



global
environment
facility
INVESTING IN OUR PLANET



გარემოს დაცვისა და სოფლის
მეურნეობის სამინისტრო



ნიჟარის ნაყოფიერების გაუმჯობესება ფერმერებისათვის



მასალა მომზადებულია გლობალური გარემოს დაცვის ფონდის (GEF) მიერ დაფინანსებული პროექტის „აგრარული ბიომრავალფეროვნების მდგრადი მართვა სამცხე-ჯავახეთის რეგიონის მონყვლად ეკოსისტემებსა და სასოფლო დასახლებებში“ ფარგლებში, მიერ სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევით ცენტრთან თანამშრომლობით.

ავტორები:

- ❖ გიორგი ღამბაშიძე ცოტნე სამადაშვილი - სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევით ცენტრი, ნიადაგის ნაყოფიერების კვლევის სამსახური, ლაბორატორიის უფროსი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკად. დოქტორი



1. ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების მართვა

ნიადაგის ნაყოფიერების ღონესა და მასში ტენის შენარჩუნების უნარზე გადამწყვეტ გავლენას ახდენს ორგანული ნივთიერებების შემცველობა. ჰუმუსით მდიდარი ნიადაგი უკეთ აკავებს წყალსა და საკვებ ელემენტებს, რაც მცენარეებისთვის ქმნის უფრო ხელსაყრელ პირობებს და საბოლოოდ უზრუნველყოფს სტაბილურ, მაღალი ხარისხის მოსავალს.

ნიადაგში ორგანული ნივთიერებების რაოდენობა პრაქტიკაში ხშირად ფასდება ორგანული ნახშირბადის (Cორგ) შემცველობის მიხედვით, ვინაიდან იგი ორგანული მასის ძირითადი შემადგენელი ელემენტია. ნიადაგი ხმელეთის ეკოსისტემებში ორგანული ნახშირბადის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს რეზერვუარს წარმოადგენს, რის გამოც მას განსაკუთრებული როლი ენიჭება როგორც გვალების, ისე კლიმატის ცვლილების უარყოფითი ზემოქმედების შემცირების თვალსაზრისით.

ნიადაგში ორგანული ნახშირბადის დაგროვება და მისი სტაბილური შენარჩუნება დამოკიდებულია როგორც ბუნებრივ პირობებზე, ასევე მიწათმოქმედების პრაქტიკაზე. ფერმერის მიერ შერჩეული ნიადაგის მართვის მეთოდები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნიადაგის სტრუქტურაზე, ტენიანობის რეჟიმსა და მთლიანად აგროეკოსისტემის მედეგობაზე, განსაკუთრებით გვალებიანობის პირობებში.

ორგანული ნივთიერებები ნიადაგის ნაყოფიერებას აუმჯობესებს რამდენიმე ურთიერთდაკავშირებული მექანიზმით, რომლებიც მოიცავს ქიმიურ, ფიზიკურ და ბიოლოგიურ ასპექტებს.

ქიმიური ასპექტი.

ორგანული ნივთიერებები ზრდის ნიადაგის უნარს, დააგროვოს და ეტაპობრივად მიაწოდოს მცენარეებს ძირითადი საკვები ელემენტები, როგორიცაა აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი, კალციუმი და მაგნიუმი. ამავე დროს, ისინი ამცირებენ ტოქსიკური ელემენტების მცენარეთა ფესვთა სისტემაზე ზემოქმედებას და ხელს უწყობენ ნიადაგის მუავე-ტუტოვანი ბალანსის (pH) სტაბილიზაციას. pH-ის სტაბილურობა მნიშვნელოვანია საკვები ელემენტების მცენარეებისთვის ხელმისაწვდომობის უზრუნველსაყოფად და ნიადაგის საერთო ნაყოფიერების შესანარჩუნებლად.



ფიზიკური ასპექტი.

ორგანული მასა აუმჯობესებს ნიადაგის სტრუქტურას, ხელს უწყობს აგრეგატების ფორმირებას და ზრდის წყლის ინფილტრაციისა და შეკავების უნარს. ამის შედეგად ნიადაგში ტენი უფრო თანაბრად ნაწილდება, მცირდება ზედაპირული ჩამონადენი და შესაბამისად — ეროზიისა და დატბორვის რისკი. კარგად სტრუქტურირებული ნიადაგი უკეთ ინარჩუნებს ტენიანობას გვალვიან პერიოდში და ამცირებს წყლის დაკარგვას.

ბიოლოგიური ასპექტი.

ორგანული ნივთიერებები წარმოადგენს ნახშირბადის მთავარ ენერგეტიკულ წყაროს ნიადაგში მცხოვრები მიკროორგანიზმებისა და სხვა ბიოტური კომპონენტებისთვის. მათი არსებობა ზრდის ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობას, ხელს უწყობს ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებას და აუმჯობესებს ნიადაგის ბუნებრივ ფუნქციონირებას. ამასთან, ორგანული ნახშირბადის ნიადაგში დაგროვება ამცირებს CO₂-ის ატმოსფეროში გამოყოფას, რაც დადებითად აისახება გლობალური დათბობის შერბილებაზე.

