

ოთარ შაინიძე

მიკოლოგია სოკოები და სოკოს მსგავსი ორგანიზმები



ბათუმი - 2018

ოთარ შაინიძე

მიკოლოგია
სოკოები და სოკოს მსგავსი
ორგანიზმები

ბათუმი - 2018

სახელმძღვანელოში განხილულია სასწავლო კურსის შესწავლის საგანი, მიზანი, ამოცანები, კავშირი სხვა სასწავლო კურსებთან, მიკოლოგიის განვითარების მოკლე ისტორია; სოკოების ბიოლოგია, სისტემატიკა, მორფოლოგია, ანატომია, ეკოლოგია, გამრავლება, გავრცელება, სახალხო სამეურნეო მნიშვნელობა.

სახელმძღვანელო შედგენილია სასწავლო პროგრამის მიხედვით და განკუთვნილია აგრარული მიმართულების სტუდენტებისათვის. იგი სათანადო დახმარებას გაუწევს ფერმერებს და ყველა მათ ვინც დაინტერესებულია მცენარეთა დაცვის საკითხებით.

აღიარებულია სახელმძღვანელოდ ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საგამომცემლო საბჭოს მიერ (**დადგენილება № 2018**).

რედაქტორი:

გურამ ალექსიძე, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი

ტექნიკური რედაქტორი:

ნუგზარ ოქროპირიძე, აკადემიური დოქტორი

რეცენზენტები:

- შაქრო ყანჩაველი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი
- გურამ ჩხუბაძე, ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი

სარჩევი

შესავალი-----	7
მეთოდური რეკომენდაციები-----	9
საგანმანათლებლო პროგრამით გათვალისწინებული აქტივობები-----	9
თავი 1. საერთო ცნობები მიკოლოგიის შესახებ-----	18
მიკოლოგიის განვითარების მოკლე ისტორია-----	18
მიკოლოგიის კავშირი სხვა სასწავლო კურსებთან-----	29
თავი 2. სოკოების კვლევის მეთოდები-----	31
2.1. ნიმუშების შეგროვება-----	31
თავი 3. სოკოები და სოკოს მსგავსი ორგანიზმები-----	55
3.1-2. სოკოების სხეული-----	55
3.1-3. სოკოების უჯრედი-----	61
3.1-4. სოკოების გამრავლება-----	65
3.1-5. სოკოების გავრცელება და განსახლება-----	75
3.1-6. სოკოების კვება, პარაზიტიზმი და სპეციალიზაცია-----	80
3.1-7. სოკოების ეკოლოგია-----	91
3.1-8. სოკოების კლასიფიკაცია-----	95
3.2. სამეფო Protozoa, ანუ Protoctista-----	97
3.2.1. განყოფილება მიქსომიცეტები - Myxomycota-----	97
3.2.2. განყოფილება პლაზმოდოფორომიცეტები Plasmodiophoromycota-----	98
3.3. სამეფო Chromista (ფსეუდოსოკოები) - სოკოს მსგავსი ორგანიზმები-----	100

3.3.1. ქვესამეფო Heterocontae-----	100
3.4. სამეფო ნამდვილი სოკოები Mycota, Fungi, Mycetalia-----	107
3.4.1. განყოფილება ქიტრიდიომიცეტები- <i>Chytridiomycota</i> -----	107
3.4.2. განყოფილება ზიგომიცეტები - <i>Zygomycota</i> -----	111
3.4.3. განყოფილება ასკომიცეტები - <i>Ascomycota</i> -----	117
3.4.4. ჯგუფი ანამორფული სოკოები (დეუტერომიცეტები, მიტოსოკოები - <i>Deuteromycetes, Mitosporis fungi</i>)-----	149
4.4.5. განყოფილება Basidiomycota - ბაზიდიომიცეტებ-----	152
თავი 4. სოკოების გამოყენება სახალხო მეურნეობაში-----	173
ძირითადი გამოყენებული ლიტერატურა-----	193

შესავალი

ცოცხალ ორგანიზმთა სისტემაში სოკოები ცალკე სამეფოდ არის გამოყოფილი. ისინი წყალმცენარეებისაგან, ხავსებისაგან და ჭურჭლოვან მცენარეებისაგან იმდენად განსხვავდებიან, რამდენადაც ცხოველებისაგან. სოკოები საკმაოდ დიდი ჯგუფია. დღეისათვის სოკოების 100000-დან 120 ათასამდე სახეობაა ცნობილი. მკვლევართა ერთი ჯგუფი ვარაუდობს, რომ ჯერ კიდევ სოკოების ორჯერ მეტი სახეობა დღემდე იდენტიფიცირებული არ არის. მეცნიერთა მეორე ჯგუფი თვლის, რომ დედამიწაზე სოკოების 1.5 მილიონი სახეობა უნდა იყოს გავრცელებული. ისინი გვხვდებიან დედამიწის ყველა საარსებო გარემოში (ნიადაგში, წყალში, მცენარეულ და ცხოველურ მკდარ ნარჩენებზე, ცოცხალ ორგანიზმებზე და სხვ.). მათი სპორები ნაპოვნია მიწის ზედაპირიდან 160 კილომეტრ სიმაღლეზეც.

სოკოებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ბუნებაში, სახალხო მეურნეობაში და ადამიანის ცხოვრებაში. სოკოები ასრულებენ უდიდეს როლს დედამიწის ეკოსისტემის მდგრადობაში, ისინი ორგანულ ნაერთებს არაორგანულ ნივთიერებად გარდაქმნიან და ამით ხელს უწყობენ სხვა ორგანიზმების მიერ ქიმიური ელემენტების ასიმილაციას, შესაბამისად, არაორგანული ნივთიერებები ისევ ერთდებიან ნივთიერებათა ცვლის ციკლში. დიდია სოკოების მნიშვნელობა ადამიანისათვისაც, გარდა საუცხოო კვებითი ღირებულებებისა, სოკოების გარეშე შეუძლებელია პურის დამზადება. სხვა მიკროორგანიზმებთან ერთად ისინი მონაწილეობენ: ორგანული

მასალებისა და ნივთიერებების დაშლასა და მინერალიზაციაში; ნიადაგწარმოქმნის მიკრობიოლოგიურ პროცესებში, მათ შორის ჰუმუსის ნივთიერებების სინთეზში; ნიადაგის გამჭოლვადობის მოდიფიკაციის და აგრეგირების ხელშეწყობაში, ნიადაგის იონური ცვლისა და წყლის შემკავებლობის მოდიფიკაციაში. ახასიათებთ: საპროტროფული კვებითი ჯაჭვები; პარაზიტული სიმბიოზი (მცენარეთა, მათ შორის ტყის მერქნიანი სახეობების სოკოვანი დაავადებები); მუტალისტური სიმბიოზი (მიკორიზა - ჭურჭლოვან მცენარეთა ფესვებთან სოკოების ურთიერთსასარგებლო თანაცხოვრება); მტაცებლობა (ნემატოდების); მიცეტიზმი (მაკროსკოპებით გამოწვეული სხვადასხვა სახით მოწამვლა ადამიანებში, მათ შორის სასიკვდილო); ბიოინდიკაცია (მრავალი ექტომიკორიზის პარტნიორი სოკო და ლიქენების სახეობები შეიძლება გამოყენებული იქნეს გარემოს გაჭუჭყიანების ინდიკატორად); ბიორემედაცია (გარემოს გამაჭუჭყიანებლების შემცირება სოკოების გამოყენებით); მიკოტოქსიკაცია. ასევე ცნობილია: ანტაგონისტი „ჰიპერპარაზიტი“ სოკოები (მცენარეთა დაავადებების გამომწვევი სოკოების პარაზიტები); მიკოჰერბიციდები (სარველა მცენარეების საწინააღმდეგო სოკოები); მიკოზები – ადამიანისა და ცხოველების სოკოვანი დაავადებები და სხვ. სოკოების მნიშვნელობის შესახებ უფრო დაწვრილებით იხილეთ შრომებში: გვრიტიშვილი, ნახუცრიშვილი და სხვა, 1999; Alexander, 1977; Burdon, 1987; Raven et al., 1986; Beuchat, 1987; Christensen, 1989; Hawksworth, 1991a, 1992b; Hawksworth, Ritchie, 1993; Hawksworth et al., 1996; Male, 1991; Miller, 1991; Read, 1991; და სხვ.

მეთოდური რეკომენდაციები
საგანმანათლებლო პროგრამით გათვალისწინებული
აქტივობები

სასწავლო კურსის შესწავლა ხორციელდება როგორც თეორიულ მეცადინეობებზე, ისე ჯგუფური (პრაქტიკულ-ლაბორატორიული) მუშაობის დროს და სტუდენტის დამოუკიდებელი მუშაობის გზით (რეკომენდირებული ძირითადი სახელმძღვანელოების, დამატებითი ლიტერატურის დამუშავების, აგრეთვე ინტერნეტ-რესურსების გამოყენების საფუძველზე). სწავლების პროცესში განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა თეორიული მიმოხილვითი ლექციების, დისკუსიების ჩატარებას, სასემინარო მოხსენების მომზადება-პრეზენტაციას, პრაქტიკულ-ლაბორატორიული სამუშაოების თუ მიზნობრივი წერითი დავალების შესრულებას.

