები შეადგენენ სარტყლის საერთო ზედაპირის 29 %. სუბტროპიკული სარტყელი სუბბორეალურზე უფრო თბილია. 10 °C მეტი ტემპერატურების წლიური ჯამი მერყეობს 4000-8000° ფარგლებში, სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 200-დან 365 დღემდეა. თბური რესურსები იძლევიან წელიწადში ორი სრული მოსავლის მიღების საშუალებას. ჭარბობენ არიდული და სუბარიდული ლანდშაფტები. ნიადაგწარმოქმნა ძირითადად მიმდინარეობს სიალიტურ კარბონატულ და დამლაშებულ გამოფიტვის ქერქებზე. ნიადაგების გავრცელებაში ჰორიზონტალურ ზონალობას აქვს შეზღუდული ხასიათი, მაგრამ კარგად არის გამოხატული ფაციალური თავისებურებანი. სუბტროპიკებში ლანდშაფტების და ნიადაგების ცვლა განპირობებულია ძირითადად დატენიანებით, რომელიც ოკეანური სანაპიროებიდან დაშორებისას მცირდება. სუბტროპიკული სარტყლის ფარგლებში არჩევენ ნიადაგური ოლქების სამ ჯგუფს: 1) ტენიან-ტყის ოლქები წითელმინებით და

ყვითელმიწებით; 2) ქსეროფიტულ-ტყის და ბუჩქნარ-სტეპის ოლქები ყავისფერი და რუხი-ყავისფერი ნიადაგებით და 3) ნახევრად უდაბნოს და უდაბნოს ოლქები რუხი და სხვადასხვა უდაბნოს ნიადაგებით.

სუბტროპიკული ტენიან-ტყის ოლქები გავრცელებულია ძირითადად კონტინენტების აღმოსავლეთ ჰუმიდურ განაპირა ადგილებში, სადაც წელიწადში 1000-დან 2500 მმ-მდე ნალექი მოდის. ფართობით ყველაზე მნიშვნელოვანია ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში განლაგებული ჩრდილოეთ ამერიკული და აღმოსავლეთ აზიური ოლქები. ნიადაგურ საფარში ჭარბობენ წითელმინები და ყვითელმინები. მათთვის დამახასიათებელია ჩამრეცხი ტენის რეჟიმი, მჟავე რეაქცია (pH 4,5-5,5). ჰუმუსის ფულვატური შემადგენლობა, ნიადაგების მინერალური ნაწილის ფერალიტური და სიალიტურ-ფერალიტური შედგენილობა $SiO_2 : Al_2O_3$ ვინრო შეფარდებით, განსაკუთრებით ლექის ფრაქციაში. წითელმინები ფორმირდება ფუძე ამონაღვარ ქანებზე ან ძველ ფერალიტურ გამოფიტვის ქერქებზე, ყვითელმინები უკავშირდება დანალექ ქანებს.

სამხრეთ ნახევარსფეროში ტენიანი სუბტროპიკების ფართობი ბევრად ნაკლებია. აქ გამოიყოფა ორი ოლქი: სამხრეთ ამერიკული და ავსტრალიური. სამხრეთ ამერიკულ ოლქში ჭარბობენ წითელმინები წინვიანი და წინვიან-ფოთლოვანი ტყეების ქვეშ და მონითალო-შავი ნიადაგები მაღალბალახიანი სუბტროპიკული პრერიების ქვეშ. ეს უკანასკნელები წარმოიქმნება ნაკლები ტენიანობის (800-1000 მმ) პირობებში წლის განმაელობაში ნალექების თანაბარი განაწილებით. მონითალო-შავ ნიადაგებში ფერალიტიზაცია შეხამებულია ინტენსიურ ჰუმუსწარმოქმნასთან, წყლის რეჟიმი ჩამრეცხია და კარბონატები პროფილში არ არის. მათთვის დამახასიათებელია საკმაოდ მძლავრი (50-60 სმ) ჰუმუსოვანი პორიზონტი მარცვლოვანი სტრუქტურით და ძირითადად ფულვატური ჰუმუსით, მთელ პროფილში მჟავე რეაქციით (pH 4,2-4,8). ზოგიერთი მკვლევარი მიაკუთვნებს ამ ნიადაგებს შავმინებს და თვლის, რომ მათი წითელი ფერი და ნიადაგური მასის ფერალიტიზაციის ნიშნები განპირობებულია ძველი წითელფერიანი გამოფიტვის ქერქით, რაზედაც ისინი ფორმირდებიან სამხრეთ ბრაზილიაში და ურუგვაიში. ადრეამერიკულ ლიტერატურაში ისინი გამოიყოფოდნენ რუბროზემების (ლათ. „ruber“ – წითელი) სახელწოდებით, ფაო/იუნესკოს ნომენკლატურით ისინი მიეკუთვნება ფაიზემებს (ბერძ. „phaeos“ – რუხი, მუქი). მონითალო-შავი ნიადაგები გავრცელებულია ჩრდილოეთ ამერიკულ სუბტროპიკულ ოლქში, მის დასავლეთ, ნაკლებად ტენიან ნანილში, მშრალი სუბტროპიკების საზღვარზე.

ავსტრალიური ტენიან-ტყის ოლქი ხასიათდება მთის რელიეფით და ნიადაგურ საფარში ყვითელმინების და ყვითელ-ყომრალი ნიადაგების გაბატონებით. ტენიან-ტყის ჰიდრომორფული ნიადაგები წარმოდგენილია ყვითელმინა-ლები, მდელოს, ჭაობიანი და ალუვიური ნიადაგებით.

სუბტროპიკული გვალვიანი ქსეროფიტულ-ტყის და ბუჩქნარ-სტეპის ოლქები გავრცელებულია ყველა კონტინენტზე. მათ აქვთ რთული რელიეფი. აქ ერთმანეთს ენაცვლება მთის ქედები, ზეგნები, პლატო და მთათაშორისი ღრმულები. ამიტომ ჰორიზონტალური ნიადაგური ზონები ძირითადად არ არის გამოხატული, მაგრამ გაბატონებულია მთის ზონალობა. ნიადაგურ საფარში ჭარბობენ ყავისფერი და რუხი-ყავისფერი ნიადაგები. ისინი ძირითადად ფორმირდება სიალიტურ-კარბონატულ გამოფიტვის ქერქებზე, ამასთან, ყავისფერი ნიადაგები გეხვდება დაბალ-ტანიანი გამეჩხერებული ქსეროფიტული ტყეების ქვეშ, ხოლო რუხი-ყავისფერი

ნიადაგები – ბუჩქნარი სუბტროპიკული სტეპების ქვეშ. ავსტრალიაში ყავისფერი ნიადაგები ვითარდება მშრალი ევკალიპტის ტყეების ქვეშ, ხმელთაშუა ზღვის ქვეყნებში – უხეშფოთლოვანი მარადმწვანე ბუჩქნარების („მაქვისი") მარცვლოვანი ბალახეული საფრის ქვეშ ან ფოთოლმცვენი ბუჩქნარების („შიბლიაკი") ქვეშ. მათთვის დამახასიათებელია არაჩამრეცხი წყლის რეჟიმი ცვლადტენიანი კლიმატის პირობებში. ეს განაპირობებს ინტენსიურ შიდანიადაგურ გამოფიტვას და პროფილის გათიხებას, განსაკუთრებით მის შუა ნაწილში, ნიადაგის სისქიდან ადვილად ხსნადი მარილების გამოტანას და პროფილის შუა და ქვედა ნაწილებში ილუვიურ-კარბონატული ჰორიზონტის წარმოქმნას. ყავისფერი ნიადაგები შეიცავენ 5-8 % ჰუმუსს, გააჩნიათ კატიონური გაცვლის მაღალი ტევადობა, ნეიტრალური ან სუსტად ტუტე რეაქცია. ხშირად ყავისფერ ნიადაგებს გააჩნიათ მოწითალო შეფერვა, რაც შეიძლება დაკავშირებული იყოს წითელფერიან ფერალიტურ ან ფერიტ-სიალიტურ გამოფიტვის ქერქთან. რუხი-ყავისფერი ნიადაგები იკავებენ გარდამავალ მდგომარეობას ყავისფერ ნიადაგებსა და რუხ ნიადაგებს შორის. ისინი განსხვავდება ყავისფერი ნიადაგებისგან პროფილის ნაკლები გათიხებით, ტუტე რეაქციით, ჰუმუსის დაბალი შემცველობით (2-4 %).

გვალვიანი და მშრალი სუბტროპიკების ნიადაგებს შორის სპორადულად გავრცელებულია თავისებური შავი დაწიდული ნიადაგები. ისინი ძირითადად ვითარდება ბრტყელ, სუსტად დანაწევრებულ ვაკეებსა ან დეპრესიებში, ხშირად გვხვდება მდინარეების ხეობებში და ტბურ ტერასებზე. შავი დაწიდული ნიადაგები ხასიათდება მძიმე გრანულომეტრული შემადგენლობით, დაწიდული შენებით, ძლიერი გათიხებით, შთანთქმული მაგნიუმის მაღალი შემცველობით, მეორადი მინერალების შემადგენლობაში მონტმორილონიტის მნიშვნელოვანი რაოდენობით. მათთვის დამახასიათებელია არაჩამრეცხი წყლის რეჟიმი და ხშირად კარბონატების მაღალი შემცველობა. წლის მშრალ პერიოდში ისინი მკვრივია და ბზარიანი, ხოლო ნოტიოში – ძლიერ გაჯირჯვებული და ბლანტი. ამ ნიადაგების გენეზისი დაკავშირებულია მათი განვითარების ჰიდრომორფულ ფაზასთან, რამაც გამოიწვია მათში ჰუმუსის მაღალი აკუმულაცია ნიადაგების მინერალური ნაწილის ინტენსიურ გარდაქმნასთან შეხამებაში. ბალკანეთის ნახევარკუნძულის ქვეყნებში ასეთი ნიადაგები გამოიყოფა „სმოლნიცების", მაროკოში – „ტირსების", სამხრეთ ამერიკაში – „ტერა-ნეგროს" სახელნოდებით. საერთაშორისო ნიადაგურ რუკებზე და კლასიფიკაციებში მათ მიიღეს „ვერტისოლების" (ლათ. „vertere" – მოტრიალება) სახელწოდება, რომ ხაზი გაესვათ გაჯირჯვების და დაბზარვის დროს ნიადაგური მასის გადაჯგუფების უნარისთვის. დაწიდულ ნიადაგებთან ერთად სუბტროპიკული გვალვიანი ოლქების ნიადაგური საფრის სტრუქტურაში მონაწილეობენ მდელოს-ყავისფერი, მდელოს-რუხი-ყავისფერი, მდელოს და ალუვიური ნიადაგები. მდელოს, ძირითადად დაწიდული ნიადაგების, ყველაზე დიდი მასივები აღინიშნება სამხრეთ-ამერიკულ ოლქში, პარაგვაის აუზში და აღმოსავლეთ-აზიურ ოლქში, ხუანხეს ქვემონელში.

სუბტროპიკულ სარტყელში ყველაზე დიდი ფართობები მოდის ნახევრად უდაბნოს და უდაბნოს ოლქებზე. აქ ჭარბობენ სიალიტური კარბონატული, ხშირად დამლაშებული და უხეშნატეხი გამოფიტვის ქერქები. აღნიშნული ოლქების ტერიტორიების სამ მეოთხედს იკავებენ სუბტროპიკული უდაბნოების პრიმიტიული და სუსტად განვითარებული ნიადაგები. მათი მრავალფეროვნება ბევრად განისაზღვრება ლითოლო-გეომორფოლოგიური პირობების თავისებურებებით. ყველაზე ფართოდ გავრცელებულია ქვიანი და ქვიან-თიხიანი უდაბნოების ნიადაგები. ამ უდაბნოები-

სთვის დამახასიათებელია ღორღის და კლდეების ზედაპირზე მუქი ქერქების წარმოქმნა, რომლებიც შეიცავენ რკინას და მანგანუმს და აგრეთვე დამლაშებულ, კარბონატულ, თაბაშირიან ქერქებს ნიადაგების ზედაპირზე. მათი წარმოშობა, როგორც ჩანს, უკავშირდება ქანების ძლიერ გაცხელებული ზედაპირისკენ აპკისებრი და ნაწილობრივ კაპილარული ტენის ამოწევას და მის შემდგომ აორთქლებას.

ზოგან ქვიან უდაბნოებში განვითარებულია რუხი-მურა უდაბნოს ნიადაგები. ყველაზე მეტად ისინი გვხვდება აზიაში. სუბტროპიკებში ქვიან-თიხიან უდაბნოებთან შედარებით ქვიშიანი უდაბნოები იკავებენ გაცილებით ნაკლებ ფართობს და, როგორც წესი, წარმოდგენილია გადაქარული ქვიშებით, რომლებიც მოკლებულია ნიადაგურ საფარს.

სუბტროპიკულ ნახევრად უდაბნოებში გავრცელებულია რუხი ტიპის ნიადაგები. ყველაზე ტიპური რუხი ნიადაგები წარმოიქმნება ლესისებრ ნაფენებზე და ლესებზე და დაკავშირებულია მთისწინებთან და მთისწინების ვაკეებთან. რუხ ნიადაგებს აქვთ ღრმა, მაგრამ სუსტად დიფერენცირებული პროფილი ზედა ქერქის გარეშე, კარბონატები აღინიშნება ზედაპირიდან და მათი მაქსიმუმი პროფილის შუა ნაწილშია. რუხი ნიადაგები შეიცავენ 1-3 % ჰუმუსს, გააჩნიათ სუსტი ტუტე რეაქცია, კარგი წყალგამტარობა, პროფილის შუა ნაწილში რამდენადმე გათიხებულია. ამ ნიადაგების გარდა, უდაბნოს ოლქების ნიადაგური საფრის სტრუქტურაში შესამჩნევ ადგილს იკავებს მლაშობები და თაყირები.

სუბტროპიკული სარტყლის სამიწათმოქმედო ათვისება შეადგენს 17 %. ყველაზე მეტად გადახნულია გვალვიანი და ტენიანი ოლქების ნიადაგები – ყავისფერი, ნითელმიწები და ყვითელმიწები, შავი დანიდული და ჭალის ნიადაგები. ნახევრად უდაბნოების და უდაბნოს ოლქებში მთავარი სამიწათმოქმედო ფართობები დაკავშირებულია რუხ და ჭალის ნიადაგებთან. ნილოსის, ტიბრის, ევფრატის, ინდის და სხვა მდინარეების აუზებში შეიქმნა სამიწათმოქმედო კულტურის ყველაზე ძველი ცენტრები. სუბტროპიკულ სარტყელში იზრდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ფართო ასორტიმენტი: ხორბალი, ბამბა, ვაზი, ციტრუსები, სუბტროპიკული კაკალნაყოფიანი და ნაყოფკენკროვანი კულტურები. სუბტროპიკებში სახნავების ნახევარზე მეტი არაა უზრუნველყოფილი ატმოსფერული ტენით და ამიტომ ირიგაცია წარმოადგენს სუბტროპიკული მიწათმოქმედების ერთ-ერთ მთავარ პრობლემას.

25.5. ტროპიკული სარტყლის ნიადაგური საფარი

ტროპიკული სარტყელი ყველაზე დიდია, მასზე მოდის დედამიწის ნიადაგური საფრის მთელი ფართობის 42 %. მთის ტერიტორიები უმნიშვნელოა და იკავებს საერთო ზედაპირის დაახლოებით 13 %. ტროპიკული სარტყელი ხასიათდება ცხელი კლიმატით და თანაბარი ტემპერატურებით მთელი წლის განმავლობაში – ყოველ თვეს საშუალოდ არანაკლებ 20-22 °C. სავეგეტაციო პერიოდი აღინიშნება მთელი წლის განმავლობაში. თბური რესურსები უზრუნველყოფენ წელინადში სამი მოსავლის მიღებას. ტროპიკებში, ტემპერატურული რეჟიმისგან განსხვავებით, ნალექების რაოდენობა და განაწილება მერყეობს განსაკუთრებულად დიდ ფარგლებში (50 მმ-ზე ნაკლები, 5000 მმ-მდე წელინადში), ამიტომ სწორედ ტენიანობის ფაქტორი არის ტროპიკულ სარტყელში ნიადაგწარმოქმნის პირობების ნათლად

გამოხატული დიფერენციაციის და, მაშასადამე, ნიადაგების ნაირფეროვნების მთავარი მიზეზი. ის აგრეთვე განისაზღვრება ქანების ნაირფეროვნების გავლენით, მათ შორის ძველი და ახალგაზრდა გამოფიტვის ქერქებით, რომლებიც განსაკუთრებით დამახასიათებელია ტროპიკული და სუბტროპიკული სარტყლებისთვის, რომლებმაც არ განიცადეს მეოთხეული გამყინვარება. სარტყლის ფარგლებში გამოიყოფა ნიადაგურ-ბიოკლიმატური ოლქების სამი ჯგუფი: 1) ტენიანი და ცვლადტენიანი ტყის; 2) გვალვიანი ქსეროფიტული ტყის და სავანისებრი; 3) ნახევრად უდაბნოს და უდაბნოს.

ტროპიკული ტენიანი ტყის ოლქები გავრცელებულია ყველა კონტინენტზე და იკავებენ სარტყლის დაახლოებით ნახევარს. ნიადაგურ საფარში ჭარბობენ წითელ-ყვითელი ფერალიტური და წითელი ფერალიტური ნიადაგები. ფერალიტიზაციის პროცესი მდგომარეობს მინერალური ნიადაგური მასის ღრმა გარდაქმნაში ყველა პირველადი მინერალების (გარდა კვარცის) დაშლით, ჩამრეცხი სისქის გარეთ დაშლის პროდუქტების გატანით და მასში კვარცის, რკინის და ალუმინის (ჰეტიტი და ჰიბსიტი), აგრეთვე კაოლონიტის ჯგუფის ($SiO_2 : Al_2O_3$ დაბალი შეფარდებით – 2), მეორადი თიხამინერალების ნარჩენი აკუმულაციით. ნიადაგების წითელი და ყვითელი ფერები უკავშირდება რკინის ჰიდროქსიდებს. ფერალიტური ნიადაგები ხასიათდება მჟავე რეაქციით (pH-4,0 – 5,0), დაბალი კატიონგაცვლითი უნარით (10 მგ-ექვ ნაკლები), ჰუმუსის შედარებით მცირე შემცველობით (4-5 % ზედა ჰორიზონტში და 1-2 % პროფილის ქვედა ნაწილში), მის შემადგენლობაში ფულვომჟავების სიჭარბით. წითელ-ყვითელი ფერალიტური ნიადაგები ფორმირდება მაღალპროდუქტიული მარადმწვანე ტენიან-ტროპიკული ტყეების ქვეშ, მთელი წლის მანძილზე ჰაერის 25-27 °C ფარგლებში და ნალექების დიდი რაოდენობით (წლის განმავლობაში 2500 მმ და მეტი). ნიადაგის ზედაპირზე მცენარეული მასის ყოველწლიური ჩამონაცვენი აღწევს ძალიან დიდ სიდიდეებს – 250-400 ც/ჰა. ჩამონაცვენის შემადგენლობაში არსებული ორგანული ნივთიერებების უმეტესი ნაწილი სწრაფად განიცდის მინერალიზაციას. მინერალიზაციის პროდუქტების ნაწილი, მათ შორის ბიოფილური ელემენტები, კვლავ ერთვება ბიოლოგიურ წრებრუნვაში მიკროორგანიზმებით, ნიადაგში მობინადრე ცხოველებით და ხეების ფესვთა სისტემებით. სხვა ნაწილი გამოფიტვის პროდუქტებთან ერთად გამოირეცხება ნიადაგიდან წითელ-ყვითელი ფერალიტური ნიადაგების წყლის რეჟიმის ინტენსიური ჩამრეცხი ტიპის წყალობით. ტროპიკული ტყის გაჩეხვის შემდეგ განთავისუფლებული ფართობები სამინათმოქმედო ათვისებისას განიცდის ინტენსიურ ეროზიას.

წითელი ფერალიტური ნიადაგები წარმოიქმნება მაღალბალახოვანი სავანების და ცვლადტენიანი ტყეების ქვეშ იმავე თერმულ პირობებში, როგორშიც წითელ-ყვითელი ნიადაგები, მაგრამ ნალექების ნაკლები რაოდენობით (1300-1800 მმ წელიწადში) და კარგად გამოხატული 3-4-თვიანი მშრალი სეზონით. ეს ხელს უწყობს რკინის ოქსიდების დეჰიდრატაციას, რის შედეგად ძლიერდება ნიადაგების წითელი ფერი და მათში იზრდება რკინის კონკრეციების წარმოქმნა.

რელიეფის უარყოფით ფორმებზე ან იმ ფერდობებზე, სადაც ზედაპირთან ახლოს ამოდიან ნიადაგურ-გრუნტის წყლები, იქმნება რკინის ნაერთების აკუმულაციის და რკინის და ალუმინის ოქსიდებით გამდიდრებული ნიადაგების ჰორიზონტების და სხვადასხვა სიმძლავრის გრუნტების ფორმირების ხელსაყრელი პირობები. ტენიან მდგომარეობაში ისინი ადვილად იჭრება დანით, მაგრამ გამოშრობისას სწრაფად მაგრდებიან და ემსგავსებიან აგურს. ამიტომ ინგლისელმა გეოლოგმა

ფ.ბიუკენმა, რომელმაც ისინი პირველმა აღწერა 1807 წელს, უწოდა მათ „ლატერიტი" (ლათინ. „later" – აგური). ზედაპირზე ლატერიტული ჰორიზონტების გამოსვლის შემთხვევაში ისინი წარმოქმნიან მკვრივ რკინის ჯავშანს. ფერალიტიზაციის და ლატერიზაციის პროცესების განვითარებისთვის საჭიროა არა მარტო ტენიანი ტროპიკული კლიმატისთვის დამახასიათებელი ჰიდროთერმული პირობები, არამედ ხანგრძლივი (გეოლოგიური ცნებით) დრო. ამიტომ ფერალიტური გამოფიტვის ქერქები წარმოადგენენ ძველ წარმონაქმნებს, რომლებიც დამახასიათებელია დედამიწის იმ რაიონებისთვის, რომლებმაც არ განიცადეს მეოთხეული გამყინვარება და მასთან დაკავშირებული დედამიწის ზედაპირის „გაახალგაზრდავება".