2. ნიადაგში ტენის მარაგის გაუმჯობესება

ნიადაგში ტენის შენარჩუნება და წყლის რაციონალური გამოყენება წარმოადგენს ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს წინაპირობას მცენარეთა ნორმალური ზრდა-განვითარებისა და სტაბილური მოსავლიანობის უზრუნველსაყოფად. ნიადაგის წყალშეკავების უნარზე ერთდროულად მოქმედებს რამდენიმე ფაქტორი, მათ შორის ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა და მათი სეზონური განაწილება, ნიადაგის განვითარების სიღრმე, ორგანული ნივთიერებების შემცველობა, მექანიკური შედგენილობა (ტექსტურა) და სტრუქტურული მდგომარეობა.

ნიადაგის ზოგიერთი მახასიათებელი, განსაკუთრებით მისი მექანიკური (გრანულომეტრული) შემადგენლობა, პრაქტიკულად უცვლელია და განისაზღვრება სხვადასხვა ზომის მინერალური ნაწილაკების — ქვიშის, მტვრისა და თიხის — ფარდობითი თანაფარდობით. სწორედ ტექსტურა განსაზღვრავს, რამდენად ეფექტურად შეუძლია ნიადაგს წყლისა და საკვები ელემენტების შეკავება. ამავდროულად, ისეთი თვისებები, როგორიცაა ორგანული ნივთიერებების რაოდენობა და ნიადაგის სტრუქტურა, შეიძლება მნიშვნელოვნად შეიცვალოს მიზანმიმართული მართვის შედეგად.



ნიადაგში ორგანული მასის ზრდა, რომლის შემადგენლობაშიც საშუალოდ დაახლოებით 58% ორგანული ნახშირბადია, მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს როგორც წყლის შეკავების უნარს, ასევე ნიადაგის სტრუქტურულ სტაბილურობას. განსაკუთრებით მაღალი ეფექტიანობით გამოირჩევა ჰუმუსის სტაბილური ფორმები, რომლებიც ორგანული ნახშირბადის ყველაზე მდგრად რეზერვს წარმოადგენენ. ასეთ ჰუმუსს შეუძლია ნიადაგში მცენარეებისთვის ხელმისაწვდომი წყლის მარაგის გაზრდა საკუთარი წონის 1.5–1.7-ჯერ მეტ ოდენობამდე.

ცხრილი 1 ასახავს, თუ რა გავლენას ახდენს ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობის ზრდა ზედა (0–30 სმ) ფენაში წყლის მარაგზე. მონაცემების მიხედვით, ჰუმუსის თითოეული დამატებითი 1%-ით ზრდა ზრდის მცენარისთვის ხელმისაწვდომ წყლის რაოდენობას დაახლოებით 5.4 ლიტრით კვადრატულ მეტრზე, რაც ჰექტარზე შეადგენს დაახლოებით 54 000 ლიტრს. აღნიშნული მოცულობა ზაფხულის გვალვიან პერიოდში შესაძლოა ერთდღიანი სარწყავი ნორმის ეკვივალენტიც კი იყოს. ამასთანავე, ნიადაგში დამატებით დაგროვილი ჰუმუსის სახით თითოეულ ჰექტარზე ფიქსირდება დაახლოებით 77 ტონა CO₂-ის ეკვივალენტური ნახშირბადი, რაც ხელს უწყობს სათბურის აირების საერთო ზემოქმედების შემცირებას.

ცხრილი 1. ჰუმუსის შემცველობის (%) ზრდის გავლენა მცენარისთვის ხელმისაწვდომი წყლის მარაგზე 0–30 სმ ფენაში საშუალო სიმკვრივის (1.2 გ/სმ³) ნიადაგის პირობებში

ნიადაგის ჰუმუსის ზრდა	დამატებული ჰუმუსი	მცენარისთვის ხელმისაწვდომი წყლის ნამატი		დამატებული ჰუმუსი	ნიადაგში დაგროვილი ჰუმუსის ექვივალენტი CO ₂
%	კგ/მ ²	ლიტრი/მ ²	ლიტრი/ჰა	ტ/ჰა	ტ/ჰა
1	3.6	5.4	54000	36	77
2	7.2	10.8	108000	72	153
3	10.8	16.2	162000	108	230
4	14.4	21.6	216000	144	307

მოცემული მონაცემები ნათლად მიუთითებს ორგანული სასუქების — კომპოსტის, ნაკელისა და მწვანე სასუქების — გამოყენების განსაკუთრებულ მნიშვნელობაზე. ორგანული სასუქები აუმჯობესებს არა მხოლოდ ნიადაგის ფიზიკურ მახასიათებლებს, არამედ წარმოადგენს კლიმატგონივრულ ალტერნატივას მინერალურ სასუქებთან შედარებით.



მცენარეთა საკვები ელემენტებით არასაკმარისი უზრუნველყოფა ხშირად იწვევს მოსავლიანობის შემცირებას და პროდუქციის ხარისხის გაუარესებას. ამასთან, ცალკეულ საკვებ ელემენტებს მნიშვნელოვანი როლი აკისრია მცენარეთა მედეგობის ამაღლებაში არასასურველი გარემო პირობების მიმართ. მაგალითად, კალიუმის დეფიციტის შემთხვევაში მცენარეები გაცილებით უფრო მგრძნობიარენი ხდებიან ტენის ნაკლებობის მიმართ. აგრეთვე, რიგი მიკროელემენტები — მათ შორის მანგანუმი, თუთია და მოლიბდენი — ხელს უწყობენ სტრესის შემცირებას და მცენარის ფიზიოლოგიური პროცესების სტაბილიზაციას.