თეორიული მეცადინეობის დანიშნულებაა – სასწავლო პროგრამით გათვალისწინებულ ძირითად თემათა ისტორიულ-თეორიულ ჭრილში განხილვა და სტუდენტის უზრუნველყოფა სათანადო ინფორმაციით. სალექციო კურსები ორიენტირებულია დარგის თეორიული კვლევისა და აღნიშნულ სფეროში დაგროვილი გამოცდილებების შესწავლაზე. ლექციები იკითხება პრობლემურ ასპექტებში, ე.ი. ყურადღება კონცენტრირებულია განსახილველი საკითხის ძირითადი დებულების გამოკვეთაზე და მათ ანალიზზე.

ჯგუფური მუშაობის დანიშნულებაა – სტუდენტის მიერ შეძენილი თეორიული ცოდნის გაღრმავება – განმტკიცება. შეძენილი ცოდნის განმტკიცებასა და პროფესიული საქმიანობისათვის აუცილებელ უნარ-ჩვევების გამომუშავებას მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს სასწავლო თემატიკით გათვალისწინებული სხვადასხვა პრაქტიკული თუ პრობლემატური სიტუაციების ანალიზი. ამ მეთოდით სწავლება გულისხმობს სტუდენტთა ჯგუფებად დაყოფას და მათთვის სასწავლო დავალების მიცემას. ჯგუფში წევრები ინდივიდუალურად ამუშავებენ საკითხს და პარალელურად უზიარებენ მას ჯგუფის დანარჩენ წევრებს. დასახული ამოცანიდან გამომდინარე შესაძლებელია ჯგუფის მუშაობის პროცესში წევრებს შორის მოხდეს ფუნქციების გადანაწილება. ეს სტრატეგია უზრუნველყოფს ყველა სტუდენტის მაქსიმალურ ჩართულობას სასწავლო პროცესში.

დისკუსიების / დებატების დანიშნულებაა - ლექციებზე შეძენილი

ცოდნის გაღრმავება და პრაქტიკული უნარ-ჩვევათა განმტკიცება, ლოგიკური აზროვნების და არგუმენტირებულ მსჯელობის უნარ-ჩვევათა გამომუშავება. დისკუსიის პროცესი მკვეთრად ამაღლებს სტუდენტთა ჩართულობის ხარისხსა და აქტივობას. დისკუსია შესაძლებელია გადაიზარდოს კამათში. ეს პროცესი არ შემოიფარგლება მხოლოდ ლექტორის მიერ დასმული შეკითხვებით. იგი უვითარებს სტუდენტს კამათისა და საკუთარი აზრის დასაბუთების უნარს. რაც სტუდენტს მნიშვნელოვნად გაუადვილებს საკუთარი ხედვის გამოკვეთასა და საკითხებისადმი პროფესიული მიდგომის შემუშავებას.

სემინარული მეცადინეობა ითვალისწინებს განსახილველი საკითხის საფუძვლიანად დამუშავებას და მოხსენების

მომზადებას. სასემინარო მოხსენებისათვის პროგრამის ფარგლებში შეირჩევა სხვადასხვა აქტუალური საკითხები, რომელთა დამუშავება საჭიროებს ლექციებზე გაშუქებული კონცეფციებისა და დებულებების, მითითებული ლიტერატურისა თუ სხვა საინფორმაციო წყაროების გაცნობა-ანალიზს და საკითხისადმი საკუთარი პოზიციის გამოხატვას. სემინარული მუშაობისას უნდა გადამოწმდეს, თუ რამდენად მართებულად აღიქვამს სტუდენტი შერჩეულ პრობლემატიკას. სემინარის მუშაობაში მონაწილეობენ შესაბამისი პროგრამის ხელმძღვანელები, ნაშრომების ხელმძღვანელები და სტუდენტები.

სემინარის მონაწილეები წარმოადგენენ მოხსენებებს სხვადასხვა აქტუალურ საკითხზე, ამა თუ იმ პრობლემის თანამედროვე მდგომარეობაზე, რომელსაც მოჰყვება დისკუსია.

პროგრამის განხორციელების დროს შესაძლო გამოყენებული მეთოდები:

პრობლემაზე დაფუძნებული სწავლება (PBL) - სასწავლო მეთოდი, რომელიც ახალი ცოდნის მიღების და ინტეგრაციის პროცესის საწყის ეტაპად იყენებს პრობლემას.

ეგზისტიკული მეთოდი – ეფუძნება სტუდენტების წინაშე დასმული ამოცანის ეტაპობრივ გადაწყვეტას. ეს ამოცანა სწავლების პროცესში ფაქტების დამოუკიდებლად დაფიქსირებისა და მათ შორის კავშირების დანახვის გზით ხორციელდება.

შემთხვევის ანალიზი (Case study) - ლექტორი სტუდენტებთან ერთად ლექციაზე განიხილავს კონკრეტულ შემთხვევებს, რომლებიც ყოველმხრივ და საფუძვლიანად შეისწავლიან საკითხს. მაგალითად, ფიტოპათოლოგიის მიმართულებით, ეს შეიძლება იყოს კონკრეტული მავნე

ორგანიზმების წინააღმდეგ ბრძოლის ეკოლოგიურად უსაფრთხო ღონისძიებები და ა.შ.