ტენიან ტროპიკებში კირქვებზე, მერგელებზე და ფუძე-ქანებზე გვხვდება მუქი-ნითელი ტყის ტროპიკული ნიადაგები. მათ მიიღეს მარგალიტური ან ფერალიტურ-მარგალიტური (ლათინ. „margo" – მერგელი) ნიადაგების სახელწოდება. ეს ნაყოფიერი ნიადაგებია, მაგრამ ისინი იკავებენ შეზღუდულ ფართობს. მნიშვნელოვან ტერიტორიებზე, ერცელ ვაკეებსა და მდინარეების აუზებში (ამაზონიის, კონგოს და სხვ. აუზები) განვითარებულია ლები, ალუვიური და ჭაობიანი ნიადაგები. ოკეანის სანაპიროებზე მოქცევის ზონაში ფორმირდება თავისებური მანგრის დამლაშებული ნიადაგები.

ტროპიკული ქსეროფიტულ-ტყის და სავანის ოლქები ტენიან-ტყის ოლქებთან შედარებით იკავებენ ნაკლებ ფართობს და განლაგებულია ძირითადად აღმოსავლეთ ნახევარსფეროში. ამ ოლქების ნიადაგურ საფარში გამოიყოფა ორი ნიადაგური ზონა: 1) ქსეროფიტული ტყეების ყავისფერ-წითელი ნიადაგების ზონა და 2) მშრალი სავანების წითელ-ყომრალი ნიადაგების ზონა. ყავისფერ-წითელი ნიადაგები გავრცელებულია მშრალი ტროპიკული მეჩხერების და ბუჩქნარების რაყეების ქვეშ, სადაც ნალექების რაოდენობა დაახლოებით 1000 მმ, ხოლო მშრალი სეზონი გრძელდება დაახლოებით 6 თვე. ყავისფერ-წითელ ნიადაგებს ძირითადად აქვთ ფერალიტური შედგენილობა კაოლონიტის ჯგუფის მინერალების სიჭარბით. ჰუმუსოვან ჰორიზონტში აღინიშნება ჰუმატურ-ფულვატური შედგენილობის ჰუმუსი 3-4 % ოდენობით, ნიადაგების რეაქცია სუსტად მჟავეა (pH-5-6). კატიონების შთანთქმის ტევადობა უმნიშვნელოა. ნიადაგურ მასაში მრავლად არის რკინის კონკრეციები, ხოლო ნიადაგების ზედაპირზე ხშირია რკინის ქერქები.

მშრალი სავანების წითელ-ყომრალი ნიადაგები ფორმირდება იმ ოლქებში, სადაც ნალექების რაოდენობა მერყეობს 300-დან 800 მმ-მდე და მშრალი სეზონის ხანგრძლივობა 6 და მეტი თვეა. ამ დროს ხეები ყრიან ფოთლებს, ბალახოვანი საფარი გადაიწვება, ნიადაგის ზედაპირზე მიმდინარეობს მცენარეული ნარჩენების სწრაფი მინერალიზაციის პროცესი. წითელ-ყომრალი ნიადაგების მინერალურ ნაწილს აქვს ფერალიტური შედგენილობა. ჰუმუსის რაოდენობა დაახლოებით 1 %, ნიადაგების რეაქცია სუსტი მჟავიდან სუსტ ტუტემდეა, პროფილის ქვედა ნაწილში ხშირად აღინიშნება ილუვიურ-კარბონატული ჰორიზონტი, შთამნთქავი კომპლექსი მაძღარია ფუძეებით და შთანთქმის ტევადობა აღწევს 10-15 მგ-ექვ. ყავისფერ-წითელ ნიადაგებთან შედარებით რკინის კონკრეციები წარმოიქმნება ნაკლები რაოდენობით.

ყავისფერ-წითელ და წითელ-ყომრალ ნიადაგებს შორის გვხვდება სუბტროპიკების შავი დაწიდული ნიადაგების ანალოგიური შავი დაწიდული ტროპიკული ნიადაგები. ტროპიკების ვერტისოლები აგრეთვე არიან პალეოჰიდრომორფული და ჰიდრომორფული ნიადაგები, მაგრამ გვხვდება აგრეთვე ამაღლებულ ვაკეებზე,

რომლებიც აგებულია ფუძე-ქანებით – ბაზალტები, გაბრო და სხვ. როგორც ნესი, ისინი განსხვავდება მძიმე გრანულომეტრული შედგენილობით, მაღალი შთანთქმის ტევადობით (60 მგ-ექვ-მდე 100 გ ნიადაგზე) ფუძეებით მაძღრობით, მეორად მინერალებში მონტმორილონიტის ჯგუფის მინერალების სიჭარბით. ისინი მიეკუთვნება სიალიტურ არამაძღარ ნიადაგებს ფართო მოლეკულური შეფარდებით ($SiO_2 : Al_2O_3$ = 3-5). ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი ხშირად აღწევს მეტრიან სიმძლავრეს და აქვს მუქი (თითქმის შავი) შეფერილობა ჰუმუსის მცირე შემცველობის პირობებში. ეს აიხსნება ჰუმუსის სპეციფიკური შედგენილობით, რომელშიც ჭარბობენ ნიადაგური მასის წვრილდისპერსულ ნაწილთან მყარად დაკავშირებული ჰუმინის მჟავების მდგრადი ფორმები. შავი ტროპიკული ნიადაგების ძირითადი დამახასიათებელი ნიშანია მათი შენების დაწიდულობა სეზონის მშრალ პერიოდებში ღრმა ბზარების არსებობით. როგორც ჩანს, დაწიდულობის მიზეზია ძალიან მძიმე გრანულომეტრული შედგენილობა (ლექი 70 %-მდე) და თიხა ნაწილაკების ძალიან მკვრივი წყობა, რომელიც წარმოიშობა ნიადაგების ძლიერი დატენიანების და დაშრობის პერიოდული ცელის პირობებში.

შავი დაწიდული ტროპიკული ნიადაგები წარმოადგენენ ტროპიკების ყველაზე მდიდარ და ნაყოფიერ ნიადაგებს. ისინი ფართოდ გამოიყენება ტროპიკულ მინათმოქმედებაში, განსაკუთრებით ბამბის და ბრინჯის მოყვანის დროს.

ტროპიკული ნახევრად უდაბნოს და უდაბნოს ოლქები იკავებენ ტროპიკული სარტყლის ფართობის დაახლოებით 1/4. ისინი გავრცელებულია ყველა კონტინენტზე, გარდა ჩრდილოეთ ამერიკისა. ნახევრად უდაბნოს საეანებში გამეჩხერებული დაბალბალახა საფრის ქვეშ ფორმირდება მოწითალო-ყომრალი ნიადაგები. ისინი მცირეჰუმუსიანია, თითქმის ყველგან კარბონატული, აქვთ სიალიტური შედგენილობა და სუსტად გარკინებულია, რითაც აიხსნება მათი შეფერილობის მანითალო იერი.

ტროპიკული უდაბნოების ნიადაგებს აგრეთვე აქვთ მოწითალო შეფერილობა, რაც გამოწვეულია ნიადაგების ძლიერი გაცხელების (60°C და მეტი) პირობებში ნიადაგური ნაწილაკების და მთის ქანების ზედაპირზე რკინის ოქსიდების დეჰიდრატაციის პროცესებით.

ტროპიკულ უდაბნოებსა და ნახევარუდაბნოებში ჭარბობენ თიხნარი და ღორღიან-ქვიანი, ხშირად გარკინებული ქარბონატული გამოფიტვის ქერქები. გაცილებით ნაკლებ ტერიტორიას მოიცავენ ქვიშიანი უდაბნოები, რომლებიც ხშირად გაკარბონატებულია და გარკინებული. როგორც თიხნარ, ისე ქვიშიან უდაბნოებსა და ნახევრად უდაბნოებში გაერცელებულია დამლაშებული ნიადაგები. ტროპიკულ უდაბნოებსა და ნახევრად უდაბნოებს შორის დიდ ფართობებს იკავებენ ძველი ფერალიტური გამოფიტვის ქერქები, რომლებიც წარმოიქმნა ნარსულ გეოლოგიურ პერიოდებში ტროპიკული გამოფიტვის პუმიდურ პირობებში და შემდგომ განიცადეს დაშლა და სხვა გეოქიმიური პროცესების გადაფარვა. განსაკუთრებით ფართოდ არის გავრცელებული ძველი ფერალიტური გამოფიტვის ქერქები და მათი პროდუქტების გადაფარვა ავსტრალიის უდაბნოებში.

ტროპიკული სარტყლის სამინათმოქმედო ათვისება შეადგენს 7 %. ყველაზე მეტად გადახნულია ვაკე ტერიტორიებზე შავი დაწიდული, მუქი-ნითელი მარგალიტის, ყავისფერ-ნითელი, წითელ-ყომრალი და ჭალის ნიადაგები. ტროპიკულ ოლქებში დიდი მნიშვნელობა აქვს სამთო მიწათმოქმედებას. ზოგიერთი მთის ნიადაგის სამინათმოქმედო ათვისების კოეფიციენტი უფრო მაღალია, ვიდრე ვა-

კეების ანალოგიური ნიადაგების. ტროპიკებში ძირითად სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს წარმოადგენს: ბრინჯი, შაქრის ლერწამი, ბამბა, ბატატი, ყავა, კაკაო, ზეთის პალმა, კაუჩუკოვნები, ბანანი, ანანასი და სხვ. ტროპიკული მინათმოქმედების ცენტრალურ პრობლემას წარმოადგენს განოყიერების სისტემა. ტროპიკებისთვის სპეციფიკურ პრობლემას წარმოადგენს ბრძოლა ლატერიტწარმოქმნასთან. დედამიწის სხვა სარტყელებთან შედარებით, ტროპიკულ სარტყელს მინათმოქმედების შემდგომი გაფართოების მხრივ გააჩნია ყველაზე დიდი რეზერვები.

25.5. მსოფლიოს კონტინენტების ნიადაგური საფარი

ყველაზე დიდი კონტინენტის – *ევრაზიის* ნიადაგები უაღრესად მრავალფეროვანია და არსებითად წარმოდგენილია მსოფლიოს ყველა ტიპის ნიადაგით – არქტიკული უდაბნოების პრიმიტიული ნიადაგებიდან ღრმა, ძველ გამოფიტვის ქერქზე ტროპიკული წვიმის ტყეების ფერალიტურ ნიადაგებამდე. ამის მიზეზია, ჯერ ერთი, კონტინენტის უდიდესი ზომები ანტლანტიკურიდან წყნარ ოკეანემდე და პოლიარული განედებიდან ტროპიკებამდე; მეორეც, ევრაზიის რთული და კონტრასტული როგრაფია, ნიადაგწარმომქმნელი ქანების მრავალფეროვნება და ლანდშაფტების ფორმირების მეოთხეული ისტორია.

კონტინენტის აზიურ ნაწილში განლაგებულია ყველაზე მაღალი მთის სისტემები და ყველაზე ღრმა უწრეტი ქვაბულები, უმაღლესი მთიანეთები და ვრცელი ვაკეები, უაღრესად არიდული შიდანიადაგური უდაბნოები და ტენიანი ტროპიკული ტყეები; ჩრდილო და ჩრდილო-აღმოსავლეთი აზიის უდიდესი სივრცეები დაფარულია მუდმივად მზრალი გრუნტებით, ხოლო წყნაროკეანეული სანაპიროს გასწვრივ გაიჭიმა ეულკანური სარტყელი. ბუნებრივი პირობების ეს მრავალფეროვნება და რთული გეოლოგიური ისტორია განაპირობებს ნიადაგური საფრის ძალიან რთულ სტრუქტურას.

აზიისგან განსხვავებით, ევროპის კლიმატი მთლიანობაში უფრო რბილია და ტენიანი, რადგანაც ის იმყოფება ანტლანტიკური ოკეანის ზეგავლენის ქვეშ. ევროპის რელიეფის მთავარი თავისებურება მდგომარეობს მისი ცენტრალური ნაწილის ჩრდილოეთსა და აღმოსავლეთში ვრცელი ვაკეების და სამხრეთ ნაწილში მაღალი მთის სისტემების არსებობაში. რელიეფის და ნიადაგწარმოქმნის ქანების ფორმირებაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ჰქონდა ჩრდილოეთ ევროპის გამყინვარებას, რამაც განაპირობა მისი ტერიტორიის უმეტესი ნაწილის ნიადაგური საფრის გეოლოგიური ახალგაზრდობა. აღმოსავლეთ ევროპის ვაკეების ნიადაგური საფრის სტრუქტურაში ნათლად მჟღავნდება განედური ზონალობის კანონი (განედურ-ზონალური სპექტრი წარმოდგენილია ნიადაგებით – ტუნდრის ნიადაგებიდან მურა ნახევრად უდაბნოს ნიადაგებამდე), ხოლო სამხრეთ ევროპის და კავკასიის მთებში – ნიადაგების ვერტიკალური ზონალობის კანონი. სკანდინავიის უმეტესი ნაწილი დაფარულია ეწრებით და ჭაობიანი ნიადაგებით. ცენტრალური ევროპის ქვეყნებში ჭარბობენ ტყის ყომრალი ნიადაგები, რომლებიც სამხრეთ ევროპაში იცვლება ყავისფერი სუბტროპიკული და თავისებური წითელფერიანი ნიადაგებით ხმელთაშუა ზღვის კირქვებზე.

საერთოდ, ევრაზია განსხვავდება სხვა კონტინენტებისგან მთის ლანდშაფტების და მათთვის დამახასიათებელი მთის ნიადაგების გავრცელებით, ჩრდილოეთის

ლანდშაფტების უდიდესი სივრცეებით ტუნდრის, ეწერი და მზრალ-ტაიგის ნიადაგებით, ხოლო კონტინენტის შიგნით – ექსტრაკონტინენტალური უდაბნოებით სუსტად განვითარებული და დამლაშებული ნიადაგებით. გეოქიმიური თვალსაზრისით, ევრაზიაში ჭარბობს გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის სიალიტური ტიპი.

ჩრდილოეთ-ამერიკის კონტინენტზეაგრეთვე წარმოდგენილია ყველა გეოგრაფიული სარტყლის (პოლიარულიდან ტროპიკულამდე) ნიადაგები. ამ უკანასკნელს მიეკუთვნება ცენტრალური ამერიკა და კარიბის ზღვის კუნძულები. მაგრამ, იმის გამო, რომ ჩრდილოეთით კონტინენტის განედური გაჭიმულობა უფრო მეტია, ვიდერ სამხრეთით, მის ნიადაგურ საფარში მკვეთრად ჭარბობს ჩრდილოეთის ლანდშაფტების ნიადაგები – ტუნდრის და ეწერი. ჩრდილოეთ ამერიკის ნიადაგების გეოგრაფიის მთავარი თავისებურება მდგომარეობს იმაში, რომ ეწერი ნიადაგების მხოლოდ ტუნდრის და ტაიგა-ტყის ზონას აქვს განედური გაჭიმულობა, მაშინ როდესაც, სუბბორეალური და სუბტროპიკული სტეპების და უდაბნოების ზონების შესაბამის ნიადაგებს აქვთ ნათლად გამოხატული მერიდიანულ გაჭიმულობა. ეს მოვლენა განპირობებულია იმით, რომ ჩრდილოეთ ამერიკული კონტინენტის ცენტრალური და ნაწილობრივ სამხრეთი ნაწილი დასავლეთით გამიჯნულია წყნარი ოკეანიდან კლდიანი მთების მძლავრი სარტყლით, ხოლო აღმოსავლეთით – ატლანტიკური ოკეანიდან აპალაჩის მთებით. ასეთი ოროგრაფიის გამო, სხვადასხვა დატენიანების ზონებს აქვთ მერიდიანული ან მასთან მიახლოებული მიმართულება, რაც გავლენას ახდენს ნიადაგური და მცენარეული ზონების კონფიგურაციაზე. მთლიანობაში, ჩრდილოეთ ამერიკის დასავლეთი და ცენტრალური რაიონები დაფარულია არიდული ლანდშაფტების ნიადაგებით, ხოლო აღმოსავლეთი – ჰუმიდური ლანდშაფტების ნიადაგებით, მათ შორის ტენიანი სუბტროპიკების წითელმინებით და ყვითელმინებით.

სამხრეთ ამერიკის კონტინენტი კვეთს ყველა თერმულ სარტყელს ეკვატორიდან სუბბორეალურამდე.

კონტინენტის ძირითადი ნაწილი მდებარეობს ეკვატორიალურ და ტროპიკულ განედებში, სადაც ჭარბობს ანტლანტიკური ოკეანის ტენიანი გავლენა. ამის გამო, სამხრეთ ამერიკაში ყველაზე დიდ ფართობებს იკავებს ტენიანი მარადმწვანე ტყეები (ჰილეები) და მაღალბალახოვანი ტროპიკული სავანები ფერალიტური მჟავე ნიადაგებით. მშრალი და უდაბნოს სიბტროპიკული სუბბორეალური ლანდშაფტები გავრცელებულია კონტინენტის წყნარი ოკეანის დასავლეთ სანაპიროზე და მის ყველაზე სამხრეთ-აღმოსავლეთში წყნარი ოკეანის მხრიდან. არგენტინის და ურუგვაის პამპის (სუბტროპიკული პრერიები) მნიშვნელოვან ტერიტორიებზე გავრცელებულია შავმიწისებრი ნიადაგები.

აფრიკა თითქმის მთლიანად მდებარეობს ეკვატორიალური და ტროპიკული სარტყლების ფარგლებში. ეს არის ყველაზე ტროპიკული კონტინენტი. მისი რელიეფი ხასიათდება ხმელეთის ზედარიპის ვაკე-პლატოს ფორმების სიჭარბით, რომელიც მხოლოდ ზოგან ირღვევა დენუდაციის კუნძულებით და ეროზიული ველებით. აფრიკის მნიშვნელოვან ნაწილზე აღინიშნება ნიადაგწარმომქმნელი ქანების მკვრივი მთის ქანების და ძველი გამოფიტვის ქერქის გაშიშვლებები. კონტინენტის უმთავრესი ნაწილი უძველესი დროიდან წარმოადგენს ხმელეთს და მეოთხეულ პერიოდში არ განიცადა გამყინვარება. ამის შედეგად აფრიკის ნიადაგურ საფარში ფართოდ არის გავრცელებული ძველთაძველი ნიადაგები. აფრიკის ნიადაგების გეოგრაფიაში საკმაოდ ნათლად მჟღავნდება განედური ზონალობის კანონი. კონ-

ტინენტის ცენტრში განლაგებულია ტენიანი ტროპიკული ტყეების ვრცელი ეკვატორიალური ზონა წითელ-ყვითელი ფერალიტური, ფერიტული ნიადაგებით და გამოფიტვის ალიტური ქერქებით. წითელ-ყვითელი ნიადაგების ზონის ჩრდილოეთით და სამხრეთით კლიმატის ტენიანობის შემცირებისას თანმიმდევრულად ცელიან ერთმანეთს მაღალბალახა ტროპიკული სავანების წითელი ნიადაგების, მშრალი ტროპიკული ტყეების წითელ-ყავისფერი ნიადაგების, გაუდაბნოებული სავანების წითელ-მურა ნიადაგების ზონები. კონტინენტის დასავლეთი ნაწილი აღმოსავლეთთან შედარებით განსხვავდება მეტი სიმშრალით და ამიტომ იქ ჭარბობენ სავანები და არა ტენიან-ტროპიკული ტყეები. მნიშვნელოვან ფართობებს, ძირითადად რელიეფის უარყოფით ფორმებში, იკავებენ ძველთაძველი ჰიდრომორფული გენეზისის შავი ტროპიკული ნიადაგები. ჩრდილოეთ აფრიკის ვრცელ სივრცეებს იკავებს ტროპიკული უდაბნო – საჰარა – პრიმიტიული ქვიშნარი და ღორღიანი ნიადაგებით, მლაშობებით და გაქარვებული ქვიშებით. კონტინენტის უკიდურეს ჩრდილოეთ ნაწილში, ხმელთაშუა ზღვის სანაპიროზე და აგრეთვე უკიდურეს სამხრეთ ნაწილში, სუბტროპიკული კლიმატის პირობებში განვითარებულია რუხი და რუხი-ყავისფერი ნიადაგები, ხოლო მთიან პირობებში – მურა და ყავისფერი მთა-ტყის ნიადაგები.

ავსტრალია თითქმის მთლიანად განლაგებულია სამხრეთ ნახევარსფეროს ტროპიკულ და ნაწილობრივ სუბტროპიკულ სარტყლებში. კონტინენტის უდიდესი ნაწილი მდებარეობს ტროპიკული ბარის მაქსიმუმში, რაც განსაზღვრავს მის არიდულობას. არიდულობა ძლიერდება აგრეთვე ავსტრალიის კორდილიერების არსებობით – კონტინენტის აღმოსავლეთ ნაწილში არსებული მთის სარტყელი, რომელიც ხელს უშლის აღმოსავლეთიდან ტენიანი ჰაერის მასების შეღწევას. ამ სარტყლის გარდა, ავსტრალიის ზედაპირი წარმოდგენილია ძველთაძველი დენუდაციური პლატოთი და ვაკეებით, რომლებმაც შეინარჩუნეს მესამეული და უფრო ძველი გამოფიტვის ქერქების და ნიადაგწარმოქმნის მრავალრიცხოვანი რელიქტები. მათ შორის ჭარბობენ ელუვიური და ჰიდრომორფული ტენიან-ტროპიკული ლანდშაფტების ნარჩენები მათთვის დამახასიათებელი ნითელი ფერის ფერალიტური და ლატერიტული გამოფიტვის ქერქებით. ამასთან დაკავშირებით განსაკუთრებით საინტერესოა ავსტრალიაში ფართოდ გავრცელებული გამოფიტვის და ნიადაგწარმოქმნის თანამედროვე, ძირითადად არიდული პროცესების შეხამება ძველთაძველი გამოფიტვის ქერქებსა და ნიადაგებთან, რომლებიც ჩამოყალიბდა ჰუმიდურ კლიმატში. ამის შედეგად გვხვდება ისეთი მოულოდნელი ნარმონაქმნები, როგორიცაა გაკარბონატება და დამლაშებული ნიადაგები ლატერიტულ და კაოლინიტურ ქერქებზე. მათი გამოკვლევა იძლევა საშუალებას განვიხილოთ კონტინენტის ზედაპირზე ნიადაგების ევოლუციის ხანგრძლივი განვითარების პროცესი ცვლადი კლიმატური რეჟიმის პირობებში.