გემოაღნიშნულის გათვალისწინებით, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მცენარეთა დაბალანსებულ კვებას, რაც ყველაზე ეფექტურად მიიღწევა ნიადაგში ორგანული სასუქების სისტემატური შეტანით. ორგანული სასუქები უზრუნველყოფს როგორც მაკრო-, ისე მიკროელემენტების ფართო სპექტრს და ამცირებს სინთეზური სასუქების გამოყენების აუცილებლობას.

ორგანულ სასუქებს შორის ერთ-ერთ ყველაზე ხელმისაწვდომ და ეფექტიან საშუალებად კომპოსტი მიიჩნევა, რომლის დამზადებაც შესაძლებელია უშუალოდ მეურნეობის პირობებში, ადგილობრივი რესურსების გამოყენებით.

კომპოსტის მოსამზადებლად შეიძლება გამოყენებულ იქნას სხვადასხვა ორგანული მასალა, მათ შორის:

- საქონლის, ღორის, ქათმის, ცხენის ან ცხვრის ნაკელი;
- დაქუცმაცებული ჩალა (დაახლოებით 10–15 სმ სიგრძის);
- ნამჭა და თივა, თესლის არშემცველი;
- ახალგათიბული ბალახი;
- ხის ნაფოტები და წვრილი ტოტები;
- ხეხილისა და ვაზის ანასხლავი (წვრილად დაჭრილი);
- ფოთლები;
- სამზარეულოს მცენარეული ნარჩენები;
- პარკოსანი კულტურების ბიომასა;
- კვერცხის ნაჭუჭი და მცირე რაოდენობით ნაცარი (არაუმეტეს საერთო მოცულობის 3%-ისა).



კომპოსტის ხარისხის უზრუნველსაყოფად მნიშვნელოვანია მშრალი და ნედლი მასალის შესაბამისი თანათარდობის დაცვა. პრაქტიკაში რეკომენდებულია დაახლოებით ერთი წილი მშრალი მასალის შერევა სამი წილი ნედლი მასალასთან, თუმცა თბილ სეზონზე დასაშვებია 1:4 შეფარდებაც.

კომპოსტის გროვა შეიძლება მოეწყოს როგორც ხის ყუთში (სურ. 1), ასევე ღია გროვის სახით (სურ. 2). ოპტიმალურად ითვლება მინიმუმ 1 მ³ მოცულობის გროვა, ხოლო მისი მაქსიმალური სიმაღლე, როგორც წესი, არ უნდა აღემატებოდეს 1.5 მეტრს.

სურ. 1. კომპოსტის მოწყობა ხის ყუთში



სურ. 2. ღილი ზომის კომპოსტის გროვა



კომპოსტირების პროცესის ნორმალური მიმდინარეობისთვის აუცილებელია ტენიანობისა და ჟანგბადის ბალანსის დაცვა. ტენიანობის კონტროლი შესაძლებელია ე.წ. *მუჭის ტესტით*: თუ შეკუმშვისას მასალიდან წყლის წვეთები გამოიყოფა, ეს მიუთითებს ჭარბ ტენიანობაზე და საჭირო ხდება მშრალი მასალის დამატება (სურ. 3); ხოლო იმ შემთხვევაში, თუ მასალა ადვილად იშლება და მშრალია, აუცილებელია მორწყვა.

სურ. 3. მუჭის ტესტი



კომპოსტირების საწყის ეტაპზე რეკომენდებულია გროვის გადარევა დაახლოებით ორ კვირაში ერთხელ. კომპოსტის სრული მომწიფება, როგორც წესი, გრძელდება 3–4 თვეს, თუმცა პროცესის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია გარემო ტემპერატურასა და მოვლის ხარისხზე. აქტიური კომპოსტირების ფაზაში გროვის შიდა ტემპერატურა ხშირად აღემატება 50°C-ს, რაც შესაძლებელია შეფასდეს ხელით ან სპეციალური თერმომეტრის გამოყენებით.

პროცესი შეიძლება შენელდეს როგორც ტენის დეფიციტის, ისე ჭარბტენიანობის პირობებში, ამიტომ მიზანშეწონილია კომპოსტის გროვის განთავსება წვიმისგან დაცულ ადგილზე და ისეთი ადგილის შერჩევა, სადაც წყლის მიწოდება მარტივად არის შესაძლებელი.



კომპოსტირება დასრულებულად ითვლება მაშინ, როდესაც გროვის ტემპერატურა თანდათან ეცემა, ქრება უსიამოვნო სუნი და კომპოსტი იძენს ნეშომპალისთვის დამახასიათებელ სტრუქტურასა და სუნს, რაც მიუთითებს მის მზადყოფნაზე ნიადაგში შესატანად.