დემონსტრირების მეთოდი – ეს მეთოდი ინფორმაციის ვიზუალურად წარმოდგენას გულისხმობს. შედეგის მიღწევას თვალსაზრისით ის საკმაოდ ეფექტურია. ხშირ შემთხვევაში უმჯობესია, მასალა ერთდროულად აუდიო და ვიზუალური გზით მივაწოდოთ სტუდენტებს. შესასწავლი მასალის დემონსტრირება შესაძლებელია განხორციელდეს როგორც ლექტორის, ისე სტუდენტის მიერ. ეს მეთოდი გვეხმარება თვალსაჩინო გავხადოთ სასწავლო მასალის აღქმის სხვადასხვა საფეხური, დავაკონკრეტოთ, თუ რისი შესრულება მოუწევთ სტუდენტებს დამოუკიდებლად; ამავე დროს, ეს სტრატეგია ვიზუალურად წარმოაჩენს საკითხის/პრობლემის არსს. დემონსტრირება შესაძლოა მარტივ სახეს ატარებდეს, როგორცაა, მაგალითად, დაავადებათა გავრცელების, განვითარების, ეკონომიური ეფექტიანობის და სხვათა მათემატიკური გაანგარიშების (ფორმულების) დაფაზე თვალსაჩინოდ წარმოდგენა, ან საველე და ლაბორატორიის პირობებში მრავალსაფეხურიანი ექსპერიმენტის ჩატარება.

ინდუქცია, დედუქცია, ანალიზი და სინთეზი

სწავლების **ინდუქციური მეთოდი** განსაზღვრავს ნებისმიერი საგნობრივი ცოდნის ისეთ ფორმას, როდესაც სწავლის პროცესში აზრის მსვლელობა კერძოდან კონკრეტულისაკენ, ფაქტებიდან განზოგადებისაკენ არის მიმართული, ანუ მასალის გადმოცემისას პროცესი მიმდინარეობს კონკრეტულიდან ზოგადისაკენ.

სწავლების **დედუქციური მეთოდი** განსაზღვრავს ნებისმიერი საგნობრივი ცოდნის გადაცემის ისეთ ფორმას, რომელიც ზოგად ცოდნაზე დაყრდნობით ახალი ცოდნის

აღმოჩენის ლოგიკურ პროცესს წარმოადგენს, ანუ პროცესი მიმდინარეობს ზოგადიდან კონკრეტულისაკენ.

სასწავლო პროცესში **ანალიზის მეთოდი** გვეხმარება სასწავლო მასალის, როგორც ერთი მთლიანის, შემადგენელ ნაწილებად დაშლაში, ამით მარტივდება რთული პრობლემის შიგნით არსებული ცალკეული საკითხების დეტალური გაშუქება.

სინთეზის მეთოდი გულისხმობს შებრუნებულ პროცედურას, ანუ ცალკეული საკითხების დაჯგუფებით ერთი მთლიანის შედგენას. ეს მეთოდი ხელს უწყობს პრობლემის, როგორც მთლიანის დანახვის უნარის განვითარებას.

ახსნა-განმარტებითი მეთოდი – ეფუძნება მსჯელობას მოცემული საკითხის ირგვლივ. პედაგოგს მასალის გადმოცემისას მოჰყავს კონკრეტული მაგალითი, რომლის დაწვრილებით განხილვაც ხდება მოცემული თემის ფარგლებში.

კვლევითი სამუშაოების შესრულება

საკვლევი ტერიტორიის მარშრუტული, სტაციონალური და ნახევრად სტაციონალური გამოკვლევების ჩატარება, მავნე ორგანიზმების იდენტიფიკაცია და ორგანიზმთა სახეობრივი შემადგენლობის დაზუსტება; მოპოვებული მასალის ანალიზი ძირითადი ჯგუფების (ტაქსონების) მიხედვით; დაავადებათა მიერ მცენარეზე მიყენებული ეკონომიკური ზიანის დაზუსტება; ფართოდ გავრცელებული მავნე ორგანიზმების გამოჩენის ვადების, გავრცელების არეალის, ზრდა-განვითარების თავისებურებათა დადგენა; დომინანტი სახეობების გამოვლენა და მათი მავნეობის ხარისხის დადგენა ლაბორატორიულ და საველე პირობებში; მცენარეთა მავნე ორგანიზმების ახალი სახეობების გამოვლენა (თუ ეს

შესაძლებელია) და მათი ბიოლოგიის, ეკოლოგიის, გავრცელება – განსახლების და მავნეობის, ასევე პათოგენი სოკოების პოპულაციურ – გენეტიკური ასპექტების შესწავლა. მავნებელ-დაავადებათა წინააღმდეგ ბრძოლის ეკოლოგიურად უსაფრთხო ღონისძიებების შემუშავება.