ავსტრალიის თანამედროვე ნიადაგურ საფარში და, პირველ რიგში, ცენტრალურ რაიონებში, ჭარბობენ უდაბნოს, ნახევრად უდაბნოს და გვალვიანი ლანდშაფტების ნიადაგები – ტროპიკული უდაბნოების და სავანების თავისებური ქვიშნარი და ღორღიანი ნიადაგები ძველთაძველი წითელი ფერის გამოფიტვის პროდუქტებზე, რომლებიც შეხამებულია დამლაშებულ ნიადაგებთან. კონტინენტის ჩრდილოეთ ნაწილში ფართოდ არის გავრცელებული მაღალბალახოვანი და გაუდაბნოებული ტროპიკული სავანების წითელი და წითელმურა ნიადაგები, რომლებიც აგრეთვე ხშირად ეითარდებიან ძველთაძველ ლატერიტულ ქერქებზე. მხოლოდ უკიდურესად ჩრდილოეთ ავსტრალიაში განლაგებულია ტენიანი ეკვატორული ტყეების ვი-

წრო ზოლი გაუფერულებულ მჟავე ფერალიტურ ნიადაგებზე. უკიდურეს სამხრეთ-დასავლეთსა და სამხრეთ-აღმოსავლეთში გავრცელებულია სუბტროპიკული ლანდშაფტები, რომლებიც წარმოდგენილია ნახევრად უდაბნოს აკაციის ბუჩქნარი რაყებით და ჯუჯა ევკალიპტებით რუხ-ყავისფერ და ყავისფერ ნიადაგებზე.

ავსტრალიის აღმოსავლეთ ნაწილში – ავსტრალიის კორდილიერებში – ნიადაგური საფრის გეოგრაფია ექვემდებარება ნიადაგების ვერტიკალური სარტყლიანობის კანონს და ე.წ. „წვიმის ჩრდილის" წესს, რომლისთვის დამახასიათებელია მსხვილი მთის ნაგებობების სხვადასხვა ფერდობის დატენიანობის პირობების მკვეთრი განსხვავება. ავსტრალიის კორდილიერების აღმოსავლეთი ფერდობის ქვედა სარტყელი მის მთელ გაყოლებაზე დაფარულია ტყეებით – ტენიანი ეკვატორული ჩრდილოეთით, მუსონური ცენტრალურ ნაწილში და სუბტროპიკული მარადმწვანე – სამხრეთით. აქ, შესაბამისად, გავრცელებულია ფერალიტური ნითელყვითელი ნიადაგები, წითელმიწები და ყვითელმიწები. უფრო მაღალი სარტყელი დაფარულია ეკვატორული ტყეებით ძირითადად ტყის ყომრალ ნიადაგებზე. მთის სარტყლის ყველაზე მაღალ ნაწილებში გვხვდება მთა-მდელოს ნიადაგები. ავსტრალიის კორდილიერების დასავლეთი ფერდობი დაფარულია სავანებით ნითელ ნიადაგებზე, რომლებიც მთისწინა ზონაში გადადიან წითელ-მურა ნიადაგებში, ხოლო დასავლეთი ფერდობის ყველაზე სამხრეთ რაიონებში – მშრალი ტყეების და ბუჩქნარების ყავისფერ ნიადაგებში.

რეალურად მსოფლიოს ნიადაგური საფარი დედამიწის ნიადაგური ოლქების და კონტინენტების მიხედვით გაცილებით უფრო რთულია, ვიდრე ზემოთ მოტანილი სქემა. მსოფლიოს ნიადაგური საფრის მიმოხილვის ორივე მიდგომა არ გამორიცხავს, არამედ ავსებს ერთმანეთს. მსოფლიოს ნიადაგების გეოგრაფიის განხილვა, ნიადაგურ-გეოგრაფიული დარაიონების შესაბამისად, იძლევა უფრო სრულ სურათს და უფრო მკაფიოდ ამჟღავნებს მსოფლიოს მიწის რესურსების აგროეკოლოგიურ თავისებურებებს. დედამიწის ნიადაგური საფრის განხილვა კონტინენტების მიხედვით იძლევა საშუალებას, დავადგინოთ კავშირი ნიადაგების გენეზისისა და კონტინენტების ნიადაგური საფრის სტრუქტურის რეგიონალური თავისებურებების, მათ გეოლოგიურ ისტორიასთან, რელიეფთან და ნიადაგწარმომქმნელი ქანების მრავალფეროვნებასთან.

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. როგორია პოლიარული სარტყლის ნიადაგური საფარი?
2. როგორია ბორეალური სარტყლის ნიადაგური საფარი?
3. როგორია სუბბორეალური სარტყლის ნიადაგური საფარი?
4. როგორია სუბტროპიკული სარტყლის ნიადაგური საფარი?
5. როგორია ტროპიკული სარტყლის ნიადაგური საფარი?
6. როგორია მსოფლიოს კონტინენტების ნიადაგური საფარი?

ნაწილი V

ნიადაგური რესურსების თანამედროვე მდგომარეობა და დაცვა

თავი 26. ნიადაგის ეროზია და მისგან დაცვა

26.1 ეროზიის სახეები

ეროზია ლათინური სიტყვაა და ნიშნავს „ამოჭმა“-ს. ეს ტერმინი გამოიყენება სხვადასხვა დარგში – მედიცინაში, ტექნიკაში, სოციოლოგიაში და სხვ. გეოლოგიასა და გეოგრაფიაში ზოგჯერ ტერმინის „ეროზია“ ქვეშ გულისხმობენ დედამინის ზედაპირული ფენის დაშლისა და დენუდაციის (ზედაპირის დადაბლების) სხვადასხვა პროცესს.

ნიადაგის ეროზიის ქვეშ იგულისხმება ნიადაგის, ზოგჯერ ნიადაგწარმომქმნელი ქანების გადარეცხვა და ჩამორეცხვა წყლის დროებითი ნაკადებით.

წყლის მოქმედებით ნიადაგის დაცვას უწოდებენ წყლისმიერ ეროზიას, ხოლო ქარის მოქმედებით – ქარისმიერ ეროზიას ან დეფლიაციას. ამის გარდა, გამოიყოფა ირიგაციული ეროზია, როგორც არასწორი მელიორაციული სამუშაოების შედეგი.

გამოყოფენ წყლისმიერი ეროზიის სამ ძირითად ტიპს:

1. ნვიმის წყლებით გამოწვეული ნიადაგის ეროზია;
2. თოვლის მდნარი წყლებით გამოწვეული ნიადაგის ეროზია;
3. სარწყავი წყლებით გამოწვეული ნიადაგის ეროზია.

ნიადაგის ეროზიის გამოელინების ფორმის მიხედვით შეიძლება გამოიყოს ზედაპირული (სიბრტყითი) და ხაზობრივი (წრფივი) ეროზია.

ზედაპირული (სიბრტყითი) ეროზიის გამოვლინების დროს ნიადაგის ზედაპირული ფენა ჩამოირეცხება ფერდობების ზედაპირზე ჩამომდინარე ნვიმისა და თოვლის ნადნობი წყლებით. ფერდობებზე ჩამომდინარე თხელი ფენის წყლის ნაკადი მოძრაობის დროს წარმოქმნის მცირე ზომის წყალნაღარებს. ნიადაგის ზედაპირის ასეთი სახის ჩამორეცხვას ხშირად ჭავლისებრ ეროზიას უწოდებენ. ზემოთ აღნიშნული წყალნაღარები ნიადაგის მორიგი დამუშავების (ხვნის) შედეგად მოსწორდებიან, ქვეფენილი ნიადაგური ფენების მოხვნის ხარჯზე. ნიადაგის ზედაპირული (სიბრტყითი) ეროზიის შედეგად ნიადაგის ზედაპირული სახნავი ფენა დროთა განმავლობაში სულ უფრო მეტად და მეტად კარგავს მის უმთავრეს თვისებას – ნაყოფიერებას. ამასთან ერთად, ნიადაგის პროფილის საერთო სიმძლავრე მცირდება და შესაბამისად წარმოიქმნება ჩამორეცხილი ნიადაგი.

ზედაპირული (სიბრტყითი) ეროზიის გამოვლენის მექანიზმი დაკავშირებულია ნვიმის წვეთებისა და ფერდობის ზედაპირზე ჩამომდინარე წყლის ნაკადის ფიზიკურ თვისებებთან. წყლის ზედაპირულ ნაკადს აქვს გარკვეული კინეტიკური ენერგია, რომელიც პროპორციულია წყლის მასისა და ნაკადის სიჩქარისა. ნაკადის ენერგიის

ნაწილი იხარჯება ნიადაგის სხვადასხვა ზომის ნაწილაკების დაშლაზე, ხოლო ენერგიის დანარჩენი ნაწილი კი იხარჯება ნიადაგის დაშლილი, დანაწევრებული ნაწილაკების ფერდობის ზედაპირზე ტრანსპორტირებაზე. წვიმის შემთხვევაში, წვიმის სხვადასხვა ზომის წვეთებს გააჩნიათ შესაბამისი კინეტიკური ენერგია, რომლის ნაწილი იხარჯება ნიადაგის ზედაპირზე არსებული ნაწილაკების დაშლაზე. აღნიშნული პროცესის შედეგად ასევე ხდება ნიადაგის ფორებისა და მიკროფორების დახშობა (საცობის წარმოქმნა ნიადაგის ზედაპირზე წვიმის წვეთის მექანიკური ზემოქმედების შედეგად). საბოლოო ჯამში, მკვეთრად მცირდება ნიადაგის ზედაპირული ფენის წყალგამტარობა და, შესაბამისად, მკვეთრად იზრდება ფერდობზე ჩამომდინარე ზედაპირული ნაკადის ფენა (მასა) და მისი კინეტიკური ენერგია. ამავე დროს, ნიადაგის ზედაპირზე წვიმის წვეთების დარტყმითი (კინეტიკური) ენერგიის მეორე ნაწილი იხარჯება ნიადაგის უკვე დასველებული, დაშლილი და ნახევრად დაშლილი ნაწილაკების გაშხეფებაზე.

ფერდობებზე წყლის ზედაპირული ნაკადების კონცენტრაციის შემთხვევაში მკვეთრად იზრდება მათი კინეტიკური ენერგია, რომელიც საბოლოოდ იწვევს ნიადაგის ზედაპირის სიღრმით ჩაჭრას (ჩარეცხვას) და ხაზობრივი (წრფივი) ეროზიის ფორმების – წყალნაღარების, ღარტაფების განვითარებას და სხვადასხვა სტადიაზე მყოფი ხრამების წარმოშობას. ხაზობრივი ეროზიის მიმართ კიდევ გამოიყენება ორი ტერმინი: „გვერდითი ეროზია“ და „სიღრმითი ეროზია“. წყალნაღარები ზრდის დროს გადაადგილდებიან წყალგამყოფისკენ. ასე წარმოიშვა ტერმინი "რეგრესიული ეროზია".

ნაკადისებრი ჩამორეცხვა ერთი და იგივე დროს შესაძლებელია იყოს ხაზობრივი ეროზიის ჩასახვის საწყისი სტადია. თუ ნაკადისებრი ჩამორეცხვის შედეგად მიღებული ზედაპირის ფორმა არ გადასწორდება, მაშინ ის გარდაიქმნება ფერდობის ზედაპირული ნაკადის კოლექტორად (შემკრებებად) და თანდათან გადავა ხაზობრივი ეროზიის ტიპურ ფორმაში – ჯერ წყალნაღარში (ღრანტეში), შემდეგ ღარტაფში და ბოლოს ხრამში. ეროზიის ყველა ხაზობრივი ფორმა მიეკუთვნება ნიადაგის ჩამორეცხვას. ნაკადისებურ ეროზიას ზოგჯერ ღრანტეებსაც უწოდებენ. ღრანტეებს ხრამებისაგან განსხვავებით არა აქვთ სიგრძივი პროფილი და იმეორებენ ფერდობის ზედაპირის ფორმას. მათი სიღრმე 0,3-დან 1,5 მ-ია, სიგანე კი 0,5 – 5 მ-დე. ზოგჯერ ფერდობებზე სახნავი მიწების ფერდობები იღებენ გოფრირებული ზედაპირის სახეს. გამოიყოფა ხრამის განვითარების ოთხი სტადია: 1) წყალნაღარის ან ღრანტე; 2) ხრამის ჩაჭრის; 3) წონასწორობის პროფილის გამომუშავების; 4) ხრამის წარმოქმნის პროცესის ჩაქრობის. განლაგების მიხედვით გამოყოფენ ორი სახის ხრამებს: ფერდობის და ფსკერის. ფერდობის ხრამები განლაგებულია ფერდობებზე, ხოლო ფსკერის ხრამები კი – ხევის ფსკერზე ან დაბლობზე. თუ ფსკერის ხრამები უერთდება ფერდობის ხრამებს, მაშინ წარმოიქმნება ხრამების სისტემა. არსებობს ხრამების სხვადასხვა დაჯგუფება: წყალშემკრები აუზის ფართობის; ხრამის სიგრძის; ხრამებით ტერიტორიის დაზიანების ხარისხის მიხედვით და ა.შ.

ტერიტორიის ხრამებით დაზიანების ხარისხზე შეიძლება ვიმსჯელოთ: ა) უშუალოდ ხრამებით დაკავებული ფართობის %-ით; ბ) 1 კვ. კმ-ზე ხრამების საერთო სიგრძით; გ) ხრამებით ფერდობის დანაწევრებით, რომელიც განისაზღვრება ორ ხრამს შორის მანძილით და დ) ხრამების მოცულობით – $მ^3/კმ^2$-ზე.

აღსანიშნავია, რომ ტერიტორიის ხევ-ხრამებით დანაწევრების მონაცემებით შესაძლებელია ვიმსჯელოთ ხრამების რა ხარისხითაა დაზიანებული ტერიტორია.

თოვლის ნადნობი წყლების ეროზია ხასიათდება მეტი ხანგრძლივობით, ვიდრე წყლისმიერი ეროზია. საქართველოს პირობებში ფერდობებზე თოვლის დნობა, ფერდობების ექსპოზიციის და ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით მკვეთრად იცვლება და ძირითადად ერთი კვირიდან თვე, თვენახევრამდე მერყეობს. დასავლეთ საქართველოში შესაძლებელია მოსული თოვლის საფარი 1-3 დღის განმავლობაშიც კი დადნეს.

სარწყავი წყლებით გამოწვეული ირიგაციული ეროზია რწყვის ხერხების მიხედვით იყოფა შემდეგ ქვესახეობებად: ეროზია, გამოწვეული კვლებში წყლის მიშვებით; ზოლებრივად და უჯრედულად, ასევე დანვიმებით რწყვით.

კვლებში მიშვებით რწყვას იყენებენ ბამბის, სიმინდის, შაქრის ჭარხლის და ბოსტნეულ-ბაღჩეულის რწყვისას. აღნიშნული კულტურების რიგთაშორისების სიგანე შეადგენს 0,6-0,9 მეტრს, სარწყავ კვალში წყლის ნაკადის სიგანე კი 0,2 მეტრამდეა. ერთი რწყვის შედეგად ნიადაგის დანაკარგმა შეიძლება შეადგინოს 100 ტ/ჰა. დროის ერთეულზე გაანგარიშებით ეს შედარებით მეტია, ვიდრე წვიმისა და თოვლის ნადნობი წყლებით გამოწვეული ეროზიის შედეგად დაკარგული ნიადაგის რაოდენობა. ეს აიხსნება იმით, რომ კვალში მიშვებით რწყვის დროს, დროის ერთეულში ნიადაგზე მოქმედი წყლის რაოდენობა შედარებით მეტია, ვიდრე წვიმის ან თოვლის დნობის შემთხვევაში.

დანვიმებით მორწყვა არის რწყვის ერთ-ერთი ყველაზე უფრო პერსპექტიული სახე. მას იყენებენ ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურის მოსარწყავად. ზედაპირულ ჩამონადენს და ნიადაგის ეროზიას ადგილი აქვს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც დანვიმების ინტენსივობა აჭარბებს ნიადაგის წყალგამტარობას.

ნიადაგის ეროზიის განვითარების ინტენსივობის მიხედვით არჩევენ გეოლოგიურ და აჩქარებულ (ანტროპოგენურ) ეროზიას.

გეოლოგიური ეროზია არის ბუნებრივი მცენარეული საფრის პირობებში ნიადაგის ნაწილაკების ძალიან ნელი ჩამორეცხვის პროცესი. ნიადაგის ეროზიის ასეთი ინტენსიობით განვითარების შემთხვევაში ნიადაგწარმოქმნის ტემპი ჭარბობს ეროზიის, გადარეცხვის პროცესების ტემპს.

ნიადაგის აჩქარებული ეროზია დაკავშირებულია ბუნებრივი მცენარეული საფრის განადგურებასთან და ნიადაგის არასწორ გამოყენებასთან, რის შედეგადაც ეროზიის ტემპი მკვეთრად იზრდება და, შესაბამისად, ნიადაგწარმოქმნის ტემპი მნიშვნელოვნად ჩამორჩება მისი ჩამორეცხვის, ეროზირების ტემპს.

ცხრ. 26. აჩქარებული ეროზიის ინტენსივობის გრადაციები

ზედაპირული ეროზიისათვის საშუალოწლიური ჩამორეცხვა, ტ/ჰა	
სუსტი ჩამორეცხვა	< 5
საშუალო ჩამორეცხვა	5 – 10
ძლიერი ჩამორეცხვა	10 – 20
ნიადაგის ძალიან ძლიერი ჩამორეცხვა	20 – 50
უძლიერესი ჩამორეცხვა	> 50
ხაზობრივი ეროზიისათვის ხრამების საშუალოწლიური მატება, მ-ში	
სუსტი ინტენსივობა	< 0.5
საშუალო ინტენსივობა	0.5 – 1.0
ძლიერი ინტენსივობა	1 – 2
ძალიან ძლიერი ინტენსივობა	2 – 5
უძლიერესი ინტენსივობა	> 5

დეფლაცია, როგორც პროცესი, გულისხმობს მხოლოდ ქარის მიერ დედამიწის (ნიადაგის) ზედაპირიდან ნაწილაკების ახვეტას და ჰაერში ატაცებას. ჰაერში ატივნარებული ნიადაგის ნაწილაკების გადატანის პროცესიც დეფლაციის შემადგენელი ნაწილია. აღნიშნული პროცესის საბოლოო შედეგი არის ქარის სიჩქარის კლების შედეგად ჰაერში ატივნარებული ნიადაგის ნაწილაკების დედამიწის ზედაპირზე დაფენის, სედიმენტაციის პროცესი. ნაფენები, რომლებიც წარმოიქმნებიან დეფლაციის პროცესების შედეგად, გეოგრაფიულ ლიტერატურაში ცნობილია ეოლური ნაფენების სახელწოდებით. ტერმინი „ქარისმიერი ეროზია" შედარებით სრულად აღწერს აღნიშნულ პროცესს, რადგან ის მოიცავს როგორც დეფლაციის, ასევე სედიმენტაციის (დალექვის) პროცესებს. აქედან გამომდინარე, როდესაც საუბარია ქარის შედეგად ნიადაგის დანაკარგზე, შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ტერმინი „დეფლაცია," ხოლო, როდესაც საუბარია ნიადაგის ნაწილაკებისაგან შექმნილ ნაფენებზე – ტერმინი „სედიმენტაცია".

დეფლაციური პროცესი ვლინდება ორი სახით: ძლიერი ქარის დროს ნიადაგის ნაწილაკები ტურბულენტობის ძალით აიტანება მაღლა ჰაერში, ხოლო ქარის შედარებით მცირე სიჩქარის შემთხვევაში ხდება ნაწილაკების ნიადაგის ზედაპირზე გადაგორება ან ისინი გადაადგილდებიან ნახტომისებურად ნიადაგის ზედაპირიდან გარკვეულ სიმაღლეზე, რითაც აზიანებენ სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებს. განასხვავებენ სხვადასხვა ზომის ნიადაგის ნაწილაკების გადაადგილებას:

ცხრ. 27. ნიადაგის ნაწილაკების გადაადგილება ქარისმიერი ეროზიის (დეფლაციის) დროს

ნიადაგის ნაწილაკების მოძრაობის ფორმა	ნაწილაკის დიამეტრი, მმ
ატივნარებულ მდგომარეობაში	< 0,1
ნახტომისებური	0,1 – 0,5
ზედაპირზე გადაგორებით ან სრიალით	0,5 – 3,0

გადაგორების დროს ნიადაგის ნაწილაკები ერთმანეთთან ხახუნისა და დარტყმის შედეგად აძლიერებენ სხვადასხვა ზომის ნიადაგური აგრეგატების დაშლას და წარმოქმნიან წვრილი ფრაქციის ნაწილაკების უფრო მეტ რაოდენობას. ნახტომისებური მოძრაობით ხდება უფრო დიდი ზომის ნაწილაკების და აგრეგატების „ბომბარდირება", რის შედეგადაც იზრდება იმ ნაწილაკების რაოდენობა, რომლებიც გადაადგილდებიან ატივნარებულ მდგომარეობაში. გარდა ამისა, მხტუნავი ნაწილაკები ახდენენ უძრავ, ნიადაგის ზედაპირიდან 0,2-0,4 მ ზოლში მყოფი <0,1 მმ ზომის ნაწილაკების გააქტიურებას და შერწყმას ჰაერის ნაკადთან.

ქარისმიერი ეროზიის გამოვლინების აუცილებელ პირობას წარმოადგენს ქარი, რომლის სიჩქარე საკმარისია ნიადაგის ნაწილაკების გადასაადგილებლად. ისეთი გარეგნული ნიშნებით, როგორიცაა ინტენსივობა, ხანგრძლივობა და მიყენებული ზარალი, ასხვავებენ ყოველდღიურ ქარისმიერ ეროზიას და მტვრიან ქარიშხალს. ეს განსხვავება პირობითია. ყოველდღიური ქარისმიერი ეროზიის განმასხვავებელ ნიშნად შეიძლება მიჩნეულ იქნეს ქარის შედარებით დაბალი სიჩქარე, რომელიც

მხოლოდ უმნიშვნელოდ აჭარბებს მოცემული ნიადაგისათვის კრიტიკულ სიჩქარეს და მასთან დაკავშირებული მოვლენის სივრცობრივი შეზღუდვით ხასიათდება. ყოველდღიური ქარისმიერი ეროზია ხშირად შეზღუდულია ერთი ან რამდენიმე მოსაზღვრე ნაკვეთით, რომელზედაც ვითარდება პროცესის ყველა სტადია – ნიადაგის ახვეტიდან, ნაფენების დალექვამდე (სედიმენტაციამდე).

ქარის მაღალი სიჩქარეების დროს, რომელიც მნიშვნელოვნად აჭარბებს მოცემული ნიადაგებისთვის კრიტიკულ სიჩქარეს, იზრდება ნიადაგის ნაწილაკების ჰაერში ატანის რაოდენობა და სიმაღლე, რომელიც რამდენიმე ასეულ მეტრს აღწევს. ჰაერში ატივნარებული ნიადაგის ნაწილაკების გადატანის სიშორე ასეულ ან ათასეულ კილომეტრებს აღწევს.