3. ნიადაგის მინიმალური დამუშავება

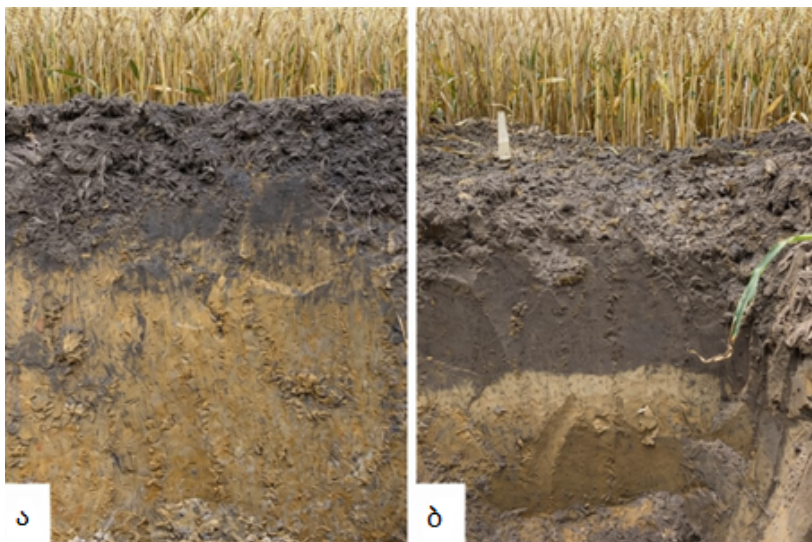
სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკაში ნიადაგის დამუშავების ყველაზე გავრცელებული ფორმა ტრადიციული ხვნაა, რომელიც, როგორც წესი, ტარდება 20–30 სმ სიღრმეზე ბელტის გადაბრუნებით და შემდგომი დამატებითი ოპერაციებით, ნიადაგის გასათხევიერებლად და თესვისთვის მოსამზადებლად. მიუხედავად იმისა, რომ აღნიშნული მეთოდი ეფექტიანია სარეველების რაოდენობის შესამცირებლად, იგი ერთდროულად მნიშვნელოვან უარყოფით ზეგავლენას ახდენს ნიადაგის ფიზიკურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ მდგომარეობაზე.

ხვნის პროცესში ირღვევა ნიადაგში არსებული ბუნებრივი სტრუქტურა და მიკროორგანიზმებისთვის დამახასიათებელი საცხოვრებელი გარემო. ქრება ბიოლოგიური არხები, რომლებიც ფორმირდება ნიადაგის ცხოველური ორგანიზმების, მათ შორის ჭიაყელების, მოქმედებით. ამასთან ერთად, იზრდება ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციის სიჩქარე და ატმოსფეროში გამოიყოფა ნახშირორჟანგი (CO_2). ხშირი მექანიკური ზემოქმედება ასევე იწვევს ხვნის სიღრმეზე გამკვრივებული ფენის ჩამოყალიბებას (სურ. 4), რაც ზღუდავს ფესვთა სისტემის ღრმად განვითარებას და აფერხებს ნალექებითა და მორწყვის შედეგად ნიადაგის ზედაპირზე მოხვედრილი წყლის ჩაჟონვას ქვედა ფენებში.



სურ. 4. ნიადაგის სახნავი ფენა:

ა) ნორმალური სტრუქტურით და ბ) გამკვრივებული ფენით



ამის შედეგად ნიადაგის ზედა ფენაში შესაძლოა დაგროვდეს ჭარბი წყალი, გაიზარდოს დატბორვის რისკი (სურ. 5) და ჩამოყალიბდეს ანაერობული (უჟანგბადო) პირობები, რომლებიც უარყოფითად აისახება მცენარეთა ფესვთა სისტემაზე. ასეთ გარემოში აქტიურდება დენიტრიფიკაციის პროცესები, რაც იწვევს ნიადაგიდან აზოტის დანაკარგს, ხოლო პარალელურად გამოიყოფა მეთანი (CH_4) — ძლიერი სათბურის აირი, რომელიც ხელს უწყობს გლობალური დათბობის პროცესების გაძლიერებას.

სურ. 5. დატბორილი ფართობი



მდგრადი მიწათმოქმედების კონცეფციის ფარგლებში სულ უფრო ფართოდ ინერგება ნიადაგის **მინიმალური** და **ნულოვანი დამუშავების** სისტემები, რომელთა მიზანია ნიადაგის ბუნებრივი სტრუქტურის მაქსიმალურად შენარჩუნება და მისი ფიზიკური და ბიოლოგიური ფუნქციების გაუმჯობესება.

ნიადაგის ნულოვანი დამუშავება გულისხმობს თესვის განხორციელებას წინასწარი მექანიკური დამუშავების გარეშე, სპეციალური ტექნოლოგიის გამოყენებით, რომლის მეშვეობითაც თესლი თავსდება უშუალოდ ნიადაგის ზედაპირზე დარჩენილ მცენარეულ ნარჩენებში (სურ. 6). ასეთ სისტემაში სარეველების კონტროლი ძირითადად ხორციელდება ქიმიური საშუალებებით (ჰერბიციდებით) ან მულჩირების გზით. მცენარეული ნარჩენების ნიადაგის ზედაპირზე დატოვება ხელს უწყობს ეროზიის შემცირებას და ტენის უკეთ შენარჩუნებას.