სტუდენტის ცოდნის შეფასების სისტემა

საგანმანათლებლო პროგრამით გათვალისწინებულ სასწავლო კომპონენტში სტუდენტის მიერ კრედიტის მიღება შესაძლებელია მხოლოდ სილაბუსით დაგეგმილი სწავლის შედეგების მიღწევის შემდეგ, რაც გამოიხატება საკრედიტო სისტემით გათვალისწინებული ერთ-ერთი დადებითი შეფასებით.

სტუდენტის მიერ გაწეული შრომის შეფასება ითვალისწინებს:

ა) შუალედურ შეფასებებს, რაც თავის მხრივ მოიცავს სტუდენტის დამოუკიდებელი მუშაობის შეფასებას, ყოველდღიურ აქტიურობას და მიმდინარე რეიტინგულ შეფასებას. შუალედური შეფასება შეიძლება ითვალისწინებდეს სხვა კომპონენტებსაც (რეფერატი, სემინარი);

ბ) დასკვნითი გამოცდის შეფასებას.

სასწავლო კურსის/მოდულის მაქსიმალური შეფასება 100 ქულის ტოლია, საიდანაც დასკვნითი გამოცდის მაქსიმალურ შეფასებას ეთმობა 40 ქულა. შეფასების მეთოდებიდან ძირითადად გამოიყენება: შუალედური და შემაჯამებელი ტესტები (როგორც დახურული, ასევე ღია კითხვებით, ასევე ზეპირი პრეზენტაციები, შემაჯამებელი გამოცდა, პორტფოლიო, ჩატარებული ლექციის ან პრაქტიკულ - ლაბორატორიული მუშაობის შეფასება, შემთხვევის ანალიზი).

არსებობს ხუთი სახის დადებითი და ორი სახის უარყოფითი შეფასება.

დადებითი შეფასებებია:

- ა) (A) ფრიადი - მაქსიმალური შეფასების 91% და მეტი;
- ბ) (B) ძალიან კარგი - მაქსიმალური შეფასების 81- 90%;
- გ) (C) კარგი - მაქსიმალური შეფასების 71- 80%;
- დ) (D) დამაკმაყოფილებელი - მაქსიმალური შეფასების 61-70%;
- ე) (E) საკმარისი - მაქსიმალური შეფასების 51-60%;

უარყოფითი შეფასებები:

ა) (FX) ვერ ჩააბარა - მაქსიმალური შეფასების 41-50%, რაც ნიშნავს, რომ სტუდენტს ჩასაბარებლად მეტი მუშაობა სჭირდება და ეძლევა დამოუკიდებელი მუშაობით დამატებით გამოცდაზე ერთხელ გასვლის უფლება.

ბ) (F) ჩაიჭრა - მაქსიმალური შეფასების 40% და ნაკლები, რაც ნიშნავს, რომ სტუდენტის მიერ ჩატარებული სამუშაო არ არის საკმარისი და მას საგანი თავიდან აქვს შესასწავლი.

სტუდენტი “ჩაიჭრა” შეფასებას ღებულობს აგრეთვე: ა) თუ ის არ იქნა დაშვებული დასკვნით გამოცდაზე; ბ) ჩაიჭრა დასკვნით ან შესაბამის დამატებით გამოცდაზე.

შეფასების კონკრეტული კრიტერიუმები განისაზღვრება შესაბამისი სასწავლო კურსის სილაბუსით.

სემინარი ფასდება:

- თემის აკადემიური დონე – 30%;
- თემის მეცნიერული სიახლე – 30%;
- პრეზენტაციის უნარი – 40 %.

პრაქტიკა ფასდება:

- I. მიმდინარე აქტივობა – 60 ქულა
 2. პრაქტიკის ანგარიშის დაცვა – 40 ქულა
- მიმდინარე აქტივობა მოიცავს: მასალის აღება, დამუშავება, შენახვა, იდენტიფიკაცია, დღიურის და ანგარიშის შედგენა.

ყოველდღიური აქტივობა შეფასდება მაქსიმუმ 5 ქულით. მათ შორის: სავლე პირობებში აქტიურობა (მასალის აღება, აღრიცხვა და ა.შ.) - 2 ქულა, ლაბორატორიის პირობებში დაავადებათა გამომწვევი მავნე ორგანიზმების რკვევა - 3 ქულა (1- გაარკვია შეცდომით; 2-გაარკვია ხარვეზებით; 3-გაარკვია სწორად).