მეტეოროლოგიაში ძლიერი ქარის მიერ დიდი რაოდენობით მტვრის გადატანას მტვრიანი ქარიშხალი ეწოდება. მტვრიანი ქარიშხალი – ეს არის ბუნების მრისხანე მოვლენა, რომლის მასშტაბებს არაერთხელ მიუღია სტიქიური უბედურების სახე.

საქართველოში, მხოლოდ მის აღმოსავლეთ ნაწილში ხდება დეფლაციის, ქარისმიერი ეროზიის ყველაზე ხშირი გამოვლინება. აღმოსავლეთ საქართველოში დეფლაციური მოვლენები გამოვლინდება ზამთრისა და ადრეული გაზაფხულის თვეებში 5-10 წელიწადში ერთხელ. დეფლაციის აღნიშნული გამოვლინება არ არის ხშირი, მაგრამ მისი განვითარების ინტენსივობა და სიძლიერე უმეტეს შემთხვევებში კატასტროფული ხასიათისაა.

26.2. ეროზიის განვითარებით გამოწვეული ზარალი

ნიადაგი წარმოადგენს გარემოს, დედამინის ლანდშაფტური სფეროს ერთ-ერთ ძირითად და განსაკუთრებით მგრძნობიარე კომპონენტს. ნიადაგის ფორმირებისა და სრული განვითარებისთვის საჭიროა მრავალი ასეული და ზოგჯერ ათასი წელი. ხშირ შემთხვევაში მისი განადგურებისთვის (ეროზიის შედეგად) ერთი ან რამდენიმე დღეც კი საკმარისია. ამის მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ 2002 წლის ზამთარში – იანვარ-თებერვალში და ადრე გაზაფხულზე – მარტში აღმოსავლეთ საქართველოში განვითარებული ძლიერი ქარისმიერი ეროზია. ძლიერი ქარის მიერ ახვეტილ იქნა შიდა და ქვემო ქართლის, გარე კახეთის (მდ. ივრის ზეგანის) და შირაქის ველისა და მიმდებარე ტერიტორიის ნიადაგების ზედა, სახნავი ფენა, მასზე ნათესი საშემოდგომო ხორბლის მცენარეულობით.

მ. დარასელიას, ვ. მაჭავარიანის მონაცემებით, ეროზიის ყველაზე დიდი მაჩვენებელი აღინიშნა დასავლეთ საქართველოში – წელიწადში 1000 ტ/ჰა. ნიადაგის შედარებით ნაკლები რაოდენობის დანაკარგი აღინიშნა საგარეჯოს რაიონის სოფ. ნინოწმინდის მიდამოებში, სადაც 7-11°-ით დაქანებულ ფერდობებზე განლაგებული სახნავ-სათესი ფართობებიდან ნიადაგის ეროზიის წლიურმა ინტენსივობამ შეადგინა 60-70 ტ/ჰა. ზემო იმერეთის პირობებში, სიმინდით დაკავებული 11-12°-ით დაქანებული ფერდობებიდან, ყვითელ-ყომრალი ნიადაგის ზედა ნაყოფიერი ფენის საშუალო წლიურმა დანაკარგმა შეადგინა 110-120 ტ/ჰა. ზემო იმერეთის გორაკ-ბორცვიან ზონაში, ხარაგაულის რაიონის სოფ. იცხის მიდამოებში, საშუალოდ ჩამორეცხილ ნეშომპალა-კარბონატულ ნიადაგზე 1986 წელს სიმინდისა და შვრიის ქვეშ ეროზიის შედეგად ნიადაგის წლიურმა დანაკარგმა შესაბამისად შეადგინა 50

და 62 ტ/ჰა. იმავე წლის 18-19 და 20 ივნისს მოსულმა 268.2 მმ-იანმა უწყვეტმა წვიმამ სიმინდით დაკავებული ნაკვეთიდან, ჰექტრიდან 49,33 ტონა ნიადაგი ჩამორეცხა, ხოლო შვრიით დაკავებული ფართობიდან კი 60,67 ტონა ნიადაგი (გოგიჩაიშვილი, 2003).

მცენარეთა საკვები ქიმიური ელემენტების დაკარგვა. ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობა წარმოადგენს მისი ნაყოფიერების დონის უმნიშვნელოვანეს მაჩვენებელს. თუ ჩავთვლით, რომ საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ნიადაგების ზედა ფენა საშუალოდ შეიცავს 3 % ჰუმუსს, ხოლო ნიადაგის საშუალო წლიური დანაკარგი ეროზიის შედეგად შეადგენს 2 მმ (დაახლოებით 25 ტ/ჰა-ზე), მაშინ საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან ეროზიის შედეგად იკარგება 1 900 000 ტონამდე ჰუმუსი. ნიადაგის აღნიშნული ორგანული მასის კომპენსირებისათვის საჭიროა მინდვრებში გატანილ იქნეს, სულ ცოტა, 400 000 – 750 000 ტონა მშრალი ნაკელი.

თუ ჩავთვლით, რომ ნიადაგის სახნავ ფენაში აზოტისა და ფოსფორის საშუალო შემცველობა შეადგენს 0,2 %, ხოლო კალიუმისა კი – 2%, მაშინ საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან ეროზიის შედეგად წელიწადში იკარგება 3 700 ტონა აზოტი და ფოსფორი, ხოლო კალიუმი კი 37 000 ტონა. სასუქებში მცენარისათვის საჭირო ქიმიური საკვები ელემენტების 30%-იანი შემცველობის შემთხვევაში ეს შეადგენს 1 100 ტონამდე აზოტოვან და ფოსფორიან სასუქს და 11 110 ტონამდე კალიუმიან სასუქს. თუ სასუქების აღნიშნულ რაოდენობას მოვათავსებთ 50 კგ-იან ტომრებში, მაშინ გამოდის, რომ საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან ეროზიის შედეგად წელიწადში იკარგება 22 200-მდე ტომარა აზოტოვანი და ფოსფორიანი და 221 800-მდე ტომარა კალიუმიანი სასუქი. მაშასადამე, ეროზიისაგან ნიადაგის ჩამორეცხვით დაკარგული მცენარისათვის საჭირო საკვები ქიმიური ელემენტების დანაკარგის ანაზღაურება (1 ტომარა სასუქის საშუალო ღირებულების გათვალისწინებით) დაჯდება, სულ ცოტა, 665 400 ლარი აზოტიანი და ფოსფორიანი და 6 654 000 ლარი კალიუმიანი სასუქების ღირებულება, სულ 7 319 400 ლარი, რომელშიც არ არის გათვალისწინებული სასუქების ტრანსპორტირებისა და ნაკვეთებში მისი შეტანის ხარჯები.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის კლება ჩამორეცხილ ნიადაგებზე. ეროზიის შედეგად უარესდება ნიადაგის ნაყოფიერება (ზედაპირული ეროზია) ან მთლიანად ნადგურდება ნიადაგური ფენა (ხაზობრივი ეროზია). ნაყოფიერების კლება დამოკიდებულია ნიადაგის ჩამორეცხვის ხარისხზე და დაკავშირებულია ნიადაგის ზედა, ყველაზე ნაყოფიერი ფენის თანდათანობით ჩამორეცხვაზე და სახნავ ფენაში ნიადაგის ქვედა, შედარებით დაბალნაყოფიერი, ან უნაყოფო ფენის სახნავ ფენაში შერევაზე. შედეგად უარესდება ნიადაგის ქიმიური შედგენილობა, თვისებები და რეჟიმი: კლებულობს ჰუმუსის შემცველობა და მარაგი, ამასთან, ხშირად უარესდება მისი ხარისხობრივი შედგენილობა, კლებულობს საკვები ელემენტების მარაგი და მათი მოძრავი ფორმების შედგენილობა, უარესდება ნიადაგის ფიზიკური და ბიოლოგიური თვისებები.

ჩამორეცხილ ნიადაგში უარესდება სტრუქტურა, კლებულობს ფორიანობა და მატულობს სიმკვრივე, რასაც მივყავართ ნყალგამტარობის შემცირებამდე, ზედაპირული ჩამონადენის გადიდებამდე, ტენშემცველობის კლებამდე და მცენარისათ-

ვის მისაწვდომი ტენის მარაგების შემცირებამდე. ჩამორეცხილ ნიადაგებზე ხშირად უარესდება გაცვლითი კატიონების შედგენილობა და იცვლება არის რეაქცია.

ჰუმუსის დაკარგვას მივყავართ ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობის დაქვეითებამდე: მცირდება მიკროორგანიზმების და მეზოფაუნის რაოდენობა, ეცემა ფერმენტების აქტივობა. საკვების, წყლის და ბიოლოგიური რეჟიმის გაუარესება, ნიადაგის სხვა, მთელ რიგ თვისებებთან ერთად, იწვევს მისი ნაყოფიერების და, შესაბამისად, სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავლიანობის კლებას.

ცხრ. 28. სიმინდისა და საშემოდგომო ხორბლის საშუალო მოსავლიანობა სხვადასხვა ხარისხით ჩამორეცხილ შავ ნიადაგზე

ნიადაგის ჩამორეცხვის ხარისხი	საშემოდგომო ხორბალი		სიმინდი	
	ც/ჰა	%	ც/ჰა	%
ჩამოურეცხავი	28.8	100	52.2	100
სუსტად ჩამორეცხილი	21.0	70	39.0	75
საშუალოდ ჩამორეცხილი	15.2	53	24.4	46
ძლიერ ჩამორეცხილი	8.0	28	13.2	25

ნაკვეთში შეტანილი სასუქებისა და შხამქიმიკატების ჩამორეცხვა. ფერდობის ზედაპირულ ჩამონადენთან და ჩამორეცხილ ნიადაგთან ერთად ყოველწლიურად იკარგება ნაკვეთში შეტანილი სასუქები, აგრეთვე პესტიციდები, რომლებიც უფრო და უფრო მეტი რაოდენობით გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში. დადგენილია, რომ ფერდობის ნიადაგებზე შეტანილი სასუქების 10-30 % ჩამოირეცხება ნიადაგის ზედაპირიდან და გამოირეცხება ნიადაგის აქტიური ფენიდან (რიზოსფეროდან – მცენარეთა ფესვების გავრცელების ფენიდან) წვიმის წყლებით. განსაკუთრებით დიდი დანაკარგებია მცენარეთა გამოსაკვებად სასუქების ზედაპირულად შეტანის შემთხვევაში. ასევე ნაკვეთში გამოყენებული პესტიციდების 10-20 % ჩამოირეცხება ზედაპირული თხიერი ჩამონადენით და ეროზიის შედეგად. დიდი რაოდენობით სასუქები, პესტიციდები და ჰერბიციდები იკარგება ეროზიის განვითარების შედეგად ბაღებიდან, ვენახებიდან და სხვა მრავალწლიანი ნარგაობით დაკავებული ფართობებიდან, აგრეთვე სათიბ-საძოვრებიდან. აშშ-ის აიოვას შტატში ჩატარებულმა გამოკვლევებმა აჩვენეს, რომ ფერდობის ზედაპირული ჩამონადენით და ნიადაგის ეროზიის შედეგად ნაკვეთიდან იკარგება (გაიტანება) ფონოფორის ინსექტიციდის დაახლოებით 50 % და ანაქლორის, ატრაზინის და ციანაზინის ჰერბიციდების 80-90%.

26.3. ეროზირებული ნიადაგების კლასიფიკაცია

ეროზირებულ ნიადაგებში ჩამოურეცხავთან შედარებით კლებულობს ჰუმუსის და მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტების რაოდენობა. მკვეთრად მცირდება ჩამორეცხილი ნიადაგების ბიოლოგიური აქტივობა, უარესდება ფიზიკური და წყლიერ-ფიზიკური თვისებები. აღნიშნული ცვლილებები ჩამორეცხილ ნიადაგებზე საბოლოოდ იწვევენ სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავლიანობის შემცირებას. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, სუსტად ჩამორეცხილ ნიადაგებზე მოსავ-

ლიანობა კლებულობს საშუალოდ 20 %-ით, საშუალოდ ჩამორეცხილ ნიადაგებზე – 40-50 %-ით და ძლიერ ჩამორეცხილ ნიადაგებზე – 60-70 %-ით.

ჩამორეცხილი ნიადაგების ნომენკლატურა ასე გამოიყურება:

სუსტად ჩამორეცხილი – ჩამორეცხილია A ჰირიზონტის ნახევარი;

საშუალოდ ჩამორეცხილი – ჩამორეცხილია A ჰორიზონტი და B ჰორიზონტის ნახევარი;

ძლიერ ჩამორეცხილი – A და B ჰორიზონტი ჩამორეცხილია მთლიანად;

ძალიან ძლიერ ჩამორეცხილი – ჩამორეცხილია მთლიანად A და B ჰორიზონტები და C ჰორიზონტის ნახევარი.

ნიადაგის ჩამორეცხვის ხარისხი განისაზღვრება 0-25 და 0-50 სმ-იან ფენაში ჰუმუსის მარაგის (ტ/ჰა-ზე) მიხედვით:

სუსტად ჩამორეცხილ ნიადაგებში ჰუმუსის მარაგი ჩამოურეცხავთან შედარებით 10-20 %-ით მცირდება;

საშუალოდ ჩამორეცხილ ნიადაგებში – 20-50 %-ით;

ძლიერ ჩამორეცხილ ნიადაგებში კი – 50 %-ზე მეტად.

ვინაიდან ჰუმუსის მარაგის განსაზღვრისათვის საჭიროა ნიადაგის მოცულობითი მასის განსაზღვრა, რაც სპეციალურ სამუშაოებთან არის დაკავშირებული, ამიტომ ნიადაგის ჩამორეცხილობის ხარისხის დადგენა-დაზუსტებისათვის შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ნიადაგის პროფილში ჰუმუსის პროცენტული შემცირების მაჩვენებელი:

სუსტად ჩამორეცხილ ნიადაგებში ჰუმუსის შემცველობა კლებულობს 10-20 %-ით;

საშუალოდ ჩამორეცხილ ნიადაგებში – 20-50 %-ით;

ძლიერ ჩამორეცხილ ნიადაგებში – 50 %-ზე მეტად.

ქარისმიერი ეროზიის (დეფლაციის) განვითარების შემთხვევაში ეოლური და დამარხული ნიადაგების კლასიფიკაციას შემდეგი სახე აქვს:

ცხრ. 29. ეოლური და დამარხული ნიადაგების კლასიფიკაცია

I. ნიადაგის ეროზირება	ქარის მიერ ახვეტილი ნიადაგის ცალკეული ჰორიზონტის სიმძლავრე
სუსტი	A ჰორიზონტის ნახევარზე მეტი
საშუალო	A ჰორიზონტი მთლიანად
ძლიერი	B_1 ჰორიზონტის ნახევარზე მეტი
ძალიან ძლიერი	B_2 ჰორიზონტის ნახევარზე მეტი
განსაკუთრებით ძლიერი	C ჰორიზონტის ნახევარზე მეტი
II. ნიადაგის დამარხვის ხარისხი	ეოლური დეპოზიტის სისქე (სმ)
ძალიან მცირე სიღრმის	< 12
მცირე სიღრმის	12 – 25
საშუალო სიღრმის	25 – 50
საშუალო სიღრმის (პატარა დიუნები)	50 – 100
ღრმა (პატარა და საშუალო დიუნები)	100 – 300
ძალიან ღრმა (საშუალო დიუნები)	> 300

26.4. ეროზიისგან ნიადაგის დაცვის ღონისძიებები

ნიადაგის დაცვა ეროზიისგან მოიცავს შემდეგი ღონისძიებების სისტემას: საორგანიზაციო-სამეურნეო (ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების გეგმის (პროექტის) შედგენა, მისი განხორციელების ზომების უზრუნველყოფა), აგროტექნიკურ (მრავალწლიანი ბალახების გამოყენება, ღრმა ხვნა ბელტის გადმოუბრუნებლად, ფერდობების გარდიგარდმო დამუშავება, კონტურული დამუშავება, კულტურების ზოლებრივი განლაგება, წვიმის და მდნარი წყლების რეგულირება, სასუქების გამოყენება და სხვ.), სატყეო-სამელიორაციო (სხვადასხვა დანიშნულების დაცვითი ტყის ზოლების შექმნა) და ჰოდროტექნიკურ ღონისძიებებს.

I. წყლისმიერი ეროზიისაგან ნიადაგის დაცვის ღონისძიებები

ნიადაგის განივი-კონტურული დამუშავება ნიადაგის ეროზიისაგან დაცვის ყველაზე მარტივი, მაგრამ ეფექტური ღონისძიებაა. ფერდობებზე ნიადაგის ასეთი წესით დამუშავება შესაძლებლობას იძლევა განვალაგოთ კვლები ფერდობის განივი ჰორიზონტალების მიმართულებით, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს ნიადაგის ზედაპირულ ჩამონადენს, ადიდებს ნიადაგში ტენის მარაგს და, შესაბამისად, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობას.

საწინააღმდეგო მოვლენას ადგილი აქვს ფერდობის დაქანებით დამუშავების შემთხვევაში. ამ დროს, ფერდობის დაქანების მიმართულებით მანქანა-იარაღების მოძრაობით იქმნება მრავალი კვალი, რომელთა საშუალებით წვიმისა და მდნარი თოვლის წყალი დაუბრკოლებლად ჩამოედინება ნიადაგის ზედაპირზე და, შესაბამისად, ჩამორეცხავს ნიადაგის ზედა, ყველაზე ნაყოფიერ ფენას.

ფერდობებზე ნიადაგის განივ-კონტურულ დამუშავებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ისეთი აგროტექნიკური ღონისძიების გატარების დროს, როგორიც არის მზრალად ხვნა, რომელიც მიმართულია ნიადაგში ტენის დაგროვებისა და შენარჩუნებისაკენ.

ფერდობების მიმართულებით ნიადაგის დამუშავებასთან შედარებით, განივ-კონტურული დამუშავება 10-15-ჯერ ამცირებს ნიადაგის ზედაპირულ ჩამონადენებს, ნიადაგის ერთმეტრიან ფენაში 10-15 მმ-ით (100-150 მ³/ჰა-ზე) ადიდებს ტენიანობას და 1,5-3 ც/ჰა-ით ზრდის მარცვლოვანი კულტურების მოსავლიანობას.

ღრმად გამაფხვიერებლით ხვნა. ნიადაგის დამუშავების სიღრმის გადიდებას მივყავართ ნიადაგის წყალგამტარობის გადიდებისკენ და, შესაბამისად, ფერდობების ზედაპირული ჩამორეცხვის შემცირებისაკენ. 20-22 სმ სიღრმეზე ხვნა ითვლება ნორმალურად, 25-27 სმ-ზე და უფრო მეტ სიღრმეზე – ღრმად ხვნად. ნიადაგის მზრალად ხვნის დროს, სახნავი ფენის 1 სმ-ით დაღრმავებას მივყავართ თხიერი ჩამონადენის 0,8 – 4 მმ-ით (8-40 ტ/ჰა-დან) შემცირებასთან. ასეთი ფართო დიაპაზონი დაკავშირებულია ზამთრის თავისებურებასთან და ნიადაგის დამუშავების სიღრმესთან. ნიადაგის ღრმად დამუშავება ყველაზე ეფექტურია უხვნალექიან წლებში. მცირენალექიან წლებში, როდესაც თხიერი ჩამონადენი მცირეა, მისი ეფექტიანობაც მცირდება. მცირე სიღრმეზე ნიადაგის დამუშავება (6-8 სმ-ზე, მაგალითად, ნაწვერალის აჩეჩვისას) სუსტ გავლენას ახდენს თხიერ ჩამონადენზე. ნიადაგის დამუშავების სიღრმის გაზრდას, განსაკუთრებით 15-25 სმ-ის დიაპაზონში, მივყავართ ფერდობის ზედაპირული წყლების ჩამონადენის მკვეთრ შემცირებამდე.

ფერდობის ზედაპირული თხიერი ჩამონადენის შემცირების თვალსაზრისით ყველაზე უფრო ეფექტურია 27-30 სმ სიღრმეზე ხვნა. მიღებულია, რომ ნიადაგის ხვნის 1 სმ-ით დაღრმავების შემთხვევაში თხიერი ჩამონადენი 1,2 მმ-ით (12 ტ/ჰა-დან) მცირდება.

ნიადაგის ღრმა ზოლებრივი გაფხვიერება. ღრმად ხვნა ძალიან ეფექტური, მაგრამ ენერგოტევადი ღონისძიებაა. ამიტომ ასეთი ხვნა შეიძლება ჩატარდეს 2-3 წელიწადში ერთხელ, ჩვეულებრივ ხვნასთან მორიგეობით. გარდა ამისა, ეკონომიური მოსაზრებებით, სრული ღრმა დამუშავების მაგივრად რეკომენდებულია ხვნა, შემდგომი ღრმა ზოლებრივი ხვნით. აღნიშნული მეთოდი შეისწავლებოდა მოლდავეთში თავსხმა წვიმების შედეგად ანეულებზე ნიადაგის ეროზიის თავიდან აცილების მიზნით, ადრეულ მზრალად ნახნავებზე, აგრეთვე სიმინდის ნათესების საგაზაფხულო დამუშავების დროს. ზოლების სიგანე შეადგენდა 1,2-2,5 მ, მათ შორის მანძილი კი 10-15 მ. აღნიშნული ღონისძიების გამოყენება 1,5-2,5-ჯერ ამცირებდა ნიადაგის ჩამორეცხვას და ზრდიდა სიმინდის მარცვლის მოსავლიანობას 4-16%-ით.

საფეხურებრივი ხვნა. ამ ხვნის არსი გამოიხატება გუთნის ძირის საფეხურებრივი ფორმის და ნიადაგის ზედაპირზე სხვადასხვა სიღრმის მორიგეობითი კვლების შექმნაში, რაც აძნელებს შიდანიადაგური და ზედაპირული ჩამონადენის ფორმირებას, ხელს უწყობს ტენის დაგროვებას როგორც ნიადაგში, ასევე მის ზედაპირზე. მას ატარებენ ოთხკორპუსიანი გუთნით, ამასთან, მეორე და მეოთხე სახნისები გუთანის კორპუსზე ყენდება ჩვეულებრივ სიღრმეზე, პირველი და მესამე კი 10-15 სმ-ით ღრმად. საფეხურებრივი ხვნით ნიადაგის ზედაპირზე საშუალოდ ხდება 100-120 მ³/ჰა-ზე (10-12 მმ) წყლის დაკავება, ნიადაგის ჩამორეცხვა მცირდება 5,8 მ³/ჰა-მდე, მარცვლის მოსავალი კი იზრდება 2,4 ც/ჰა-ზე.