სურ. 6. ფართობი ნიადაგის ნულოვანი დამუშავებით



მინიმალური დამუშავების სისტემა ეფუძნება შედარებით მსუბუქ აგროტექნიკურ მეთოდებს და გულისხმობს ნიადაგის დამუშავებას მაქსიმუმ 15 სმ სიღრმემდე. ამ მიდგომით თავიდან არის აცილებული ტრადიციული ხვნა, რაც ამცირებს ნიადაგზე მექანიკურ ზეწოლას, საწვავისა და ენერგიის დანახარჯებს, აგრეთვე სათბურის აირების გამოყოფას. ამავდროულად, ნიადაგის ზედაპირზე შენარჩუნებული მცენარეული ნარჩენები ამცირებს ეროზიას და ხელს უწყობს ორგანული ნახშირბადის დაგროვებას.



ნიადაგის ნულოვანი და მინიმალური დამუშავების სისტემების ძირითადი უპირატესობებია:

- **ნიადაგის ეროზიის შემცირება** — ზედა ნაყოფიერი ფენის შენარჩუნება ამცირებს ქარისა და წყლისმიერი ეროზიის გავლენას და აუმჯობესებს ტენის ხელმისაწვდომობას გვალვიან პირობებში;
- **ორგანული ნახშირბადის დაგროვება** — მცენარეული ნარჩენების ზედაპირზე დატოვება ზრდის ნიადაგში ორგანული ნახშირბადის შემცველობას და ტენის შენარჩუნების უნარს;
- **წყლის დანაკარგების შემცირება** — გაუმჯობესებული სტრუქტურა ზრდის ინფილტრაციას და ამცირებს ზედაპირულ ჩამონადენს;
- **ნიადაგის სტრუქტურის აღდგენა** — სტაბილური აგრეგატების ფორმირება ხელს უწყობს ფესვთა სისტემის ღრმად განვითარებას და ჰაერის ცირკულაციას;
- **ბიოლოგიური აქტივობის გაძლიერება** — ნიადაგში მცხოვრები ორგანიზმებისთვის უფრო ხელსაყრელი გარემოს შექმნა ზრდის ნიადაგის ბუნებრივ ნაყოფიერებას;
- **ეკონომიკური ეფექტიანობა** — მცირდება საწვავის, სამუშაო ღრისა და ტექნიკის ცვეთის ხარჯები;
- **კლიმატური სარგებელი** — სათბურის აირების (CO_2 , CH_4) გამოყოფის შემცირება ამცირებს ეკოლოგიურ ზეწოლას.

ნიადაგის ნულოვან ან მინიმალურ დამუშავებაზე გადასვლა საჭიროებს შესაბამის მოსამზადებელ ღონისძიებებს. პირველ ეტაპზე აუცილებელია ნიადაგის საველე და ლაბორატორიული კვლევების ჩატარება, რათა შეფასდეს მისი ნაყოფიერება და ფიზიკური მდგომარეობა. მიღებული შედეგების საფუძველზე შეირჩევა შესაბამისი აგროტექნიკური ღონისძიებები და ტექნოლოგიური გადანაცვლები.

მაგალითად, თიხის მაღალი შემცველობის მქონე და ცუდი აერაციის მქონე ნიადაგების შემთხვევაში მიზანშეწონილია ღრმად გაფხვიერება ჩიზელური გუთნით, ორგანული სასუქების შეტანა და საფარი კულტურების თესვა, რაც ხელს უწყობს ნიადაგის სტრუქტურის გაუმჯობესებას. ამასთანავე, შესაძლოა საჭირო გახდეს წარმოების არსებული პრაქტიკის ადაპტაცია ისე, რომ იგი სრულად შეესაბამებოდეს მინიმალური ან ნულოვანი დამუშავების სისტემის მოთხოვნებს.



4. ნიადაგის მულჩირება

ნიადაგის ტენის შენარჩუნებისა და მისი სტაბილური რეჟიმის უზრუნველყოფის ერთ-ერთ ყველაზე ეფექტიან აგროტექნიკურ ღონისძიებად მულჩირება მიიჩნევა. აღნიშნული მეთოდი ფართოდ გამოიყენება როგორც მრავალწლოვანი კულტურების (მაგალითად, ვენახები და ხეხილი), ასევე ბოსტნეული კულტურების წარმოებისას (სურ. 7).

მულჩირებისას უპირატესობა ენიჭება ორგანული წარმომავლობის მასალებს, როგორიცაა თივა, ნამჭა და ხის ნაფოტი, რომლებიც ფერმერული მეურნეობებისთვის შედარებით ადვილად ხელმისაწვდომია. მნიშვნელოვანია, რომ გამოყენებული მულჩის მასალა არ შეიცავდეს სარეველა მცენარეების თესლს. თივის გამოყენების შემთხვევაში რეკომენდებულია ბალახის გათიბვა თესლის ფორმირებამდე, რათა თავიდან იქნას აცილებული სარეველების გავრცელება.

მულჩის ფენის განთავსება მრავალწლოვან კულტურებში მიზანშეწონილია ადრე გაზაფხულზე, სარეველების აღმოცენებამდე. ბოსტნეული კულტურების შემთხვევაში მულჩირება უმჯობესია ჩატარდეს ჩითილების გადარგვის შემდეგ ან მაშინ, როდესაც აღმონაცენი მიაღწევს შესაბამის სიმაღლეს. საჭიროების შემთხვევაში მულჩის გამოყენება შესაძლებელია შემოდგომამდეც, მოსავლის აღების შემდეგ, განსაკუთრებით იმ ფართობებზე, სადაც არ იგეგმება საშემოდგომო კულტურების ან საფარი მცენარეების დათესვა.