სტუდენტი ვალდებულია წარმოადგინოს არა ნაკლებ 10 სახეობის დაავადებული მცენარის ჰერბარიუმი, რომლისაგან თითოეული შეფასდება 3 ქულით (3 ქულა - კარგად არის გამომშრალი, იდენტიფიცირებულია, 2 ქულა - კარგად გამომშრალია, მაგრამ არ არის იდენტიფიცირებული, 1 ქულა - ცუდად არის გამომშრალი, მაგრამ არის იდენტიფიცირებული, 0 ქულა - ცუდად არის გამომშრალი, არ არის იდენტიფიცირებული).

პრაქტიკის დღიურის გაფორმება ფასდება 5 ქულით:

5 ქულა - სრულად არის ასახული სავლე პრაქტიკის მარშრუტი, მიზანი და შედეგი, ტერმინოლოგია გამართულია, დაავადების სიპტომები ილუსტრირებულია;

4 ქულა - კარგად არის ასახული სავლე პრაქტიკის შედეგი, დაავადების სიპტომები ილუსტრირებულია, მაგრამ არასრულყოფილია;

3 ქულა - დღიური არასრულია, პრაქტიკის მარშრუტი და შედეგები დამაკმაყოფილებლად არის მოცემული, ტერმინოლოგია დამახინჯებულია;

2 ქულა - დღიური არასრულია, მასალა გადმოცემულია ნაწილობრივ და გააჩნია ხარვეზები;

1 ქულა - დღიური ნაკლოვანია, ტერმინოლოგია არ აქვს გამოყენებული, ნაწილობრივ არაზუსტი ინფორმაცია აქვს მოცემული;

0 ქულა - საერთოდ არ აქვს წარმოდგენილი, ან მთლიანად არაზუსტი ინფორმაცია აქვს წარმოდგენილი.

2. პრაქტიკის ანგარიშის დაცვა მოიცავს:

- თემის აკადემიური დონე – 10%;
- თემის მეცნიერული სიახლე – 10%;
- პრეზენტაციის უნარი – 20 %.

თავი 1. საერთო ცნობები მიკოლოგიის შესახებ

1.1. მიკოლოგიის განვითარების მოკლე ისტორია

მცენარეთა დაავადებების შესახებ პირველი ცნობები მოგვეპოვება ჯერ კიდევ ჩვენს წელთა აღრიცხვამდე (434–350 წლებში) ბერძენი ფილოსოფოსების არისტოტელესა და თეოფრასტეს შრომებში. მცენარეთა დაავადებებისა და მავნებლების შესახებ აღნიშნულია ასევე ბიბლიაში, სადაც ნახსენებია ისეთი ფართოდ გავრცელებული დაავადებები, როგორცაა: პურეულის ჟანგა, ხეხილის კიბი, გუდაფშუტები, ობი და სხვ.

უნდა აღინიშნოს, რომ როგორც ბიბლიაში, ასევე არისტოტელე – თეოფრასტეს შრომებში დაავადების მიზეზად თვლიდნენ ღვთის რისხვას, ან კიდევ ბუნების რისხვას და სხვა არაფერს.

რომაელები პურეულის ჟანგას ყოველთვის უსაშინლეს დაავადებად თვლიდნენ. მათ მიაჩნდათ, რომ ჟანგა სოკოებით გამოწვეულ დაავადებას, ანუ ჟანგებს, თავისი ღმერთი - რობიგუსი ჰყავდა, რომლის რისხვა ხალხისადმი იმდენად ძლიერი იყო, რომ ყოველწლიურად ჟანგას უგზავნიდა ხალხს დასასჯელად. ჟანგას ღმერთი - რობიგუსი ხალხზე იმის გამო იყო განაწყენებული, რომ თურმე ერთმა ბიჭმა საქათმეში შემძვრალი მელა დაიჭირა, კუდზე ნამჯა მოაბა, მოუკიდა ცეცხლი, ნათესებში გაუშვა და ცეცხლით სულ გადაბუგა მინდორი. ბიჭზე განრისხებული რობიგუსი ხალხს ჟანგას უგზავნიდა ნათესებში. რომაელები ჯერ კიდევ 700 წლიდან მოყვლებული ახალი წელთაღრიცხვით პირველ საუკუნემდე განსაკუთრებული ცერემონიებით აღნიშნავდნენ ჟანგას დღეს და ევედრებოდნენ, რათა ეპატიებია ხალხისათვის დანაშაული. მსხვეპლად ჟანგისფერ ძაღლს ან სხვა ცხოველს სწირავდნენ.

ფიტოპათოლოგიური გამოკვლევების შესახებ სწორი მიდგომა მხოლოდ მე-18 საუკუნის ბოლოს და მე-19 საუკუნის დასაწყისში ჩამოყალიბდა. სწორედ, იმ დროს წამოიჭრა საკითხი მცენარეთა დაავადებების დაჯგუფებისა და კლასიფიკაციის შესახებ. ამ და სხვა საკითხების შესწავლის საქმეში დიდი მუშაობა აქვთ გაწეული უცხოელ მკვლევარებს (სურ. 1-1).