ხნულის დაბაძოება. 6-7°-ზე მეტი დაქანების ფერდობებზე ნიადაგის განივ-კონტურული დამუშავება მთლიანად ვერ უზრუნველყოფს ზედაპირული ჩამონადენის მინიმუმამდე შემცირებას, ამიტომ ხვნის პარალელურად საჭიროა ხნულის დაბაძოება. ამ მიზნით გუთნის ერთ-ერთ განაპირა ტანს დიდი ზომის ფრთა უკეთდება, რომელიც ხვნის დროს წარმოქმნის ერთიმეორისაგან გარკვეული მანძილით დაშორებულ ბაძოებს.

წყალშემკრები კვლების მოწყობა. წყლისმიერი ეროზიის ძლიერი განვითარების ზონებში ნიადაგის ეროზიისაგან დაცვის თვალსაზრისით კარგ შედეგს იძლევა ფერდობის დაქანების განივ-კონტურული მიმართულებით წყალშემკრები ანუ ეროზიული კვლების მოწყობა. წყალშემკრები კვლები შეიძლება მოეწყოს თესვის პარალელურად, სათესი აგრეგატის ერთ-ერთ განაპირა მხარეს, გუთნის ერთი ტანის დამონტაჟებით ან თესვის შემდეგ ჩვეულებრივი ან ორტანიანი სატრაქტორო გუთნით. მათი ურთიერთდაშორების მანძილი დამოკიდებულია ფერდობის დაქანების სიდიდეზე და წყლისმიერი ეროზიის განვითარების სიძლიერეზე. რაც უფრო დიდია დაქანება და წყლისმიერი ეროზიის განვითარების საშიშროება, მით უფრო მცირე უნდა იყოს მათ შორის მანძილი.

წყალგამყვანი კვლების მოწყობა. წყალგამყვანი კვლების გაჭრა ხდება შემოდგომის მზრალად ნახნავზე, ნაწვერალზე და საშემოდგომო ნათესებზე დაკიდებული კვალმჭრელით, გუთნის დაგრძელებული ფრთით. წყალგამყვანი კვლების სიღრმე 18-22 სმ-ია, სიგანე 40-48 სმ. კვლებს ჩვეულებრივ ჭრიან ერთმანეთისაგან 50-100 მ-ის დაცილებით, ადგილის რელიეფის და ჰორიზონტალების მიმართ 25-

30°-ის დაქანებით, ფერდობიდან თხიერი ჩამონადენის ფორმირების შესაძლებლობიდან გამომდინარე. ამასთან, კვლების ფაქტობრივი დაქანება გამოდის ფერდობის დაქანებაზე 2-3-ჯერ ნაკლები, მაგრამ საკმაოდ დიდი დაქანების ფერდობებზე, რომლებიც ეკონომიკური თვალსაზრისით დაკავებულია მომგებიანი კულტურებით (მაგ. თამბაქოთი), მათ შორის დაცილებას ამცირებენ 6-7 მეტრამდე. წყალგამყვანი კვლების სიგრძე წყლის ერთმხრივი ჩაშვებით შეადგენს 200-250 მ. ფერდობის დიდი სიგრძის შემთხვევაში წყალგამყვან კვალს აძლევენ ორმხრივ დაქანებას. წყალგამყვანი კვლებიდან წყლის გაყვანა (გადაგდება) ხდება ეროზიული თვალსაზრისით უსაფრთხოდ, მაგ. დაკორდებულ ხევებში. თუ ფერდობებზე ასეთი ადგილები არ არის, მაშინ ქმნიან ხელოვნურ დაკორდებულ წყალსაგდებებს. ისინი წარმოადგენენ 10-15 მეტრი სიგანის აუზისებურ ჩადაბლებას, რომელზეც დათესილია მრავალწლიანი ბალახები. წყალსაგდებიდან წყალი გადადის ხევში, მდინარეში, გუბეში და ა.შ.

შუალედური და ერთობლივი ნათესები. შუალედურს უწოდებენ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს, რომელიც მოჰყავთ ნაკვეთზე თესლბრუნვის ძირითადი კულტურისაგან თავისუფალ, შუალედურ პერიოდში. შუალედური კულტურების გამოყენება შეზღუდულია ისეთი აგროკლიმატური რესურსებით, როგორიცაა წყალი და სითბო. მათი წარმატებული გამოყენება დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად ეფექტურად იქნება გამოყენებული აღნიშნული რესურსების „ნარჩენები" ძირითადი კულტურების აღების შემდეგ, რომელიც, თავის მხრივ, დამოკიდებულია ყველა სახის მინდვრის სამუშაოს ჩატარების დროსა და ხარისხზე.

თესვის ვადების (დროის) მიხედვით განასხვავებენ: საშემოდგომო სათიბი, სანაწვერალო, შეთესილ შუალედურ კულტურებს. საშემოდგომოს უწოდებენ კულტურებს, რომელიც ითესება ძირითადი კულტურების აღების შემდეგ, ზაფხულში ან ადრე შემოდგომოთ და აიღება საკვებად (საქონლის) შემდეგი წლის გაზაფხულზე. სანაწვერალოა კულტურები, რომლებიც ითესება ერთწლიანი და მრავალწლიანი ბალახების და სხვა კულტურების საკვებად აღების შემდეგ. სანაწვერალო და სათიბ კულტურებს შორის განსხვავება არის მხოლოდ ის რომ, ბალახების აღების შემდეგ, შუალედური კულტურების ვეგეტაციისათვის დრო უფრო მეტი რჩება (საკვები ბალახები ხშირად აიღება უფრო ადრე, ვიდრე მარცვლოვანი კულტურები). შეთესილი, საფარი კულტურები ეწოდება კულტურებს, რომლებიც ითესება გაზაფხულზე ძირითად კულტურასთან ერთად (ან ითესება მის საფარქვეშ) და მოსავალს იძლევა ძირითადი კულტურის მოსავლის აღების შემდგომი პერიოდის აგროკლიმატური რესურსების ხარჯზე. შუალედურ კულტურებს, რომელთა მოყვანის მიზანია ნიადაგების ეროზიისაგან დაცვა, ეწოდება ნიადაგდამცავი კულტურები.

სექტემბერ-ოქტომბერში, სათოხნი კულტურების, ან იელის-აგვისტოში მარცვლეული კულტურების, აღების შემდეგ, დგება ეროზიის განვითარების თვალსაზრისით საშიში პერიოდი, როდესაც ნიადაგი დაუცველია მცენარეული საფრით. ნიადაგის ეროზიისაგან დაცვის მიზნით გამოიყენება შუალედური კულტურები. სანაწვერალო და განათიბ ნაკვეთებზე ჩვეულებრივ მოჰყავთ საკვები კულტურები (სიმინდი, მზესუმზირა, სუდანურა, ცულისპირა), აგრეთვე ზოგიერთი საშემოდგომო კულტურა (ჭვავი, ტრიტიკალე, რაპსი, ცერცველა). ძირითად კულტურასთან შესათესად და შემოდგომამდე დასატოვებლად იყენებენ სიმინდს, მარცვლოვან-პარკოსნებთან, სორგოსთან და სუდანურასთან ერთად; მზესუმზირას, ბარდასთან

ერთად. შუალედური კულტურები იცავენ ნიადაგს ეროზიისაგან, იძლევიან დამატებით მოსავალს, გამოიყენება როგორც ორგანული ნივთიერება, რომელსაც ჩახნავენ ნიადაგში ფიზიკური და ქიმიური თვისებების გაუმჯობესების მიზნით.

სასოფლო-სამეურნეო-კულტურათა ჯვარედინი და მწკრივად თესვა. მწკრივად ნათესი კულტურები თანაბარ პირობებში უფრო მეტად მდგრადია ნიადაგის ეროზიული პროცესების მიმართ, ვიდრე ჩვეულებრივად ნათესი კულტურები. მათი გამოყენებით 20-30%-ით მცირდება თხიერი ჩამონადენი, ხოლო მყარი ჩამონადენი (ნიადაგის ეროზიისაგან დანაკარგი) კი 25-50 %-ით. ამავე დროს მარცვლეული კულტურების მოსავლიანობა იზრდება 1,5-2,0 ც/ჰა-მდე. ძლიერ დანაწევრებულ, რთულ ფერდობებზე განსაკუთრებით ეფექტურია ჯვარედინი თესვა, როდესაც პირველი რიგი ითესება ფერდობის დაქანების მიმართულებით, მეორე კი – კონტურულად. თესვის აღნიშნული მეთოდი რამდენიმეჯერ ამცირებს ნიადაგის ჩამორეცხვას და უზრუნველყოფს მარცვლეული კულტურების მოსავლიანობის მატებას.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა ზოლმორიგეობითი ათვისება, ბუფერული ზოლების მოწყობა. ჰორიზონტალებთან მოახლოებული მიმართულებით განთავსებული ბუფერული ზოლების დანიშნულება გამოიხატება ფერდობის ზედაპირული ჩამონადენის გაბნევაში, წყლის ნაკადის სიჩქარის შემცირებაში და ჩამორეცხილი, წყალში ატივნარებული ნიადაგის ნანილაკების ნატანის კოლმატაციაში (დაფენაში, მოშლამვაში). მათ განალაგებენ ეიწრო ბაფთების სახით მრავალწლიანი და ერთწლიანი (საშემოდგომო ხორბალი, ჭვავი, ცერცველა, მარცვლოვან-პარკოსანი ნარევი) და სათოხნი კულტურებით დაკავებულ ნაკვეთებზე, აგრეთვე ბაღებში. ბუფერული ზოლების სიგანე და მათ შორის მანძილი დამოკიდებულია ფერდობის დახრილობაზე, აგრეთვე ფერდობის სიგრძესა და ფორმაზე, ნიადაგის თვისებებსა და ბუფერულ ზოლებს შორის არსებულ მცენარეთა მახასიათებლებზე. 6-8°-ით დაქანებულ ფერდობებზე კეთდება 4-6 მეტრი სიგანის ბუფერული ზოლები, ხოლო მათ შორის მანძილი უნდა იყოს 30-40 მეტრი; 10-12°-ით დაქანებულ ფერდობებზე – 8-10 ზოლი და 20-30 მეტრი შესაბამისად. ზოლების სიგანე უნდა იყოს სათესი აგრეგატების მოდების სიგანის ტოლი. ზოლებს შორის სიგანე უნდა იყოს მუდმივი, რათა თავიდან იქნეს აცილებული სოლის წარმოქმნა.

ეს ღონისძიება ყველაზე ფართოდ გამოიყენება წყლისმიერი ეროზიის გავრცელების რაიონებში. ფერდობის დახრილობის გადიდების შემთხვევაში აუცილებელია ბუფერული ზოლების სიგანის გაზრდა. იმ შემთხვევაში, როდესაც ბუფერული ზოლების სიგანე და ზოლებს შორის დაშორება თანაბარია, მაშინ საქმე გვაქვს სხვა ღონისძიებასთან – კულტურათა ზოლებრივ განლაგებასა და კონტურულ-ზოლებრივ მინათმოქმედებასთან. ზოლების სიგანე ჩვეულებრივ იცვლება 30-დან 40 მეტრამდე.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა ზოლმორიგეობითი განლაგება გამოიყენება აგრეთვე ფერდობის ათვისების შემთხვევაშიც. თავდაპირველად ფერდობს დახნავენ ზოლებრივად მრავალწლიანი ბალახების დასათესად მაშინ, როდესაც ისინი საკმარისად განვითარდებიან, დარჩენილი დაუხნავი ზოლებიც დაიხვნება ერთწლიანი კულტურების დასათესად. 2-3-წლიანი გამოყენების შემდეგ მრავალწლიანი ბალახებით დაკავებული ზოლები იხვნება მათზე ერთწლიანი კულტურების მოსაყვანად, ხოლო მრავალწლიან ბალახებს თესავენ ერთწლიანი კულტურე-

ბით დაკავებულ ზოლებში. ამის შედეგად, ზოლების ნაწილი წლის ნებისმიერ დროს დაკავებულია ნიადაგის დამცველი მცენარეული საფრით.

ფერდობების ათვისება დატერასებით. ფერდობის დასატერასებლად მომზადების შემდეგ, რაც გამოიხატება ცალკეული ბუჩქნარების ამოძირკვაში, საჭიროებისამებრ ზედაპირის მოსწორებაში და სხვა სამუშაოების ჩატარებაში (მაგ. ნიადაგის ზედაპირის გაწმენდაში ქვებისაგან), შედგენილი პროექტის შესაბამისად, მექანიზებული წესით ვაკისის სხვადასხვა პარამეტრებით ეწყობა საფეხურებიანი ტერასები. ფერდობზე, რომლის დაქანება 12-15°-ს არ აღემატება, კეთდება პლანტაჟირებულ-დანახნავი ტერასები, ხოლო 15-25°-ით დახრილობის ფერდობებზე – 3,5-5,5 მეტრის სიგანის გამონათხარ-დანაყარი ტერასები. ტენით უზრუნველყოფილ ზონებში ტერასების ვაკისების პირდაპირი და უკუდაქანებით მოწყობა არ არის მიზანშეწონილი, ვინაიდან ვენახების რიგთაშორისებში ნიადაგის მანქანა-იარაღებით დამუშავების და ზედაპირის ბუნებრივი ნიველირების შედეგად ტერასის ვაკისები დროთა განმავლობაში იღებენ ჰორიზონტალურ მდგომარეობას.

პლანტაჟირებულ-დანახნავი ტერასები ეწყობა ფერდობის ქვედა ნაწილიდან დაქანების ჰორიზონტალების მიმართულებით საპლანტაჟე გუთნით, ხვნის ერთი მიმართულებით (უკან, უქმი სვლით), ბელტის ფერდობის დაქანებისაკენ გადაბრუნებით. ტერასის მოწყობა მთავრდება 5-6 გავლის შემდეგ. პირველი გავლისას ხვნის სიღრმე 25-30 სმ, მეორე გავლისას – 35-40 სმ, დანარჩენი გავლისას ხვნის სიღრმე უნდა იყოს 50-60 სმ. ამის შემდეგ, გრეიდერის საშუალებით ფერდობის ზემო ნაწილიდან ხდება ტერასების ვაკისების მოსწორება და სასურველი ქანობის შექმნა.

გამონათხარ-დანაყარი ტერასები ეწყობა ბულდოზერით ან სპეციალური ტერასორების საშუალებით. ამ წესით ტერასების მოწყობისას ნიადაგის ზედა ნაყოფიერი ფენის მნიშვნელოვანი ნაწილი ინაცვლებს დანაყარი გვერდობის – ბერმის მხარეს; ამის გამო გამონათხარი კედლის მხარე უნაყოფო ფენამდე დადის. მოწყობილი ტერასების გამონათხარი კედლის დახრილობის კუთხე 55-60°-ს, ხოლო დანაყარი გვერდობის – ბერმის 40-45°-ს არ უნდა აღემატებოდეს.

დატერასებულ ნაკვეთზე ეწყობა შიდა საპლანტაციო გზები, მანქანა-იარაღების მოსაბრუნებელი ადგილები და ტერასიდან ტერასაზე გადასასვლელი გზები. ჩამონადენი ატმოსფერული წყლებისაგან დასაცავად ტერასებზე ეწყობა წყალამრიდი და წყალგამყვანი არხები.

ტერასების მოწყობის დამთავრებისთანავე, გამონათხარ-დანაყარი წესით მოწყობილ ტერასებზე, ნიადაგი ფხვიერდება ბელტის გადაუბრუნებლად 50-60 სმ სიღრმეზე, შემდეგ, ორივე წესით მოწყობილი ტერასების ვაკისებზე ნიადაგი იხვნება 20-25 სმ სიღრმეზე ჩვეულებრივი სატრაქტორო გუთნით და ნიადაგის მოთხოვნილების შესაბამისად შეაქვთ მინერალური სასუქები. ტერასების ნაყარ გვერდოებზე – ბერმებზე, ნაყარი მიწის დამაგრებისა და ეროზიისაგან დასაცავად, ითესება დარაიონებული მრავალწლიანი ნარევი ბალახები.

II. ნიადაგის ქარისმიერი ეროზიისაგან დაცვის ღონისძიებები

ნიადაგის ძირითადი დამუშავება. ამ დამუშავების მიზანია, ნიადაგის მომზადება შემდეგი გამოყენებისათვის. ქარისმიერი ეროზიის გავრცელების რაიონების ნიადაგები ხასიათდებიან არასაკმარისი ან არამდგრადი ტენიანობით. ნიადაგის

ძირითად დამუშავებას მცენარეული ნარჩენების ნიადაგის ზედაპირზე შენარჩუნებით ნარმოადგენს ნიადაგის ბელტის გადაუბრუნებლად დამუშავება სპეციალური იარაღებით – ბრტყლად მჭრელებით და ჩიზელებით.

ბრტყლად მჭრელით ნიადაგის გაფხვიერების პროცესის მექანიზმი არის ნიადაგსა და ორწახნაგოვან ბრტყელ სოლს შორის ურთიერთქმედება, რომელიც გადაადგილდება ნიადაგის ზედაპირის პარალელურად საჭირო სიღრმეზე. გაფხვიერება, ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, ტარდება ბელტის გადაუბრუნებლად, რის შედეგადაც ნიადაგის ზედაპირზე შენარჩუნებულია მცენარეები და მცენარეთა ნარჩენები.

ჩიზელი (ინგლისურიდან chizel – სატეხი) არის იარაღი ნიადაგის ბელტის გადაუბრუნებლად დამუშავებისათვის, იარაღის მოდების სიგანეზე ნიადაგის ფენის არასრულად ჭრისათვის. ნიადაგის ძირითადი დამუშავებისათვის იყენებენ ჩიზელურ გუთან-გამფხვიერებელს, რომელიც დაკომპლექტებულია ორი ტიპის შეცვლადი თათებით: გამაფხვიერებელი სატეხი 70 მმ-დე მოდების სიგანით, 45 სმ სიღრმემდე გაფხვიერებისათვის და ისრისებრი თათებით 270 მმ-დე მოდების სიგანით, ნიადაგის 30 სმ-ის სიღრმემდე გაფხვიერებისათვის.

ჩიზელით დამუშავების შემდეგ, ნიადაგის ზედაპირზე რჩება ნაწვერალის 60%. ნიადაგის არევის ხარისხით ჩიზელირება აღემატება ბრტყელმჭრელით დამუშავებას, მაგრამ ჩამორჩება ბელტის გადაბრუნებით ხვნას. ნიადაგის ძირითადი დამუშავების სხვა მეთოდებთან შედარებით, მის ძირითად უპირატესობას წარმოადგენს ენერგიის მცირე მოხმარება.

ნიადაგის თესვისწინა დამუშავება და თესვა. ნიადაგის თესვისწინა დამუშავების მიზანია – შექმნას აუცილებელი პირობები ნიადაგში თესლის ჩაკეთებისთვის და სწრაფი აღმოცენებისთვის. თესვისწინა დამუშავებას ანარმოებენ ეროზიის სანინააღმდეგო ღონისძიებების გასატარებლად საჭირო მანქანა-იარაღებით – კულტივატორი-ბრტყელმჭრელებით, თათებიანი კულტივატორებით, ნემსებიანი ფარცხებით, შტანგიანი კულტივატორებით.

თუ თესვა ნარმოებს მძიმე და საშუალო გრანულომეტრული შედგენილობის ნიადაგზე, ოპტიმალური ტენიანობის პირობებში, მაშინ სათესის მიერ ნარმოქმნილი თხემები საკმაოდ მდგრადია ქარის დამშლელი მოქმედების მიმართ.

მსუბუქი გრანულომეტრული შედგენილობის, შეუკავშირებელ ნიადაგებში ხნულის თხემები ხელს არ უწყობს ქარისმიერი ეროზიის ინტენსივობის შემცირებას, ნიადაგი კი დაცულია მხოლოდ მცენარეული ნარჩენებით.

შეთანაწყობილი ოპერაციები და ნიადაგის მინიმალური დამუშავება.

ნიადაგის დამუშავების ერთ-ერთი პერსპექტიული გზაა ნიადაგზე ზემოქმედების შემცირება – მისი დამუშავების რიცხვის შემცირება ოპერაციათა შეთანაწყობით. 10-დან 20 სმ-მდე სიღრმეზე სასუქების შესატანად და ერთდროულად ნიადაგის ბრტყელმჭრელით დასამუშავებლად შექმნილია ღრმადმხვნელი-გამანოყიერებელი.

ნიადაგის ასეთი სახით დამუშავების შეთანაწყობისათვის შექმნილია ნიადაგის დამამუშავებელი კომბინირებული აგრეგატი. დისკოებიანი აგრეგატები ჭრიან და ნაწილობრივ აქუცმაცებენ მცენარეულ ნარჩენებს და 5-8 სმ სიღრმეზე აფხვიერებენ ნიადაგს. მათ უკან ბრტყელმჭრელები აჩეჩავენ ნიადაგის ზედა ფენას და

მთლიანად ჭრიან (თხრიან) სარეველებს. ნიადაგის გაფხვიერებული ფენა 14 სმ-ს აღწევს. ნემსებიანი დისკოები აფხვიერებენ და ასწორებენ ნიადაგის ზედაპირულ ფენას, ხოლო სატკეპნები შლიან მსხვილ კოშტებს, ამკვრივებენ ნიადაგის ქვედა ფენას და აფხვიერებენ ზედა, დამუშავებულ ჰორიზონტს.

ნიადაგის ნულოვანი დამუშავება. ნათესის დამუშავების რიცხვი შეიძლება დავიყვანოთ ერთამდე – თესვამდე. ნიადაგის ნულოვანი დამუშავების დროს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს აწარმოებენ პრინციპით „თესვა დაუმუშავებელ ნიადაგზე". ამ მეთოდით მაქსიმალურადაა შემცირებული ნიადაგის დამუშავებათა რაოდენობა და თესვა დამუშავების ერთდროულად ხდება. ნულოვანი დამუშავების დროს 95 %-ით მცირდება ან სრულიად გამორიცხულია ეროზიული პროცესების განვითარება.

ქარისმიერ ეროზიასაშიშ ადგილებში თესვა ხდება წინასწარ დაუმუშავებელ ნიადაგში ბელტის გადაუბრუნებლად და ქარების მოქმედება ვეღარ ინევს ნიადაგის სახნავი ფენის ახვეტას. სარეველების წინააღმდეგ აგროტექნიკური ღონისძიებების ნაცვლად გამოიყენება ქიმიური მეთოდი. ნიადაგის მინიმალური დამუშავების ეფექტი უფრო თვალსაჩინოა სასუქების შეტანის ნორმების 20-30 %-ით გაზრდის შემთხვევაში.