სურ. 7. მულჩირება ვენახში ნამჭის გამოყენებით



მულჩის ფენა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნიადაგის გვალვამდეღებობაზე და მის საერთო ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე. მისი გამოყენების ძირითადი დადებითი ეფექტებია:

- **სარეველების განვითარების შეზღუდვა** — მულჩი ამცირებს სარეველების აღმოცენებას და, შესაბამისად, ამცირებს მათ კონკურენციას კულტურულ მცენარეებთან წყლისა და საკვები ელემენტების ათვისებაში;
- **ტენის დანაკარგის შემცირება** — ნიადაგის ზედაპირზე მულჩის არსებობა ამცირებს პირდაპირ აორთქლებას და უზრუნველყოფს ტენის უფრო ხანგრძლივ შენარჩუნებას;
- **ტემპერატურის რეგულირება** — მულჩი იცავს ნიადაგს გადახურებისგან ზაფხულის ცხელ პერიოდში, ხოლო ცივ სეზონზე ამცირებს სითბოს სწრაფ დაკარგვას;
- **ორგანული ნივთიერებების შენარჩუნება** — სტაბილური ტემპერატურული და ტენიანობის პირობები ანელებს ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციის პროცესს და ხელს უწყობს ჰუმუსის დაგროვებას;
- **ეროზიის პრევენცია** — მულჩის საფარი ამცირებს როგორც ქარისმიერი, ისე წყლისმიერი ეროზიის რისკს, განსაკუთრებით ფერდობიან რელიეფზე;
- **ორგანული ნახშირბადის დაგროვება** — ორგანული მულჩის თანდათანობითი დაშლის შედეგად იზრდება ნიადაგში ორგანული ნახშირბადის მარაგი;
- **ნიადაგის ზედაპირის დაცვა** — მულჩი ხელს უშლის ნიადაგის ქერქის წარმოქმნას, რაც აუმჯობესებს ჰაერის ცირკულაციას და წყლის შეღწევას;
- **ინფილტრაციის გაუმჯობესება** — ნალექისა და სარწყავი წყლის ნიადაგში უკეთ ჩაუღონვა ზრდის წყლის გამოყენების ეფექტიანობას;
- **ფესვთა სისტემის განვითარების ხელშეწყობა** — სტაბილური გარემო პირობები ქმნის ოპტიმალურ პირობებს მცენარეთა ფესვების ზრდისა და ფუნქციონირებისთვის.



შედეგად, მულჩირება წარმოადგენს შედარებით დაბალფასიან, მაგრამ მაღალი ეფექტიანობის მქონე პრაქტიკას, რომელიც ამცირებს გვალვის ნეგატიურ ზემოქმედებას, აუმჯობესებს ნიადაგის ფიზიკურ მდგომარეობას და ხელს უწყობს მისი ნაყოფიერების შენარჩუნებას გრძელვადიან პერსპექტივაში.

5. საფარი კულტურების გამოყენება

ნიადაგში ტენის შენარჩუნებისა და მისი აგროეკოლოგიური მდგომარეობის გასაუმჯობესებლად, მულჩირების პრაქტიკასთან ერთად, ფართოდ გამოიყენება **საფარი კულტურები**. აღნიშნული მიდგომა ეფექტიანად გამოიყენება როგორც მრავალწლოვანი კულტურების რიგთაშორისებში, ასევე ერთწლოვანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოების სისტემებში და ეფუძნება ე.წ. *ცოცხალი მულჩის* პრინციპს, რაც გულისხმობს ნიადაგის დაფარვას მცენარეული საფარით თესვის გზით.

საფარი კულტურების შერჩევა შესაძლებელია როგორც პარკოსანი მცენარეების გამოყენებით (მაგალითად, ცერცველა, სამყურა, ცულისპირა და სხვა), ისე მათი კომბინაციით მარცვლოვან ბალახებთან ერთად (სურ. 8). მსგავსი ნარევი ნათესები აუმჯობესებს ნიადაგის ფიზიკურ მახასიათებლებს, ხელს უწყობს სტრუქტურის გამყარებას და ზრდის ტენის შეკავების უნარს. ამასთან, პარკოსანი კომპონენტის არსებობა უზრუნველყოფს ატმოსფერული აზოტის ბიოლოგიურ ფიქსაციას, რაც დადებითად აისახება ძირითადი კულტურის კვებით მდგომარეობაზე.

სურ. 8. საფარი კულტურების გამოყენება რიგთაშორისებში



საფარი კულტურების დათესვა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია იმ პერიოდებში, როდესაც ნიადაგი ღრობით რჩება მცენარეული საფარის გარეშე — მაგალითად, შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში ან ადრეულ გაზაფხულზე, საგაზაფხულო კულტურების თესვამდე. ასეთ პირობებში ნიადაგი ყველაზე მეტად არის მონყვლადი როგორც ეროზიის, ისე ტენის სწრაფი დაკარგვის მიმართ.

საფარი კულტურები მრავალმხრივ ფუნქციას ასრულებს აგროეკოსისტემაში, მათ შორის:

- ამცირებენ ნიადაგის ქარისმიერი და წყლისმიერი ეროზიის რისკს;
- ხელს უწყობენ ნიადაგის ზედა ფენაში ტენის შენარჩუნებას;
- ზღუდავენ სარეველა მცენარეების გავრცელებას;
- ზრდიან ნიადაგში ორგანული ნივთიერებების რაოდენობას და აუმჯობესებენ მის სტრუქტურას;
- აფიქსირებენ ატმოსფერულ აზოტს და მოქმედებენ როგორც ბუნებრივი სასუქი;
- ხელს უწყობენ ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობისა და ბიომრავალფეროვნების ზრდას.