დაავადებათა კლასიფიკაციის პირველი სქემა ფრანგ მეცნიერს, პარიზის მეცნიერებათა აკადემიის წევრს ჟოზეფ პიტონ დე ტურნეფორს (1656-1708) ეკუთვნის. იგი კლასიფიკაციის საფუძვლად დაავადებული მცენარის გარეგნულ ნიშნებს იღებდა და არა გამომწვევ მიზეზებს, რაშიც ცდებოდა.

ჰოლანდიელი ნატურალისტის ანტონ ვან ლევენჰუკის მიერ (1632–1723) მიკროსკოპის გამოგონებამ, საერთოდ ბიოლოგიურ და, კერძოდ, მიკოლოგიურ კვლევებში ფართო გამოყენება ჰპოვა. პირველად მან დაამზადა გამადიდებელი ლინზები, რომლითაც სხვადასხვა ნივთიერებებს სინჯავდა და ერთ–ერთ დაკვირვების დროს პრეპარატში შეამჩნია მეტად წვრილი ცოცხალი ორგანიზმები, რომლებსაც კოკები და ბაცილები უწოდა.

ფიტოპათოლოგიის ფუძემდებელმა გერმანელმა მიკოლოგმა ჰენრიხ

ანტონ დე ბარი (1831-1888) მიკროსკოპის საშუალებით გამოიკვია, რომ დაავადებულ მცენარეზე ზედაპირული წარმონაქმნები მცენარეზე დასახლებული პარაზიტული მიკროორგანიზმებია და მათ მიერაა გამოწვეული მცენარის დაავადება. დე ბარის მიერ მცენარეთა დაავადების წარმოქმნის პათოგენურმა თეორიამ გაიკაფა გზა და სულ მოკლე ხანში აღიარებული იქნა. ამ თეორიის თანახმად დაავადებებს იწვევს პარაზიტული ორგანიზმები, რომელიც მცენარეზე სახლდება. ეს დებულება სულ მოკლე ხანში აღიარებული იქნა. ამით ანტონ დე ბარიმ უკდავი სახელი მოიხვეჭა, განსაკუთრებით მიკოლოგიასა და ფიტოპათოლოგიაში. მან მცენარის დაავადებათა წარმოქმნის პათოგენური თეორია განამტკიცა თავისი კლასიკური გამოკვლევებით ხორბლოვანთა გუდაფშუტებისა და კარტოფილის დაავადებებათა შესახებ. ამის შემდეგ ევროპის სხვადასხვა სახელმწიფოში მრავალი მკვლევარის შრომები გამოქვეყნდა, სადაც მთლიანად მიღებულია დე ბარის თეორია.

ყველა დროის ერთ-ერთ ყველაზე გავლენიანი ინგლისელი მეცნიერი იყო ჩარლზ დარვინი (1809 – 1882), რომელმაც შექმნა მოძღვრება ბუნებრივი გადარჩევის გზით ორგანიზმთა წარმოშობისა და განვითარების შესახებ.

ფრანგი მეცნიერმა, ნობელის პრემიის ლაურეატმა, ლუი პასტერმა (1822 - 1895) საფუძველი ჩაუყარა მიკრობიოლოგიის, როგორც დამოუკიდებელი მეცნიერების განვითარებას.

რობერტ კოხი (1843-1910) იყო გერმანელი მიკრობიოლოგი, თანამედროვე მიკრობიოლოგიისა და ეპიდემიოლოგიის ერთ-ერთი ფუძემდებელი. მისი ძირითადი შრომები ეხება ინფექციური დაავადებების გამომწვევთა გამოვლენასა და მათთან ბრძოლის მეთოდების შემუშავებას. აღწერა კოხის რეაქცია, დაამუშავა ბაქტერიოლოგიური კვლევის ზოგადი მეთოდები და სხვ.

კ. ლინე შვედი მეცნიერის (1707-1778) დამსახურება დიდია: მან შემოიღო ბინარული ნომენკლატურა: ორმაგი ლათინური სახელწოდება: გვარი და სახეობა, შემოიღო სახეობისცნება. სახეობად ლინე მიიჩნევდა იმ ინდივიდთა ერთობლიობას, რომლებიც მსგავსნი არიან აგებულებით ანბუნებით და იძლევიან ნაყოფიერ შთამომავლობას. ვორონინმა (1838–1903) პირველად შეისწავლა და დაადგინა კომბოსტოს ფართოდ გავრცელებული და საშიში დაავადება კომბოსტოს კილა, რომლის გამომწვევია *Plasmodiophora brassicae*. მის მიერაა ასევე შესწავლილი მზესუმზირას ჟანგას გამომწვევი სოკო *Puccinia heliantii* და სხვ.

ერვინ ფრინკ სმიტი (1854–1927) იყო ამერიკელი პირველი ფიტოპათოლოგი, რომელმაც დაადგინა, რომ ბაქტერიებს შეუძლია მცენარეთა დაავადების გამოწვევა.