ნათესების ზოლებრივი განლაგება. ქარისმიერი ეროზიისაგან ნიადაგის დაცვის ძირითად აგროტექნიკურ ღონისძიებას წარმოადგენს ნიადაგდამცავი კულტურებით დაკავებული მინდვრების (დამცავი მინდვრები) მორიგეობა იმ მინდვრებთან, რომლებიც დაკავებულია კულტურებით, რომლებიც ვერ ან ცუდად იცავენ ნიადაგს ახვეტისგან (დასაცავი მინდვრები). ამასთან, დიდი მნიშვნელობა აქვს დამცავი და დასაცავი მინდვრების ზომას და მათ განლაგებას ქარისმიერი ეროზიის განვითარების თვალსაზრისით საშიში ქარების მიმართულების მიმართ. დამცავი მინდვრების განლაგება და ზომები დამოკიდებულია დასაცავი მინდვრის ზომებსა და განლაგებაზე. დასაცავი მინდვრის გრძივი ზომები ქარის მიმართულებით (მოცემულ შემთხვევაში სწორი იქნება, თუ მას დავარქმევთ მინდვრის სიგანეს) შეზღუდულია მოთხოვნით, არ დავუშვათ განსაზღვრულ სიდიდეზე მეტი დანაკარგები. ზოლის სიგანე უნდა იყოს ნიადაგის დასამუშავებელი აგრეგატის სიგანის ტოლი.

შუალედური კულტურების თესვა. საშემოდგომო მთლიანი მობნევის კულტურებად (რომლებიც ითესება ზაფხულის ბოლოს და შემოდგომის დასაწყისში, რათა დაიცვას ნიადაგი ზამთარსა და გაზაფხულზე) იყენებენ ჭვავს, ხორბალს და შვრიას. საშემოდგომო საფარ კულტურებს იყენებენ საკმარისი დატენიანების პირობებში. მშრალ რაიონებში მათ იშვიათად იყენებენ, მხოლოდ ქარისმიერი ეროზიით ძალიან დაზიანებულ ნიადაგებზე. ყველაზე ხშირად საფარ საშემოდგომო კულტურად იყენებენ შვრიას. ეს განპირობებულია იმით, რომ ზამთარში შვრიის მცენარეთა რაღაც ნაწილი იღუპება, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, ის მაინც ეფექტურად იცავს ნიადაგს და აკავებს თოვლს. შვრიას ჩვეულებრივ თესავენ ჭარხლის, კარტოფილის, ბოსტნეულის და სოიოს აღების შემდეგ. გაზაფხულზე ნიადაგდაცვით კულტურას ანადგურებენ ჰერბიციდებით ან მექანიკურად (კულტივატორით), ტოვებენ ანარჩენებს ისეთი რაოდენობით, რომ გვიან გაზაფხულზე უზრუნველყონ ძირითადი კულტურის ნათესების (მაგ. სიმინდის) აღმონაცენი.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა კულისებრივი განლაგება (კულისების მონყობა). ქარის მოძრაობის მიმართულებაზე, ნიადაგის დაცვის ყველაზე ეფექტური საშუალებაა კულისები, რომლებიც ორიენტირებულია საშიში ქარების მიმართულების პერპენდიკულარული მიმართულებით.

კულისები განკუთვნილია მინდვრიდან ახვეტილი ნიადაგის ნაწილაკების აკუმულაციისათვის, რომელიც მას აკრავს ქარპირა მხარეს. რაც უფრო მეტია კულისის სიმაღლე, მით მეტია დამცავი ზოლის სიგრძე. ჩვეულებრივ, დამცავი ზონა კულისის სიმაღლეზე 8-12-ჯერ მეტია, დაცული ზონის სიგრძე კი, კულისის ზოლის სიგრძის ტოლია. ოპტიმალურად ითვლება სიმინდის ან სორგოსაგან შექმნილი ორრიგიანი კულისების გამტარობა, როდესაც მცენარეთა შორის დაცილება 15 სმ-ია. თუ კულისები განკუთვნილია დეფლაციისაგან ნიადაგის დაცვისათვის, აგრეთვე მინდორზე თოვლის დაგროვებისა და თანაბრად განაწილებისათვის, მაშინ მათ შორის მანძილს განსაზღვრავენ ისე, როგორც დამცავი ზონის სიგანეს. კულისებს შორის რეკომენდებული მანძილი განპირობებულია სასოფლო-სამეურნეო მანქანა-აგრეგატების სიგანის ჯერადი მანძილით (ორმაგი, ოთხმაგი, და ა.შ.).

III. ნიადაგის ირიგაციული ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები

წყლის დასაშვები ხარჯები სარწყავ კვალში საკმაოდ დაქანებულ, აგრეთვე დამრეც ფერდობებზე ეროზიისადმი დაბალი მდგრადობის ნიადაგების შემთხვევაში ხშირად აღმოჩნდება იმდენად დაბალი, რომ ეკონომიკური მოსაზრებებით არ შეიძლება იქნეს პრაქტიკულად რეალიზებული. წყლის უფრო მაღალი ხარჯებით რწყვა მიგვიყვანს ნიადაგის ჩამორეცხვამდე. აღნიშნულ პირობებში მხედველობაში იღებენ ეროზიის საწინააღმდეგო დამატებით ღონისძიებებს, რომელიც მიმართულია ნაკადის სიჩქარის შემცირებაზე სარწყავი კვალის დაქანების შემცირებით, კვალის ფსკერის ხორკლიანობის გადიდებით და ნიადაგის წყალგამტარობის გადიდებით ან ნიადაგის წყალგამძლე სტრუქტურისა და აგრეგატების შეკავშირების ხარჯზე წყლის ნაკადის დასაშვები სიჩქარის გადიდებით.

რწყვა „ნაკვეთილი“, „კონტურული“ და „დაკლაკნილი“ კვლებით. სარწყავი კვლების დაქანების შემცირება შესაძლებელია ნაკვეთის ე.წ. „ნაკვეთილი“ კვლევის დაკვალვით, რომლებიც დაკვალულია მახვილი კუთხით ჰორიზონტალების მიმართ და „კონტურული“ კვლებით, რომლებიც დაკვალულია ჰორიზონტალების მიმართულებით. ამასთან, აუცილებელია ნაკვეთის ზედაპირის ზედმიწევნით პლანირება (მოსწორება), რათა ცალკეულ უბნებზე თავიდან იქნეს აცილებული უკუდაქანება კვლების ცალკეულ მონაკვეთებზე.

რთული რელიეფის პირობებში ბუნებრივია სწრაფვა, რომ მორწყვა ჩატარდეს ფერდობის უდიდესი დაქანების მიმართულებით, რათა თავიდან იქნეს აცილებული წყლის დაგუბება ჩადაბლებებსა და მისი გარღვევა ქვემოთ მდებარე კვლებში. ასეთ პირობებში დაქანების რეგულირება წარმოებს დაკლაკნილი კვლების მონყობით. ამ მიზნისათვის იყენებენ კულტივატორს სპეციალური საგორავებით, რომლებიც მოთავსებულია კულტივატორის სამუშაო ორგანოების უკან და უზრუნველყოფენ 3-6 სმ სიგანისა და 3-4 სმ სიღრმის დაკლაკნილი (ზიგზაგისებური) კვლების ფორმირებას. დაკლაკნილი მიკროკვლებით ნაკვეთის რწყვის შედეგად ნიადაგის ჩამორეცხვა მცირდება 20-30-ჯერ, იზრდება ნაკვეთის თანაბარი დატენიანება, მცირდება სარწყავი წყლის ზედაპირული გადაგდება.

სარწყავი კვლის საწყისი (ზედა) ნაწილის წინასწარი დატენიანება მცირე ხარჯის მქონე წყლის ნაკადით. ერთ-ერთი პერსპექტიული ხერხი, რომელიც მიმართულია სარწყავი წყლის ნაკადის დასაშვები სიჩქარის გადიდებისათვის, არის რწყვამდე ნიადაგის დატენიანება სარწყავ კვლებში, წყლის მცირე ხარჯებით, რომელიც საშუალებას აძლევს კვლის კედლებს ნელ-ნელა კაპილარულად დატენიანდეს. კვლის წინასწარი დასველებიდან რამდენიმე ხნის შემდეგ ტარდება ძირითადი რწყვა. საკმარისია დატენიანდეს კვლის საწყისი 20–30 მ და დატოვებულ იქნეს ღამით ასეთ მდგომარეობაში, იმ მიზნით, რომ დილით ჩატარდეს ძირითადი რწყვა წყლის უფრო დიდი, დასაშვები (წინასწარ დატენიანებული ნიადაგის გადაურეცხვადობის პირობით) ხარჯებით. წინასწარი დატენიანების ეფექტი განპირობებულია ნიადაგის წყალგამძლე აგრეგატების რაოდენობის გაზრდით და მასთან დაკავშირებული ზედაპირის ხორკლიანობის გადიდებით. სარწყავი კვლების წინასწარი დატენიანების დადებითი გავლენა ნიადაგის სტრუქტურის წყალგამძლეობაზე დამოკიდებულია მის (დატენიანების) ინტენსივობაზე და ხანგრძლივობაზე, აგრეთვე ნიადაგის თვისებებზე. ნელ, ნიადაგის საკმაოდ ხანგრძლივ კაპილარულ დატენიანებას, განსაკუთრებით მძიმე გრანულომეტრული შედგენილობის ნიადაგების შემთხვევაში, მივყავართ წყლის ნაკადის გადამრეცხი და დასაშვები (ნიადაგის გადაურეცხაობის პირობით) სიჩქარეების მნიშვნელოვან ამაღლებამდე.

სარწყავი კვლების მულჩირება. სარწყავი კვლების ფსკერის მულჩირება მცენარეული ნარჩენებით წარმოადგენს სარწყავი წყლის დასაშვები ხარჯის გადიდების ეფექტურ ღონისძიებას. მისი მოქმედების მექანიზმი მდგომარეობს სარწყავი კვლების ფსკერის ხორკლიანობის გაზრდაში. ამის შედეგად იზრდება წყლის ნაკადის სიღრმე და დასველების პერიმეტრი, რასაც მივყავართ ნიადაგში წყლის ინფილტრაციის გადიდებამდე, ნაკადის სიჩქარის შემცირებამდე და, შესაბამისად, მისი გადარეცხვადობის და ტრანსპორტირებადობის უნარის შემცირებამდე. წყლის დასაშვები (ნიადაგის გადაურეცხაობის პირობით) ხარჯის გაზრდის ზემოთ მოცემული სქემის გამოყენებით შეიძლება შეფასდეს ნამჯით მულჩირების ეფექტურობა.

IV. საძოვრების დაცვა ეროზიული პროცესების განვითარებისგან

ეროზირებული საძოვრების ნაყოფიერების გაუმჯობესება. ეროზირებული საძოვრები განეკუთვნება დაბალნაყოფიერ მიწებს. მათი ნაყოფიერების ამაღლების მიზნით საჭიროა მინერალური და ორგანული სასუქების შეტანა. სარეველების წინააღმდეგ ქიმიური საშუალებების გამოყენება.

საძოვრების დატვირთვის შეზღუდვა და ნაკვეთმორიგეობის შემოღება.

საძოვრების დეგრადაცია, ბუნებრივი გეოდინამიკური პროცესების განვითარების გარდა (მაგ. მეწყერები), ძირითადად გამოწვეულია საძოვრების ზედმეტი დატვირთულობით და გადამეტებული ძოვებით. აღნიშნული ქმედებების შედეგად იტკეპნება საძოვრის ზედაპირი, რიგ შემთხვევებში ზიანდება ბალახის კორდი, რითაც საძოვარზე იწყება ეროზიული ფორმების ჩამოყალიბება და ეროზიული მდგომარეობის გართულება. პრობლემის მოგვარებისათვის საჭიროა საძოვრების ერთეულ ფართობზე ცხოველთა რაოდენობის (სულადობის) რეგულირება-ოპტიმიზაცია. აუცილებელია საქონლის ნაკვეთმორიგეობითი ძოვების შემოღება, რაც თავისთავად გამორიცხავს საძოვრების გაუმართლებლად გადამეტებულ დატვირთვას და ზედმეტად გადაძოვებას.

V. მცირე და საშუალო ზომის სახნავებზე წარმოქმნილი რელიეფის ეროზიული ფორმების გაუვნებელყოფა

სახნავ მიწებზე ძლიერი წვიმების შედეგად წარმოქმნილი კონცენტრირებული ზედაპირული ჩამონადენის შედეგად წარმოიქმნება 20-30 სმ სიღრმის წყალნაღარები. აღნიშნული წყალნაღარები ხელს უშლის სასოფლო-სამეურნეო მანქანა-იარაღების ნორმალურ მუშაობას. იმისათვის, რომ წყალნაღარები არ გაფართოვდეს და გაღრმავდეს, არ ჩამოყალიბდეს ღარტაფი, სახნავი ფართობი არ დანაწევრდეს ცალკეულ პატარ-პატარა ნაკვეთებად, რომლის მანქანური დამუშავება ძალიან გაძნელდება, საჭიროა დროულად ნაკვეთის ზედაპირის გუთნით გადასწორება.

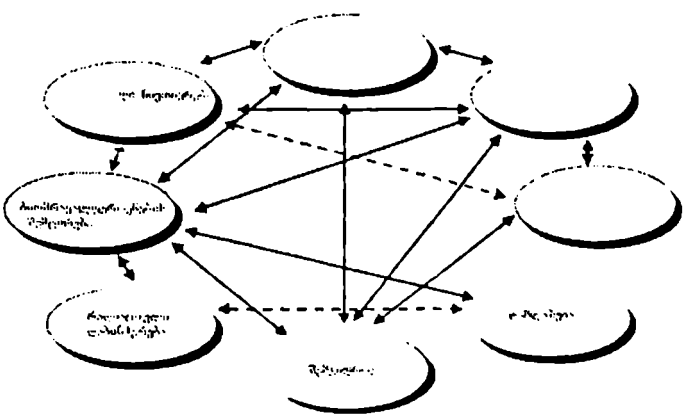
საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. რას ნიშნავს და რა სახის ეროზია არსებობს?
2. წლისმიერი ეროზიის რამდენ ტიპს გამოყოფენ?
3. რა განსხვავებაა გეოლოგიურ და აჩქარებულ ეროზიას შორის?
4. როგორია ეროზიის განვითარებით გამოწვეული ზარალი?
5. როგორია ეროზირებული ნიადაგების კლასიფიკაცია?
6. როგორია წყლისმიერი ეროზიისგან ნიადაგის დაცვის ღონისძიებები?
7. როგორია ქარისმიერი ეროზიისგან ნიადაგის დაცვის ღონისძიებები?
8. როგორია ნიადაგის ირიგაციული ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები?
9. როგორ ხდება საძოვრების დაცვა ეროზიული პროცესების განვითარებისგან?
10. ჩამოაყალიბეთ ეროზიისგან ნიადაგების დაცვის ძირითადი ღონისძიებები.

თავი 27. ნიადაგის დაცვა

დედამიწის ნიადაგური რესურსები შეზღუდულია როგორც ფართობით, ისე ხარისხით. ამის გარდა, ხმელეთის მნიშვნელოვანი ტერიტორიები წარმოდგენილია სასოფლო-სამეურნეო წარმოებისთვის დაბალპროდუქტიული და უვარგისი ნიადაგებით. ამასთან, ნიადაგების არასწორი ექსპლუატაციის, ახალი ქალაქების, დასახლებული პუნქტების, სამრეწველო საწარმოების, გზების, სხვადასხვა გზაგამტარების (გაზის, ნავთობის და სხვ.) მშენებლობის აუცილებლობის გამო, ადგილი აქვს ნიადაგების დანგრევას, ნაყოფიერების დაკარგვას და აქტიური სასოფლო-სამეურნეო გამოყენებიდან ამოღებას. მოსახლეობის უწყვეტი ზრდის შედეგად შეიმჩნევა ერთ სულ მოსახლეზე სახნავების ფართობის შემცირება. ადამიანის ნორმალური არსებობისთვის საჭიროა ერთ სულზე 1 ჰა სახნავი მინა. საქართველოში ეს მაჩვენებელი შეადგენს 0,12. მართალია, ასეთი დაბალი მაჩვენებელი მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში აღინიშნება, მაგრამ ჩვენში ეს მაჩვენებელი საკმაოდ დიდი ტემპით მცირდება. გასული საუკუნის მეორე ნახევარში აჭარაში ზოგიერთ ადგილას მამაპაპური საცხოვრებელი ადგილების მიტოვებამ მინების დეგრადაციის შედეგად გამოიწვია ე.წ. „ნიადაგური მიგრაცია".

ბიოსფეროს ანტროპოგენური ცვლილებების უმრავლესობა გამოირჩევა დამანგრეველი მოქმედებით, რაც იწვევს სტრუქტურულ-ფუნქციონალური წონასწორობის დარღვევას და ბიოსფერული სისტემის და დედამიწის ნიადაგური გარსის დეგრადაციას. ამასთან დაკავშირებით, ნიადაგის დაცვის გზების განსაზღვრისას



ნახ. 53. ნიადაგის დეგრადაციის ძირითადი საშიშროებები

მეტად მნიშვნელოვანია მოიძებნოს მისი რეალიზაციის პერსპექტიული მიდგომები. ეს არის ერთ-ერთი რთული ამოცანა. ბოლო დრომდე ამის გაგება იყო მარტივი და ნიადაგების დაცვაში ძირითადად იგულისხმებოდა დაცვა წყლისმირი და ქარისმიერი ეროზიისგან და ქიმიური დაბინძურებისგან. ნიადაგების დაცვის პრობლემის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ეს არის საკმაოდ მრავალწახნაგოვანი ამოცანა.

არჩევენ ნიადაგის დაცვის რამდენიმე დონეს.

პირველი დონე – ნიადაგების დაცვა პირდაპირი განადგურებისა და სრული დაღუპვისგან. აქ შედის სხვადასხვა ობიექტის მშენებლობისთვის ახალი მიწების გამოყოფის შეზღუდვა; სასარგებლო წიაღისეულის ღია და არარაციონალური დამუშავების შეზღუდვა ან აკრძალვა; ბიოსფეროდან ადრე გამოყოფილი ტერიტორიების და ნაკვეთების მაქსიმალური გამოყენება სამრეწველო და სხვა ობიექტებისთვის; რეკულტივაციის სრული მოცულობით დროული ჩატარება და სხვ. ნიადაგის განსაკუთრებით სუსტად კონტროლირებადი დანაკარგები აღინიშნება სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების და ტრანსპორტირების დროს.

მეორე დონე – მიწების დაცვა ხარისხობრივი დეგრადაციისგან. მრავალი საუკუნის მანძილზე ნიადაგის დეგრადაციის მთავარი ფაქტორია ეროზია. სახნავი მიწების უმრავლესობა სხვადასხვა ხარისხით დაზიანებულია ეროზიით და მწვავედ საჭიროებენ ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების განხორციელებას. წყლისმიერ და ქარისმიერ ეროზიასთან წარმატებული ბრძოლისთვის საჭიროა ძირითადი კანონზომიერების ცოდნა, ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების სისტემების პრინციპული დებულებების ფორმულირება.

ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები უნდა იყოს კომპლექსური და სრულად ითვალისწინებდეს ადგილობრივი პირობების სპეციფიკას. აუცილებელია ეროზიისგან ნიადაგის დაცვის ღონისძიებების ძირითადი ამოცანების გათვალისწინება: ნიადაგების ეროზიის ფაქტორების ზემოქმედების ძალის შემცირება და მათი მოქმედების თავიდან აცილება; ეროზირების აგენტებისგან ნიადაგის ზედაპირის მცენარეულობით და სხვა, ეროზიის საწინააღმდეგო, საშუალებებით მაქსიმალური დაცვა და მათთან ურთიერთქმედების დროის შემცირება; ნიადაგების ეროზიის საწინააღმდეგო მდგრადობის გაზრდა; ეროზირებული მიწების დროული და სრული აღდგენა.

ნიადაგების ხარისხობრივი დეგრადაციის სხვა ფაქტორი, რომელიც განსაკუთრებული ყურადღების ღირსია, არის წყლის მელიორაციების არარაციონალური განხორციელება. მორწყვა უნდა იყოს მკაცრად დოზირებული, მცირე ულუფებით და ხშირ შემთხვევაში დამატებითი ბუნებრივი დატენიანების ფონზე. დაჭაობებული მიწების დაშრობაც აგრეთვე უნდა ხორციელდებოდეს განსაკუთრებული სიფრთხილით. დაუშვებელია დაჭაობებული მიწების სრული დაშრობა.

ხარისხობრივი დეგრადაციის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა ნიადაგების დაცვა ქიმიური, ბიოლოგიური და რადიოაქტიური დაბინძურებისგან.

მესამე დონე – ათვისებული ნიადაგების ნეგატიური სტრუქტურულ-ფუნქციონალური ცვლილებების თავიდან აცილება. სამწუხაროა, მიწების დაცვის სამუშაოებში სათანადო ყურადღება არ ექცევა ნეგატიური ცვლილებების პროფილაქტიკას. პროფილაქტიკა უნდა წარმოადგენდეს დეგრადაციისგან ნიადაგების დაცვის წინმსწრებ სისტემას, რომლის მნიშვნელოვანი კომპონენტებია: ნიადაგების კვებითი, წყლოვანი, თბური და გაზის რეჟიმების რეგულირება, სათანადო დონეზე მათი

ბიოქიმიური აქტიურობის უზრუნველყოფა და სრულფასოვანი ნიადაგური ბიოტის შენარჩუნება; ნიადაგების ფიზიკური მდგომარეობის ოპტიმიზაცია და სტრუქტურის გაუარესების თავიდან აცილება. „ნიადაგური დაავადებების“ აცილების პროფილაქტიკურ ღონისძიებათა მთელი კომპლექსის გადანყვეტა ამავდროულად იძლევა მაღალხარისხოვანი სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მიღების საშუალებას.

არსებობს აგროქიმიკატების გამოყენებისას ნიადაგების ფუნქციონალური „მოშლის“ თავიდან აცილების მეტად მნიშვნელოვანი ასპექტი – ნიადაგში მობინადრე მოსავალზე „მომუშავე“ ორგანიზმების მონამვლის თავიდან აცილება.