საფარი კულტურების მიერ წარმოქმნილი დამატებითი ბიომასა შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას სხვადასხვა მიზნით: როგორც **მწვანე სასუქი**, **ცხოველთა საკვები**, **მულჩის მასალა** ან **მაღალი კვებითი ღირებულების თივა**.

საფარი კულტურების ინტეგრირება სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში წარმოადგენს მდგრადი მიწათმოქმედების მნიშვნელოვან ელემენტს, რადგან იგი აუმჯობესებს ნიადაგის ნაყოფიერებას, ზრდის აგროეკოსისტემის სტაბილურობას და ამცირებს კლიმატური სტრესის, მათ შორის გვალვის, უარყოფით ზეგავლენას.



6. თესლბრუნვა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მრავალფეროვნების ზრდა

ნიადაგის ნაყოფიერების გრძელვადიანი შენარჩუნებისა და კლიმატის ცვლილების პირობებში აგროსისტემების მდგრადობის გასაძლიერებლად ერთ-ერთ ყველაზე ეფექტიან მიდგომად ითვლება **თესლბრუნვის** გამოყენება. თესლბრუნვა გულისხმობს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მიზანმიმართულ და მეცნიერულად დასაბუთებულ მონაცვლეობას როგორც დროში, ისე სივრცეში, რაც ხელს უშლის ნიადაგის გადაღლას და საკვები ელემენტების ერთმხრივ ამოწურვას (სურ. 9).

სურ. 9. სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა სივრცობრივი განაწილება თესლბრუნვის პირობებში



თესლბრუნვის სწორად დაგეგმილი სქემა უზრუნველყოფს ნიადაგის ფიზიკური და ქიმიური თვისებების სტაბილურობას, რადგან სხვადასხვა კულტურა განსხვავებული ინტენსივობით იყენებს საკვებ ელემენტებსა და ტენს. კულტურათა მონაცვლეობა ხელს უწყობს ნიადაგში საკვები ელემენტების უკეთ გადანაწილებას, სტრუქტურის შენარჩუნებასა და ბუნებრივი რეგენერაციის პროცესების გააქტიურებას.



თესლბრუნვის სისტემის ძირითადი მიზნები და ამოცანებია:

- ნიადაგის ნაყოფიერების ზრდა და საკვები ელემენტების რაციონალური გამოყენება;
- მოსავლიანობის სტაბილიზაცია და წარმოებული პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესება;
- სარეველების, მავნებლებისა და მცენარეთა დაავადებების გავრცელების შეზღუდვა;
- ნიადაგის სტრუქტურის დაცვა და ქარისმიერი თუ წყლისმიერი ეროზიის რისკის შემცირება;
- წყლისა და ენერგეტიკული რესურსების უფრო ეფექტიანი გამოყენება.

თესლბრუნვის პარალელურად განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება **სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მრავალფეროვნების გაზრდას**, როგორც სახეობრივ, ისე ჯიშობრივ დონეზე. მრავალფეროვანი ნათესები ამცირებს აგროეკოსისტემის მონოკულტურებზე დამოკიდებულებას და ზრდის სისტემის გამძლეობას არასასურველი გარემო პირობების მიმართ.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია გვალვამძლე კულტურებისა და ჯიშების შერჩევა და მათი ინტეგრირება თესლბრუნვის სქემებში, რაც უზრუნველყოფს მოსავლის უფრო სტაბილურ მიღებას მშრალ და ნახევრადმშრალ რეგიონებში. ასეთი მიდგომა ამცირებს წარმოების რისკებს და ზრდის მეურნეობის ეკონომიკურ მდგრადობას.

თესლბრუნვისა და კულტურათა მრავალფეროვნების გაზრდის **ძირითადი უპირატესობებია**:

- მავნებლებისა და დაავადებების ინტენსივობის შემცირება;
- სარეველების რაოდენობის კლების შედეგად აგროტექნიკური ხარჯების შემცირება;
- ნიადაგის სტრუქტურის გაუმჯობესება და ეროზიის პროცესების შეზღუდვა;
- ორგანული ნივთიერებების დაგროვება და ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლება;
- მოსავლიანობის ზრდა და პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესება;
- აგროეკოსისტემის საერთო მდგრადობის გაძლიერება კლიმატის ცვლილების პირობებში.



შედეგად, თესლბრუნვა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მრავალფეროვნების ზრდა წარმოადგენს აგრარული წარმოების მნიშვნელოვან კომპონენტს, რომელიც უზრუნველყოფს ნიადაგის დაცვას, ბუნებრივი რესურსების რაციონალურ გამოყენებას და სურსათის წარმოების სტაბილურობას გრძელვადიან პერსპექტივაში.