სასუქების და პესტიციდების გამოყენების გონივრული სისტემა სათანადო დონეზე უზრუნველყოფს ნიადაგების არა მარტო კეებით რეჟიმს, არამედ ბიოტის აქტიურობას. ამიტომ ნიადაგების დაცვა აგროქიმიკატებით დაბინძურებისგან წარმოადგენს ნიადაგების ჯანმრთელობის და გარემოს შენარჩუნების მნიშვნელოვან პირობას. პესიტიციდებიდან ნიადაგების და ლანდშაფტების დაცვის ერთ-ერთი ძირითადი პირობაა ნაკლებად ტოქსიკური და ნაკლებად მდგრადი ნაერთების შექმნა, მათი შეტანის დოზების შემცირება და სხვ. სამწუხაროდ, ხშირ შემთხვევაში პესტიციდების რაციონალურად გამოყენების პირობები ირღვევა, რაც იწვევს ნიადაგების და ბიოცენოზების ფუნქციონალურ მოშლას და დაავადებებს და გარემოს გაბინძურებას. ყველაზე ხშირად შეიმჩნევა ბიოციდების დოზირების გადაჭარბება ან დაქვეითება და იმის გაუთვალისწინებლობა, რომ, სასუქებისგან განსხვავებით, პესტიციდები ეფექტურია მხოლოდ ოპტიმალური დოზების შედარებით ვიწრო ფარგლებში: ნათესების ამორჩევის მაგიერ მთლიანი დამუშავების ჩატარება; დამუშავების დადგენილი ვადების დარღვევა; ბიოციდების გამოყენების დროს ადამიანების და ცხოველების დაცვის მოთხოვნილებების დაუცველობა, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს სერიოზული მონამვლა და სხვ. ამ დარღვევების თავიდან აცილება წარმოადგენს ნიადაგების, მცენარეების, ცხოველების და, საერთოდ, ადამიანის ბინადრობის ბუნებრივი გარემოს ეკოლოგიური კეთილდღეობის დაცვის აუცილებელ პირობას.

ათვისებული მიწების ნეგატიური სტრუქტურულ-ფუნქციონალური ცვლილებების თავიდან აცილების აუცილებლობლის დასასაბუთებლად მნიშვნელოვანია ეკოტოქსიკანტებით მათი დაბინძურების მასშტაბების ცოდნა. დადგენილია, რომ, როგორც მცენარეთა დაცვის საშუალებები, გამოყენებული ჰერბიციდების დაახლებით 60-90%, ინსექტიციდების და ფუნგიციდების 97-99%, ხვდება ნიადაგში, წყალდენებში და წყალსატევებში. საგრძნობია მძიმე ლითონებით ნიადაგების დაბინძურების მასშტაბი მათი სასუქებთან შეტანის დროს მინარევების სახით. გადიდებული დაბინძურებით გამოირჩევა ფოსფორიანი სასუქები, რომელთან ერთად ნიადაგში ხვდება სპილენძის მოქმედი ნივთიერების 127 გ/ტ, თუთიის 164 გ/ტ, კადმიუმის 3 გ/ტ, სპილენძის 34 გ/ტ, ნიკელის 92 გ/ტ, ქრომის 121 გ/ტ. ნიადაგების სორბციული მექანიზმების მოქმედების შედეგად მასში მოხვედრილ მძიმე ლითონებს აქვთ დაგროვების ტენდენცია, განსაკუთრებით ნიადაგებში სუსტად ჩამრეცხი წყლის რეჟიმით, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ნიადაგური ნაყოფიერების არსებითი დაქვეითება და ნიადაგური ეკოფუნქციების შესუსტება.

მიწების დაცვის აუცილებელ ჯაჭვს წარმოადგენს დეგრადირებული ათვისებული ნიადაგების დროული *აღდგენა*. ის უნდა ტარდებოდეს რამდენიმე ეტაპად:

1. ნიადაგების პათოლოგიის ზუსტი დიაგნოსტირება; 2. დეგრადაციის გამომწვევი ფაქტორების შემდგომი მოქმედების მოხსნა; 3. აქტიური სამეურნეო გამოყენებიდან დეგრადირებული მიწების დროებითი გამორიცხვა; 4. გაბინძურებისგან ნიადაგების გასუფთავება; 5. ნიადაგების ბიოლოგიზაცია და ნაყოფიერების მდგრადობის აღდგენა სასოფლო-სამეურნეო გამოყენებაში მომდევნო ჩართვით მათ მდგომარეობაზე მკაცრი კონტროლის პირობით და სხვა.

როგორია ნიადაგის დაკარგული ძალის დაბრუნების ძირითადი გზები? ზოგადად შეიძლება გამოიყოს ორი მთავარი მიმართულება – კომპლექსური აგროტექნიკური და ბუნებრივი. პირველ შემთხვევაში ნიადაგების „მკურნალია" მზრუნველი პატრონი, მეორეში – თვით ბუნება. იმაზე, რომ ადამიანს შეუძლია „განკურნოს" მიწა და უზრუნველყოს მისი ნაყოფიერება მაღალ დონეზე, მეტყველებენ მაღალი მოსავლები მოწინავე საცდელ მეურნეობებში და პირად საკარმიდამო ნაკვეთებზე.

მიწის დაკარგული ძალის აღდგენის და მასზე მომდევნო მაღალი მოსავლის მიღების ეფექტური, მაგრამ ნაკლებად გამოყენებადი გზაა ნიადაგის „მკურნალობა" ბუნებრივი ნიადაგწარმომქმნელი პროცესებით მრავალწლიურ ყამირზე. ნიადაგების დაცვის დამოუკიდებელ მიმართულებად მიღებულია ბუნებრივი ნიადაგების დაცვა და აღდგენა, რომელიც მოიცავს: 1. ყამირი ნიადაგების რეზერვირებას; 2. დაცული ტერიტორიების ნიადაგების დაცვის მოთხოვნილებების სრულ შესრულებას; 3. ათვისებული იშვიათი და ეტალონური ნიადაგების ნაწილის გამორიცხვას სამეურნეო სარგებლობიდან და მათი ბუნებრივი მდგომარეობის აღდგენას; 4. მაღალბონიტეტური და „საცდელი" ნიადაგების გამოყენების და დაცვის განსაკუთრებული რეჟიმის დაცვას; 5. ახალი დაცული ტერიტორიების ორგანიზებას.

პროდუქტიული მიწების, მათი ნაყოფიერების ძირითადი დანაკარგები დაკავშირებულია: ეროზიასთან, მოსარწყავი მიწების მეორად დამლაშებასთან, წყალსატევების შექმნის დროს დატბორვასთან, მცენარეულობის და ნიადაგების დარღვევასთან, წიაღისეულის დამუშავებასთან, დასახლებული პუნქტების, საწარმოო დანესებულებების, გზების და ა.შ. მშენებლობასთან დაკავშირებული მიწების გასხვისებასა და აგრეთვე სხვადასხვა მავნე ნივთიერებით დაბინძურებასთან.

ეროზია დიდ ზიანს აყენებს ნიადაგურ საფარს. ეროზიული პროცესების განვითარების საშიშროების და მათი გამომწვევი მიზეზების თავიდან აცილება და ეროზიასთან ბრძოლის კონკრეტული ღონისძიებები წარმოადგენენ ნიადაგების დაცვის უმნიშვნელოვანეს ამოცანას. ეს საკითხები განვიხილეთ 26-ე თავში.

მეორადი დამლაშება. ნიადაგურ ნაყოფიერებას მნიშვნელოვან ზარალს აყენებს მეორადი დამლაშება, რასთანაც დაკავშირებულია აქტიური სასოფლო-სამეურნეო გამოყენებიდან ნიადაგების სრული გამორიცხვა (მეორადი მლაშობების წარმოქმნა) ან მათი წარმადობის დაქვეითება (მეორადი ბიცების წარმოქმნა). სარწყავი მიწების ნიადაგური ნაყოფიერების დაცვის და ამაღლების მთელი რიგი საკითხი მნიშვნელოვანია.

1. სარწყავი მიწათმოქმედების ზონებში ნიადაგურ-მელიორაციული პირობები განსაზღვრავენ სარწყავი მასივების წყლოვან-მარილოვანი რეჟიმის პროგნოზების შემდგომი სრულყოფის ამოცანას, რაც საშუალებას იძლევა გავითვალისწინოთ მარილოვანი ბალანსი და მორწყვის სრულყოფილი ხერხების გამოყენების საფუძველზე გამოვრიცხოთ ნიადაგების მეორადი დამლაშების შესაძლებლობის გამორიცხვა.

2. სარწყავ პირობებში ნიადაგების ინტენსიური გამოყენება იწვევს ჰუმუსის, მაკრო- და მიკროსტრუქტურის დაკარგვას, ფიზიკურ-მექანიკური და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების გაუარესებას (ტუტიანობის გაზრდა, ბიცობიანობის გაჩენა), რაც განაპირობებს სარწყავი რაიონების ნიადაგების ნაყოფიერების ეფექტური აღდგენისა და გადიდების პრაქტიკული ხერხების თეორიული საფუძვლების დამუშავების აუცილებლობას.
3. მდინარეების ჩამონადენის ხელოვნურ დარეგულირებასთან დაკავშირებით სარწყავი წყლების ხარისხის შეცვლის, სადრენაჟო წყლების კალაპოტში მათი გადაგდების, გადიდებული მინერალიზაციის წყლების გამოყენების გაფართოების, მინდვრებზე საირიგაციო ნაფენების მოსვლის მკვეთრი შემცირების შედეგად იქმნება სარწყავი ნიადაგების ნაყოფიერების და შენარჩუნების რთული პრობლემები.
4. არაერთგვაროვანი ნიადაგური საფრის (კომპლექსური ნიადაგები) ნახევრად უდაბნოს ზონის ტერიტორიების მორწყვა აყენებს მინების ასათვისებელი მასივების ნაყოფიერების გასწორების პრობლემას და ნიადაგებისთვის ერთგვაროვანი წყლოვან-ფიზიკური და აგროტექნიკური თვისებების შეძენის პრობლემას.

მინების გასხვისება. ქალაქების და დასახლებული პუნქტების, სამრეწველო საწარმოების, გზების, სხვადასხვა სახის გზაგამტარების და ა.შ. მშენებლობა და გაფართოება გარდაუვალად დაკავშირებულია მინების გასხვისებასთან არასასოფლო-სამეურნეო საჭიროებისთვის.

არასასოფლო-სამეურნეო საჭიროებისთვის მინების უფრო მკაცრი და მეცნიერულად დასაბუთებული გასხვისება უნდა ითვალისწინებდეს:

1. სხვადასხვა სამრეწველო საწარმოების, ქალაქების და სხვა დასახლებული პუნქტების მშენებლობისთვის მიწის ფართობების მეცნიერულად დასაბუთებული ნორმების დამუშავებას და პრაქტიკაში დანერგვას და მათ შესრულებაზე მკაცრი სახელმწიფო კონტროლის დანესებას.
2. მშენებლობის მიზნებისთვის პირობითად უვარგისი, მათ შორის დარღვეული ტერიტორიების, მინების გამოყენების გაფართოებას.
3. ქალაქების და დასახლებული პუნქტების სართულიანობის და სიმჭიდროვის გადიდებას.
4. ზოგიერთი ხაზების (კავშირგაბმულობის და სხვ.) გაყვანას მიწის ქვეშ.
5. წყალსაცავების შექმნის დროს მკაცრად დასაბუთებული ნორმების ეკონომიკურ გათვლებს, რომლებიც ითვალისწინებენ დატბორვისგან სასოფლო-სამეურნეო და სატყეო სავარგულების ზარალის მასშტაბს.

ნიადაგების დაბინძურება. ყოველწლიურად ნიადაგის ზედაპირზე სხვადასხვა სახის შხამქიმიკატების და ბალასტის ნივთიერებების შეტანით ატმოსფეროდან შემოდის ნივთიერებების დიდი რაოდენობა. ნიადაგური საფარი არის ბიოსფეროში ჩართული უმრავლესი ქიმიური ნივთიერებების მიმღები. თავისი თვისებების წყალობით ნიადაგი აგრეთვე არის ტოქსიკანტების უმთავრესი აკუმულატორი, სორბენტი და დამანგრეველი. რადგანაც ასეთი შემოსვლის მასშტაბები უწყვეტად იზრდება, იქმნება ნიადაგების დაბინძურების პრობლემა.

მინერალური ტექნოგენური გამონატყორცნები ძირითადად იქმნება საწვავის დაწვის შედეგად ან სამრეწველო საწარმოების გაზისებრი ან აეროზოლური ნარჩენებისგან. ტექნოგენურ გამონატყორცნებში შემავალ მრავალრიცხოვან ელემენტს შორის ყველაზე მავნეა Cr, As, Ni, S, Pb, Mn, Cd, Hg, Ta. ტექნოგენური გამონატყორცნებით ნიადაგების დაბინძურების უარყოფითი შედეგები დაკავშირებულია ნიადაგების თვისებების გაუარესებასთან (რეაქციის, მიკრობიოლოგიური და, ზოგადად, ბიოლოგიური რეჟიმის შეცვლა) და აგრეთვე ტოქსიკური ელემენტების მოხვედრასთან მცენარეებში და შემდგომ ცხოველების და ადამიანის ორგანიზმში. მძიმე ლითონიდან ყველაზე საშიშია ვერცხლისწყალი, ტყვია და კადმიუმი. ცნობილია, იმ რაიონებში, სადაც აღინიშნება ატმოსფეროდან გოგირდის შემცველი (SO_2 და სხვ.) ნაერთების დალექვა, აღინიშნება ნიადაგის რეაქციის მკვეთრი დაჟანგვა. კვების პროდუქტებთან ერთად ადამიანის ორგანიზმში ტოქსიკური ელემენტების მოხვედრა იწვევს მძიმე დაავადებებს.

ნიადაგების დაბინძურება ორგანული და ლითონორგანული ნაერთებით დაკავშირებულია, გარდა ტექნოგენური გამონატყორცნებისა, პესტიციდების ფართო გამოყენებასთან. ბევრი მათგანის შენარჩუნება დიდი ხნით ხდება ნიადაგში (რამდენიმე თვიდან ათეულ წლამდე), რჩებიან ტოქსიკურებად და ზოგჯერ წარმოქმნიან უფრო ტოქსიკურ მეტაბოლიტებს. განსაკუთრებით საშიშია აგრეთვე ტექნოგენური გამონატყორცნების ზოგიერთი ორგანული კომპონენტი (3,4 ბენზპირენი და სხვ.), რომლებიც მიეკუთვნება კანცეროგენურ ნაერთებს.

აღინიშნება პესტიციდებით ნიადაგების დაბინძურების შემდეგი უარყოფითი შედეგები: ადამიანის და ცხოველების ინტოქსიკაციის შესაძლებლობა; პოპულაციების შედგენილობის დარღვევა და სასარგებლო ფაუნის დათრგუნვა; პესტიციდების მიმართ მავნებლების მდგრადი პოპულაციების გაჩენა; ნიადაგების ბიოლოგიური აქტიურობის შეცვლა და სხვ. საჭიროა აღინიშნოს, რომ ტოქსიკანტებით და მათი მეტაბოლიტებით დაბინძურებული ნიადაგი ხდება მცენარეული და ცხოველური პროდუქტების, ატმოსფეროს და ბუნებრივი წყლების დაბინძურების წყარო.

ნიადაგების დაბინძურება რადიოაქტიური ნივთიერებებით ძირითადად გამოწვეულია ატმოსფეროში ატომური და ბირთვული იარაღის გამოცდით, ავარიით ატომურ სადგურებზე და სხვ. Sr^{90}, Cs^{137} და სხვა ნუკლიდები ჩამოცვენისას რადიოაქტიური ნარჩენებით ხვდებიან მცენარეებში, ხოლო შემდეგ კვების პროდუქტებით ადამიანის ორგანიზმში და იწვევენ რადიოაქტიურ დაბინძურებას, რომელიც გამოწვეულია შიდა დასხივებით.

ატომურ სადგურებზე ავარიული სიტუაციების გამო, შეიძლება შეიქმნას ნიადაგების ლოკალური რადიოაქტიური დაბინძურება. ნიადაგში რადიოაქტიური პროდუქტების მოხვედრის უარყოფითი შედეგები შეიძლება აცილებულ იქნეს კულტურების შერჩევით, მინერალური სასუქების გამოყენებით, ნიადაგის ზედა შრის ჩახვნით 40-50 სმ და სხვა აგროტექნიკური ხერხებით.

ნიადაგების დაბინძურების თავიდან აცილების და არახელსაყრელი შედეგების განეიტრალების აქტიურ ხერხებს მიეკუთვნება შემდეგი:

1. „საქართველოს რესპუბლიკის ნიადაგების დაცვის კანონის“ მკაცრი დაცვა.
2. ნიადაგში მოსული ყველა მავნე ნივთიერების მრავალმხრივი კონტროლი.
3. ნიადაგებში ტოქსიკანტების გარდაქმნის შესაძლებელი პროცესების შესწავლა ნიადაგების მთელი რიგი თავისებურებების გათვალისწინებით: ბიოპროდუ-

ქტიულობა და ჰუმუსირება; ნიადაგების მჟავე-ტუტე და ჟანგვა-აღდგენითი პირობები; ნიადაგური სხნარების კონცენტრაცია და ნიადაგების შთანთქმისუნარიანობა და ამის საფუძველზე ტერიტორიის ლანდშაფტურ-რეგიონალური პირობების გათვალისწინებით (კლიმატის და წყლის რეჟიმის, რელიეფის, ჰიდროლოგიის, მცენარეულობის და სხვ. თავისებურებანი), ნიადაგების შესაძლებელი დაბინძურების პროგნოზირება.

4. ნიადაგებისთვის ტოქსიკანტების ნორმატივების (ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები) დამუშავება ნიადაგების ჰიდროთერმული რეჟიმის გავლენით თვითგანმენდის პროცესების შესწავლის, ნიადაგური მიკროორგანიზმების და მიკროფაუნის მოქმედების და აგრეთვე ულტრაიისფერი გამოსხივების საფუძველზე.
5. პესტიციდების დაჯგუფება მათი საშიშროების ხარისხის მიხედვით და ყველაზე საშიში ტოქსიკანტების მაქსიმალურად შესაძლებელი შემცირება.
6. მავნე ორგანიზმებთან ბრძოლის ეფექტური აგროტექნიკური და ბიოლოგიური ხერხების დამუშავება და ფართო დანერგვა; ნიადაგური გარემოს დაბინძურების გამომრიცხავი ნაკლებად საშიში პესტიციდების გამოყენება.

რეკულტივაცია ნიშნავს ტექნოგენური ეკოსისტემების ერთგვარ გარდაქმნას და წარმოადგენს სამთო-ტექნიკურ, საინჟინრო, სამელიორაციო, სასოფლო-სამეურნეო და გამწვანების სამუშაოების ერთიან კომპლექსს, რომელიც სრულდება დროის გარკვეულ პერიოდში და მიმართულია წყობიდან გამოსული ნიადაგების მიზნობრივი დანიშნულებისთვის ვარგის მდგომარეობამდე მისაყვანად. ხოლო პერიოდს, როდესაც სრულდება აუცილებელი სამუშაოების ციკლი, ეწოდება რეკულტივაციური პერიოდი, რომელიც შეიძლება გაგრძელდეს 10 წლამდე და მეტხანს. აღნიშნული პერიოდი იყოფა რიგ ეტაპებად. თითოეული ეტაპი, თავის მხრივ, იყოფა რამდენიმე სტადიად. რეკულტივაციის პერიოდად შეიძლება ჩაითვალოს სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგისთვის ნიადაგების მიზნობრივი გამოყენება. ნიადაგების რეკულტივაციის პრობლემების გადაწყვეტა მოითხოვს სხვადასხვა პროფილის სპეციალისტების და სახალხო მეურნეობის (სამთომოპოვების, მრეწველობის, სამშენებლო, სასოფლო და ტყის მეურნეობის და ა.შ. სხვადასხვა სტადიაზე), სანარმოებისა და ორგანიზაციების ერთიან და თანმიმდევრულ მონაწილეობას.

არჩევენ სამთო-ტექნიკურ, ბიოლოგიურ და სამშენებლო რეკულტივაციას.

სამთო-ტექნიკური რეკულტივაცია არის სამთომოპოვების წარმოების მიერ საბადოს დამუშავების პროცესში შესასრულებელი კომპლექსური სამუშაო, რომელიც გულისხმობს წყობიდან გამოსული ფართობების შემდგომ გამოყენებას. აქ შედის შემდეგი ღონისძიებები: სასარგებლო ნიაღისეულის მოპოვებისათვის გამოსაყენებელი ნიადაგის წინასწარი მომზადება, წყობიდან გამოსული ფართობის ზედაპირის მომზადება შემდგომ ბიოლოგიური რეკულტივაციისთვის, ნაყარის ზედაპირის მოშანდაგება, ნიადაგის ნაყოფიერი ფენით დაფარვა, აუცილებელი სამელიორაციო სამუშაოების შესრულება (დასაშრობი, სადრენაჟო სამუშაოების ჩატარება, მოკირიანება და სხვადასხვა სასუქისა და მელიორანტების შეტანა და ა.შ.), აგრეთვე გზებისა და წყალსატევების მოწყობა, მოსალოდნელი ეროზიის აცილება, ზედაპირის მომზადება მშენებლობისთვის. სამთო-ტექნიკური რეკულტივაციის ეტაპის საბოლოო მიზანი მდგომარეობს იმაში, რომ წყობიდან გამოსულ ნიადაგებზე შეიქმნას ყველა პირობა ბიოლოგიური რეკულტივაციისთვის.

ბიოლოგიური რეკულტივაცია წარმოადგენს სასოფლო-სამეურნეო ორგანიზაციების, ტყის და თევზის მეურნეობის და სხვა დაწესებულებების მიერ საძოვრების, სახნავების, ბაღების, ტყეების პროდუქტიულობის, აგრეთვე, მეთევზეობისთვის წყალსატევების შესაქმნელად აგროტექნიკური და ტექნიკური სამუშაოების ჩასატარებელ კომპლექსს. ბიოლოგიური რეკულტივაცია მხოლოდ იმ შემთხვევაში წარმოებს, თუ სამთომოპოვებითი ან სხვა საწარმოო წესრიგში მოიყვანს კარიერს აღნიშნული ღონისძიების გასატარებლად. წყობიდან გამოსული ფართობის ბიოლოგიური რეკულტივაციის სახეებიდან ყველაზე გავრცელებულია: სასოფლო-სამეურნეო ერთწლიანი კულტურების და მრავალწლიანი ბალახების თესვა, ბაღებისა და ვენახების გაშენება, ტყის მასივების, პარკებისა და მწვანე ზონების შექმნა.

სამშენებლო რეკულტივაცია არის წყობიდან გამოსულ ტერიტორიებზე სპეციალიზებული სამშენებლო და თევზმეურნეობის ორგანიზაციების მიერ სხვადასხვა დანიშნულებისა და სახის მშენებლობა და წყალსატევის მოწყობა.