7. ქარსაფრების მოწყობა

კლიმატის მიმდინარე და პროგნოზირებადი ცვლილებების ფონზე, განსაკუთრებით იზრდება ძლიერი (≥ 15 მ/წმ) და ძალიან ძლიერი ქარების (≥ 25 მ/წმ) სიხშირე, რაც სერიოზულ საფრთხეს უქმნის სახნავ-სათეს მიწებს. ასეთ პირობებში ქარსაფარი ზოლებისა და მწვანე ბუფერული ზონების მოწყობა წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე ეფექტურ ბუნებაზე დაფუძნებულ გადანაცვლებას, რომელიც ერთდროულად პასუხობს როგორც წარმოების სტაბილურობის, ისე გარემოს დაცვის ამოცანებს.

ქარსაფრები ქმნის ფიზიკურ ბარიერს ქარის ნაკადებისათვის, ამცირებს ქარის სიჩქარეს და ტურბულენტობას, რის შედეგადაც იცვლება მიკროკლიმატი. დაცულ ზონებში მცირდება აორთქლება და ტრანსპირაცია, უმჯობესდება ნიადაგში ტენიის შეკავება და მცირდება ქარისმიერი ეროზიის ინტენსივობა. კვლევები აჩვენებს, რომ ქარსაფრების ზეგავლენის არეალი შეიძლება გავრცელდეს ქარსაფრის სიმაღლის 10–20-გზის მანძილზე, სადაც ფიქსირდება მოსავლიანობის ზრდა და მცენარეთა სტრესის შემცირება.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ქარსაფრების როლი მშრალ და ნახევრადმშრალ რეგიონებში, სადაც ტენიის დეფიციტი წარმოადგენს მოსავლიანობის ლიმიტირებელ ფაქტორს. ქარსაფრებით დაცულ ფართობებზე აღინიშნება ნიადაგის ტენიანობის უფრო სტაბილური რეჟიმი, რაც ხელს უწყობს ფესვთა სისტემის განვითარებას და მცენარეთა უკეთეს ფიზიოლოგიურ მდგომარეობას.

რიგ შემთხვევებში დადასტურებულია მარცვლოვანი კულტურების, პარკოსნებისა და ბოსტნეული კულტურების მოსავლიანობის 10–25%-ით ზრდა ქარსაფრების არსებობის პირობებში.

კვლევები აჩვენებს, რომ ხორბლის ნათესებში ქარსაფრებს (სურ. 10) აქვს ორმაგი ეფექტი. ქარსაფართან უშუალოდ ახლოს (დაახლოებით 0–1 ქარსაფრის სიმაღლის ფარგლებში) შესაძლოა დაფიქსირდეს მოსავლიანობის შემცირება კონკურენციის გამო, თუმცა ქარსაფრის დაცულ ზონაში (დაახლოებით 3–18 ქარსაფრის სიმაღლის მანძილზე) მოსავლიანობა მნიშვნელოვნად იზრდება.



სურ. 10. სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა სივრცობრივი განაწილება თესლბრუნვის პირობებში



საველე კვლევების მიხედვით:

- დაცულ ზონაში ხორბლის მოსავლიანობა საშუალოდ **15–25%-ით მაღალია**, ვიდრე ღია მინდორში;
- ნიადაგში ტენი უკეთ ნარჩუნდება, განსაკუთრებით გვალვიან წლებში;
- მთლიან ნაკვეთზე საშუალო მოსავალი ხშირად იზრდება, რადგან დაცული ზონის დადებითი ეფექტი ანაზღაურებს ქარსაფართან ახლო ზონაში არსებულ დანაკარგს.

ვენახეებში ქარსაფრების (სურ. 11) მთავარი უპირატესობა არა მხოლოდ მოსავლიანობის შენარჩუნება, არამედ ყურძნის ხარისხის გაუმჯობესებაა. ძლიერი ქარი:

- აზიანებს ფოთლებსა და ყლორტებს;
- ამცირებს ფოტოსინთეზის ინტენსივობას;
- აფერხებს ყურძნის თანაბარ დამწიფებას.



კვლევები აჩვენებს, რომ ქარის სიჩქარის ზომიერი შემცირება:

- აუმჯობესებს მტევნების განვითარებას;
- ზრდის შაქრიანობას;
- უზრუნველყოფს მუავიანობის უფრო დაბალანსებულ დონეს;
- ამცირებს მექანიკურ დაზიანებებს.

სურ. 11. სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა სივრცობრივი განაწილება თესლობრუნვის პირობებში



ამავე დროს დადასტურებულია, რომ ვაზისთვის ქარის სრულად ბლოკირება არასასურველია, რადგან ჰაერის ზომიერი მოძრაობა ამცირებს სოკოვანი დაავადებების რისკს.

- ქარსაფარი უნდა განთავსდეს გაბატონებული ქარის მიმართულების საწინააღმდეგოდ;
- უპირატესობა მიენიჭოს ღრმა ფესვთა სისტემის მქონე, ადგილობრივ პირობებთან უკეთ შეგუებულ სახეობებს;
- ვაზის შემთხვევაში გამოყენებულ იქნას ნახევრადგამტარი ზოლები (ხეები + ბუჩქები);
- თავიდან იქნას აცილებული ძალიან მკვრივი, ჩრდილოვანი ქარსაფრები;
- ქარსაფარში სასურველია პარკოსანი ბუჩქების ჩართვა ნიადაგის ნაყოფიერების გასაუმჯობესებლად.





info@rec-caucasus.org



www.rec-caucasus.org