სამთომოპოვებითი სამუშაოები თავისი ფორმებით დიდ ზემოქმედებას ახდენს ბიოსფეროზე. მინერალური ნედლეულის, საწვავის თუ სხვა მასალის მოპოვებისას ნიადაგის ყველა სახის დარღვევა შეიძლება დაჯგუფდეს ექვს კატეგორიად:

1. ტერიკონები (მადნის მიწისქვეშა გამომუშავებით შექმნილ ნაყარებზე და შახტის მოედნებზე ნაპრალები, ნასხლეტები, „ძაბრები", ეროზიული და მეწყრული მოვლენებით);
2. ღრმულები (სხვადასხვა მადნის და ქვანახშირის მოპოვების შედეგად წარმოქმნილი ღრმა კარიერები და ყრილები, შლამსაცავები, ნაცარყრილები);
3. კარიერები ყრილების გარეშე შეცვლილი რელიეფით, წარმოქმნილი სამშენებლო მასალების და ტორფის მოპოვების შედეგად;
4. ნიადაგური საფრის დარღვევები გზების მშენებლობის, კაბელების, გაზის და ნავთობის მილების ჩაწყობის, ელექტროქსელის (ტრანშეები, თხრილები, „კაბელიერები") გაყვანის შედეგად;
5. სამთო-საძიებო, გეოდეზური და სამშენებლო სამუშაოების შედეგად დაბინძურებული ტერიტორიები.

სასარგებლო წიაღისეულის ღია წესით დამუშავების დროს აუცილებელია სტანდარტზე დაყრდნობა, რომლის შემუშავების მიზანს შეადგენს სახურავი ქანების თვისებების განსასაზღვრად ერთიანი კრიტერიუმების შექმნა და ბიოლოგიური რეკულტივაციისთვის მათი ვარგისიანობის ხარისხის მიხედვით დაჯგუფება.

ნიადაგური საფრის ნაყოფიერი ფენის მოხსნისას მიზანშეწონილია მოსწორებულ-მოშანდაკებულ ფართობზე მისი იმთავითვე დატანა, მაგრამ, თუ ამგვარი შესაძლებლობა არ არსებობს, მაშინ აუცილებელია მოხსნილი ნიადაგის ნაყოფიერი ფენის (შემდგომი მისი გამოყენების მიზნით) გარკვეული დროით დასაწყობება. ნაყოფიერი ფენის ამ ფორმით შენახვა შეიძლება გაგრძელდეს 10-15 წელი და უფრო ხანგრძლივად. აღსანიშნავია, რომ ამგვარი გზით „შენახული" ნიადაგის ნაყოფიერების მაჩვენებელი არ ეცემა და ნებისმიერ დროს შეიძლება გამოყენება.

ნიადაგური საფრის ნაყოფიერი ფენის მოხსნის და დასაწყობების შესასრულებლად აუცილებელია ნაყოფიერი ფენის მოხსნის სიმძლავრის (სისქის) პარამეტრების დადგენა. საქართველოს ნიადაგების მიმართ ასეთი პარამეტრები დადგენილ იქნა ნ. იაშვილის და ე. ლეჟავას (2004) მიერ.

ცხრ. 30. საქართველოს ძირითადი ნიადაგების ნაყოფიერი და პოტენციურად ნაყოფიერი ფენების სიმძლავრეები (იაშვილი, ლეჟავა 2004)

ნიადაგი	ნიადაგის ფენის სისქე, სმ		ნაყოფიერი ფენის ჯამური მაჩვენებელი, სმ
	ნაყოფიერი	პოტენციურად ნაყოფიერი	
შავმიწა	70-110	30	100-140
მდელოს-შავმიწა	60-100	20	80-120
მდელოს-ყავისფერი	40-80	20	60-100
ყავისფერი	30-70	20	50-90
შავი	50-80	40	90-120
რუხი-ყავისფერი	30-70	30	60-100
ნეშომპალა-სულფატური	20-40	20	40-60
ყომრალი	30-50	30	60-80
მთა-მდელოს	20-40	20	40-60
წითელმიწა	40-50	20	60-70
ყვითელმიწა	40-50	20	60-70
ყვითელმიწა-ეწერი	40-50	20	60-70
ალუვიური	30-80	30	60-110
ტორფიან-ლამიანი	მთლიანად	სისქით	

საქართველოში ღია წესით მადნის მოპოვების ადგილებში ნიადაგის აღდგენა და მისი სოფლის მეურნეობაში კვლავ გამოყენების რაციონალური ღონისძიებების დასადგენად მეცნიერული კვლევები 1960 წლიდან ტარდებოდა საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის, მიხეილ საბაშვილის ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიის და მელიორაციის ინსტიტუტის მიერ ჯერ ჭიათურის მანგანუმის საბადოს დარკვეთის საცდელ პუნქტზე, ხოლო მოგვიანებით მადნეულის საბადოზე (ა. გოგატიშვილი, დ. დოლიძე, ნ. იაშვილი, ვ. ლეჟავა).

საკონტროლო კითხვები და დავალებები

1. ნიადაგის დაცვის რამდენ დონეს არჩევენ?
2. რა იწვევს ნიადაგების დეგრადაციას?
3. რას ნიშნავს ნიადაგების რეკულტივაცია?
4. რა სახის რეკულტივაცია არსებობს?

ლიტერატურა

გობეჯიშვილი რ. გლაციოლოგია. „უნივერსალი", თბილისი, 2008.

გობეჯიშვილი რ. საქართველოს რელიეფი. „უნივერსალი", თბილისი, 2010.

ელიზბარაშვილი ნ. გეოგრაფიის საფუძვლები. „უნივერსალი", თბილისი, 2008.

იაშვილი ნ., ლეჟავა ვ. ტექნოგენური ლანდშაფტების რეკულტივაცია. „ცოდნა", თბილისი, 2004.

ნიადაგის რესურსების მსოფლიო მონაცემთა ბაზა 84, თბილისი, 2005.

საბაშვილი მ. ნიადაგმცოდნეობა, თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1970.

საქართველოს ანდოსოლები. „მწიგნობარი", თბილისი, 2009.

სეფერთელაძე ზ. ფიზიკურ-გეოგრაფიულიდარაიონებადალანდშაფტურ-ეკოლოგიური პრობლემები. თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 2009.

ურუშაძე ა. აგრომეტყეეობა – საქართველოს სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარების საფუძველი. თბილისი, 2006.

ურუშაძე თ. საქართველოს ძირითადი ნიადაგები. „მეცნიერება", თბილისი, 1997.

ურუშაძე თ., სანაძე ე., ქვრივიშვილი თ. ნიადაგის მორფოლოგია. „მწიგნობარი", თბილისი, 2010.

ფალავანდიშვილი შ. ნიადაგების გეოგრაფია. „აჭარა", ბათუმი, 2002.

ფალავანდიშვილი შ., ურუშაძე თეო., ქვრივიშვილი თ., ჯაში დ. ნიადაგის ეკოლოგია. „მწიგნობარი", ბათუმი-თბილისი, 2009.

Richard W. Arnold. Is Sustainability Beyond the Far Horizon? Annals of Agrarian Science, vol. 3, No. 3, 2005.

Bech J. Soil Science: Unde Venis et Quo Vadis? Annals of Agrarian Science, vol. 4 No. 1, 2006.

Blum Winfried E.H. Soil Protection Through Sustainable Land Management – a Holistic Approach. Annals of Agrarian Science, 1, 2003.

Blum Winfried E.H. The European Soil Thematic Strategy – a New Research Agenda. Annals of Agrarian Science, vol. 3 No. 3, 2005.

Blume H.-P. Handbuch des Bodenschutzes. Ecomed, 1992.

Nyle C. Brady, Ray R. Well. The Nature and Properties of Soils. Fourteenth Edition. Person Prentice Hall. 2010.

Driessen P.M., Dudal R. Lecture Notes on the Major Soils of the World. Agricultural University. Katholieke Universiteit Leuven, Wageningen,1989.

Gogichaishvili G., Urushadze Teo. Estimation of Erosion Lands of the Reclamation Fund in Georgia. Journal of Agriculture and Rurol Development in the Tropics and Subtropics. Kassel University Press, vol. 107, N1, 2006.

Nestroy O. Pedogenesis. Annals of Agrarian Science, vol. 4, No. 2, 2006.

Розанов Б.Г. Генетическая морфология почв. Изд. МГУ, М., 1975.

Геоморфология Грузии. "Мецниереба", Тбилиси, 1977.

Герасимов И.П., Глазовская М.А. Основы почвоведения и география почв. Государственное издательство географической литературы, М., 1960.

Герасимова М.И. География почв России. Изд. МГУ, М., 2007.
Глазовская М.А. Общее почвоведение и география почв. `Высшая школа~, М., 1981.
Глазовская М.А. Педолитогенез и континентальные циклы углерода. Либроком, М., 2009.
Джанелидзе Ч.П. Палеогеография Грузии в голоцене. `Мецниереба~, Тбилиси, 1980.
Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения. `Просвещение~ М., 1989.
Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Изд. МГУ. Изд. Наука, М., 2006.
Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв. Изд. МГУ, М.,2006
Зонн С.В. Почвообразование и почвы субтропиков и тропиков. М., 1974.
Зонн С.В. Современные проблемы генезиса и географии почв. "Наука", М., 1983.
Ковриго В.П., Кауричев И.С., Бурлаков Л.М. Почвоведение с основами геологии. "Колос", М., 2000.
Мачавариани Л.Г. Географические парадигмы микростроения основных почв Грузии. "Универсал", Тбилиси, 2008.
Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропогенных взаимодействий. Издательство ЛКИ, М., 2008.
Почвы, биогеохимические циклы и биосфера. Товарищество научных изданий КМК, М., 2004,
Роуэлл Д.Л. Почвоведение: методы и использование. "Колос", М., 1998.
Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. "Наука", М., 1977.
Щербакова Е.М. Древнее оледенение Большого Кавказа. Изд-во МГУ. М., 1973.

შინაარსი

შესაუალი 7

ნაწილი I. ნიადაგწარმოქმნის ფაქტორები და არსი 31
თავი 1. ქანების და მინერალების გამოფიტვა 31
თავი 2. გეოგრაფიული გარემოს კომპონენტი,
როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი 40
2.1. გეოგრაფიული მეთოდი ნიადაგწარმოქმნაში 40
2.2. ქანი, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი 41
2.3. რელიეფი, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი 48
2.4. კლიმატი, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი 51
2.5. ნიადაგწარმოქმნის ბიოლოგიური ფაქტორი 55
2.6. ასაკი, როგორც ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორი 66
2.7. ნიადაგის მეხსიერება და დროში ნიადაგის ცვლა 67
2.8. ნიადაგწარმომქმნელი ლოკალური და ანტროპოგენური ფაქტორი 69
2.9. ნიადაგწარმომქმნელი ფაქტორების ურთიერთკავშირი 70
თავი 3. ნიადაგწარმოქმნის ენერგეტიკა და გეოგრაფიული ფაქტორი 72
თავი 4. გეოგრაფიული ფაქტორის წელილი ნიადაგწარმოქმნის
მატერიალურ საფუძველში 79
თავი 5. ნიადაგწარმოქმნის მორფოლოგია 95
5.1. ნიადაგის მორფოლოგია 95
5.2. ნიადაგწარმოქმნის ელემენტარული პროცესები 107
თავი 6. ნიადაგწარმოქმნის პროცესის სქემა 123
თავი 7. ნიადაგის და ნიადაგური საფრის ევოლუცია 128
თავი 8. ნიადაგის გეოგრაფიული გავრცელების საერთო კანონზომიერებანი 147
8.1. ნიადაგური საფრის შენების ბიოკლიმატური კანონზომიერებანი 147
8.2. ნიადაგური საფრის ლითოლოგიურ-გეომორფოლოგიური და
ისტორიულ-გეოლოგიური კანონზომიერება 154
8.3. ნიადაგური დარაიონების გამოცდილება საქართველოში 161
8.4. საქართველოს ნიადაგების ზონალობა 162

ნაწილი II. ნიადაგის მყარი, თხიერი და გაზისებრი ფაზის შედგენილობა
და თვისებები 167
თავი 9. ნიადაგწარმომქმნელი ქანის და ნიადაგის გრანულომეტრული
(მექანიკური) შედგენილობა 167
თავი 10. ნიადაგის ორგანული ნივთიერება 174
10.1. ზოგადი ცნება 174
10.2. ორგანული ნარჩენების შედგენილობა 174
10.3. ნიადაგში ორგანული ნარჩენის გარდაქმნის პროცესი 177

10.4. ნიადაგწარმოქმნის პირობების გავლენა ჰუმუსწარმოქმნის ხასიათსა და სისწრაფეზე 178
10.5. ჰუმუსის შედგენილობა 180
10.6. ჰუმუსის მნიშვნელობა ნიადაგწარმოქმნაში 182
თავი 11. ნიადაგების ფერმენტაციული აქტიურობა 184
თავი 12. ნიადაგის ალელოპატიური თვისებები 187
თავი 13. ნიადაგის და ნიადაგწარმომქმნელი ქანის ქიმიური შედგენილობა 190
თავი 14. ნიადაგის მიკროელემენტი 194
თავი 15. ნიადაგის რადიოაქტიურობა 196
თავი 16. ნიადაგის მაგნიტური თვისებები 198
თავი 17. ნიადაგური კოლოიდები და ნიადაგის შთანთქმისუნარიანობა 200
17.1. ნიადაგური კოლოიდების შედგენილობა და შენება 201
17.2. ნიადაგის შთანთქმისუნარიანობის სახეები 205
17.3. ნიადაგური შთანთქმის კომპლექსი 206
თავი 18. ნიადაგის თხიერი ფაზა, ნიადაგური ხსნარები 211
18.1. ნიადაგის ტენის კატეგორიები, ფორმები და სახეები 211
18.2. ნიადაგის წყლოვან-ფიზიკური თვისებები 214
18.3. ნიადაგის ტენის სხვადასხვა სიდიდის გავლენა მცენარის ზრდასა და განვითარებაზე 218
18.4. ნიადაგის ტენის რეჟიმი 220
18.5. ნიადაგური ხსნარების შედგენილობა, თვისებები და დინამიკა 221
თავი 19. ნიადაგების გაზის ფაზა 225
19.1. ნიადაგური ჰაერის შემადგენლობა 225
19.2. ნიადაგის თბური რეჟიმი 228
თავი 20. ნიადაგში ჟანგვა-აღდგენითი პროცესები 230
თავი 21. ნიადაგის, როგორც სამფაზიანი სხეულის, სტრუქტურული მდგომარეობა და ფიზიკური თვისებები 233
21.1. სტრუქტურწარმოქმნის ფაქტორები 233
21.2. მოცულობითი მასა, ხვედრითი მასა და ნიადაგის ფორიანობა 236
21.3. ნიადაგის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები 237
21.4. ნიადაგის თბური თვისებები 239
21.5. ნიადაგის ნაყოფიერება 241

ნაწილი III. ნიადაგების კლასიფიკაცია. საქართველოს ძირითადი ნიადაგების თვისებები, გენეზისი და გეოგრაფია 244
თავი 22. ნიადაგების კლასიფიკაცია 244
22.1. ნიადაგების კლასიფიკაციის შედგენის პრინციპები 244
22.2. ნიადაგების ნომენკლატურა და დიაგნოსტიკა 246
22.3. ნიადაგების ძირითადი კლასიფიკაციები 247
22.4. ნიადაგური რესურსების მსოფლიო კორელაციური ბაზა 248
თავი 23. საქართველოს ძირითადი ნიადაგების თვისებები, გენეზისი და გეოგრაფია 271
23.1. წითელმიწა 271
23.2. ყვითელმიწა 274
23.3. ჭაობიანი ნიადაგი 278
23.4. ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგი 280

23.5. ყვითელმიწა-ეწერლებიანი ნიადაგი 286
23.6. ყვითელ-ყომრალი ნიადაგი 289
23.7. ყომრალი ნიადაგი 294
23.8. ყომრალ-შავი ნიადაგები 304
23.9. კორდიან-კარბონატული ნიადაგი 307
23.10. რუხი-ყავისფერი ნიადაგი 311
23.11. მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგები 317
23.12. ყავისფერი ნიადაგი 319
23.13. მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი 326
23.14. შავი ნიადაგი 330
23.15. შავმიწა 337
23.16. მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგი 340
23.17. მთა-მდელოს ნიადაგები 346
23.18. მთა-მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგი 355
23.19. დამლაშებული ნიადაგები 358
23.20. ალუვიური ნიადაგი 361

ნაწილი IV. მსოფლიოს ნიადაგური საფარი 365
თავი 24. მსოფლიოს ნიადაგური რუკები 365
თავი 25. მსოფლიოს ნიადაგურ-ბიოკლიმატური სარტყლები 370
25.1. პოლიარული სარტყლის ნიადაგური საფარი 370
25.2 ბორეალური სარტყლის ნიადაგური საფარი 371
25.3. სუბბორეალური სარტყლის ნიადაგური საფარი 373
25.4. სუბტროპიკული სარტყლის ნიადაგური საფარი 376
25.5. ტროპიკული სარტყლის ნიადაგური საფარი 379
25.5. მსოფლიოს კონტინენტების ნიადაგური საფარი 383

ნაწილი V. ნიადაგური რესურსების თანამედროვე მდგომარეობა და დაცვა 387
თავი 26. ნიადაგის ეროზია და მისგან დაცვა 387
26.1 ეროზიის სახეები 387
26.2. ეროზიის განვითარებით გამოწვეული ზარალი 391
26.3. ეროზირებული ნიადაგების კლასიფიკაცია 393
26.4. ეროზიისგან ნიადაგის დაცვის ღონისძიებები 395
თავი 27. ნიადაგის დაცვა 405

ლიტერატურა 414

დანართი 419

დანართი

1. ალუვიური (Fluvisols), მდინარე კინტრიშის აუზი (თ. ურუშაძე)
2. წითელმიწა (Nitisols Ferralic), ანასეული (თ. ურუშაძე)
3. ყვითელმიწა (Acrisols Haplic), ტყიბულის მიდამოები (თ. ურუშაძე)
4. ჭაობიანი (Gleysols), ფოთის მიდამოები (თ. ურუშაძე)
5. ყვითელ-ყომრალი (Acrisols Haplic), ოკრიბა (თ. ურუშაძე)
6. ყვითელ-ყომრალი (Acrisols Haplic), ტყიბულის მიდამოები (თ. ურუშაძე)
7 ყვითელმინა-ეწერი (Luvisols Albic), ზუგდიდის მიდამოები (თ. ურუშაძე)
8. ყომრალი (Cambisols Dystric), ქედის მიდამოები (თ. ურუშაძე)
9. ყავისფერი (Cambisols Chromic), მცხეთის მიდამოები (თ. ურუშაძე)
10. მდელოს-ყავისფერი (Cambisols Chromic), დიღმის ვაკე (თ. ურუშაძე)
11. კორდიან-კარბონატული (Leptosols Rendzic), მცხეთის მიდამოები (თ. ურუშაძე)
12. კორდიან-კარბონატული (Leptosols Rendzic), მატაანის მიდამოები (თ. ურუშაძე)
13. დამლაშებული (Solonetz Humic), ალაზნის მარჯვენა ნაპირი (თ. ურუშაძე)
14. დამლაშებული (Solonetz Humic), ვარკეთილის მიდამოები (თ. ურუშაძე)
15. შავი (Vertisols), ხაშურის მიდამოები (თ. ურუშაძე)
16. შავმიწა (Chernozems), ნალკის მიდამოები (თ. ურუშაძე)
17. ყომრალ-შავი (Chernozems Haplic), თეთრიწყაროს მიდამოები (თ. ურუშაძე)
18. რუხი-ყავისფერი (Cambisols Chromic), მარნეულის მიდამოები (თ. ურუშაძე)



1



2



3



4



5



6



7



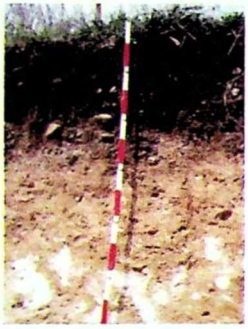
8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18



19



20



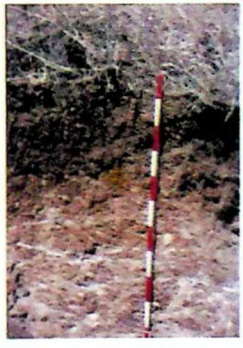
21



22



23



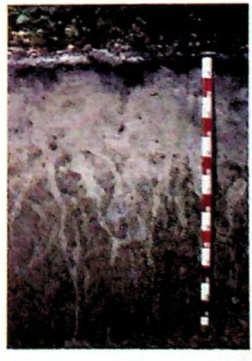
24



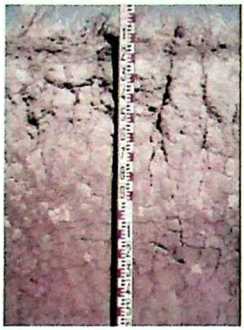
25



26



27



28



29



30



31



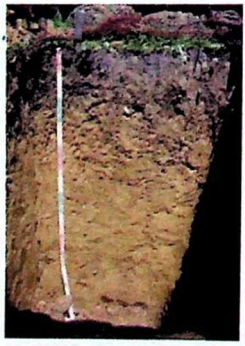
32



33



34



35



36

19. მთა-მდელოს (Leptosols Umbric), გერგეთის მიდამოები (თ. ურუშაძე)
20. მთა-მდელოს (Leptosols Umbric), ჯვრის უღელტეხილი (თ. ურუშაძე)
21. მთა-მდელოს შავმიწისებრი (Leptosols Mollic), ფარავნის ტბის მიდამოები (თ. ურუშაძე)
22. მთა-ტყე-მდელოს (Leptosols Umbric), ლაგოდეხის ნაკრძალი (თ. ურუშაძე)
23. პრომიტიული (Leptosols), სტეფანწმინდას მიდამოები (თ. ურუშაძე)
24. ყავისფერი (Cambisols Chromic), ყენია (ვ. ბლუმი)
25. ეწერი (Podzols), ავსტრია (ვ. ბლუმი)
26. შავი (Vertisols), ყენია (ვ. ბლუმი)
27. ეწერი (Luvisols), შვეიცარია (პ. ლიუქსენი)
28. კორდიან-კარბონატული (Leptosols Rendzic), ავსტრია (ვ. ბლუმი)
29. წითელმიწა (Nitisols Ferralic), ბრაზილია (ვ. ბლუმი)
30. ლებიანი (Gleysols), ავსტრია (ვ. ბლუმი)
31. კორდიან-კარბონატული (Leptosols Rendzic), ავსტრია (ვ. ბლუმი)
32. კორდიან-კარბონატული (Leptosols Rendzic), ავსტრია (ვ. ბლუმი)
33. მთა-მდელოს (Leptosols Umbric), ავსტრია (ვ. ბლუმი)
34. შავმიწა (Chernozems), ავსტრია (ვ. ბლუმი)
35. ყვითელ-ყომრალი (Acrisols Haplic), რუსეთი (მ. გერასიმოვა)
36. შავმიწა (Chernozems), რუსეთი (ნ. ხიტროვი)