ადოლფ მაიერი (1843-1942) იყო გერმანელი მეცნიერი, რომელმაც შეძლო თამბაქოს მოზაკის გამომწვევი ვირუსის აღმოჩენა და მის წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებების შემუშავება.

ლ. ცენსკოვსკიმ (1822-1887) შეისწავლა სოკოებისა და მიქსომიციტების მორფოლოგია და მათი განვითარების ციკლი, შექმნა ბოტანიკოსთა და ბაქტერიოლოგთა სკოლა.

ნ. ვავილოვი (1887-1943) - გამოჩენილი მეცნიერ - ბოტანიკოსი, გენეტიკოსი, გეოგრაფი და აგრონომი, საბჭოთა ბოტანიკის მცენარე თმცოდნეთა სკოლის ფუძემდებელი. მას ბევრი ნაშრომი აქვს მიუძღვნილი ხორბლის, ჭვავის და სხვა კულტურულ მცენარეთა იმუნოლოგიის საკითხებზე.

ა. იაჩევსკი (1870-1932) იყო მცენარეთა დაავადების კვლევის ორგანიზატორი, ფიტოპათოლოგიისა და მიკოლოგიის დამაარსებელი რუსეთში.

ე. ფიშერი (1861-1939) იყო ერთ-ერთი ცნობილი და გავლენიანი შვეიცარიელი მიკოლოგი და ფიტოპათოლოგი.

პ. საკარდომ (1845-1920) მსოფლიოს სხვადასხვა კუთხეში შეგროვილი მიკოლოგიური მასალების განზოდადობის საფუძველზე აღწერა სოკოების 74 323 სახეობა და გამოაქვეყნა სოკოების სარკვევი თავის 25 ტომეულში.

ფ. კამენსკმა (1851-1912) პირველად აღწერა სოკოს მიცელიუმი მცენარის ფესვებზე (მიკორიზა).

ო. ბრეფელდმა (1839-1925) შეიმუშავა სოკოთა სუფთა კულტურის მიღების მეთოდი.

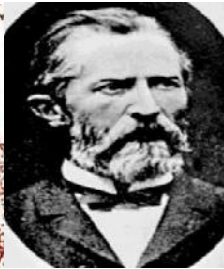
მცენარეთა პათოგენური მიკრობიონტების სისტემატიკის, ბიოლოგიისა და ეკოლოგიის შესწავლის საქმეში არა ნაკლებ წვლილი მიუძღვით სხვა უცხოელ მკვლევარებს. მათ შორის აღსანიშნავია: ხ. ლინკომი (1767-1850); ხ. პირსონი (1755-1836); ე. ფრიზი (1794-1878); ნ. სოროკინი (1846-1909); ფ. პოროდკო (1877-1948); ი. სერბინოვა (1872-1925); ვ. ტრანშელი (1868-1941), ლ. კურსანოვი (1877-1954); ნ. ნაუმოვი (1888-1959); ა. ბონდარცევი (1877- 1968); ს. ვანინი (1890-1951) - ფიტოპათოლოგიის ცნობილი მკვლევარი, სატყეო ფიტოპათოლოგიის სახელმძღვანელოს ავტორი, 1950) და სხვა მრავალი.



ტურნეფორი



ანტონ ლევენ ჰუკი



ანტონ დე ბარი



კარლ ლინე



ჩარლ დარვინ



ლუი პასტერი



რობერტ კოხი



კარლ ლინე



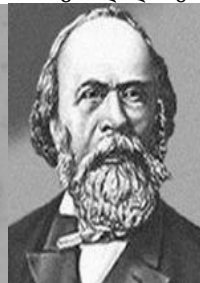
ვორონინი



ერვინ სმიტი



ადოლფ მაიერი



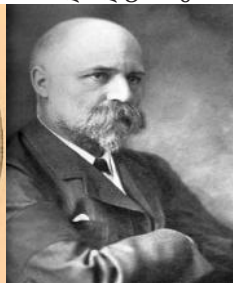
ლ. ცენსკოვსკიმ



ვავილოვი



იაჩევსკი



ფიუმერი



საკარდო

სურ. 1-1. უცხოელი მკვლევარები

საქართველოში მიკოლოგიური კვლევა-ძიებას არც თუ ხანმოკლე ისტორია აქვს. საქართველოს ნიდაგობრივ - კლიმატური პირობები და მცენარეთა მრავალფეროვნება, ყოველთვის წარმოადგენდა და წარმოადგენს მცენარეთა სხვადასხვა დაავადებების განვითარების საფუძველს. ბუნებრივია ამ გარემოებას ძველი მკვლევარებიც ამჩნევდნ და ყოველთვის მიიღებოდნ საქართველოში მასალის ასაღებად. პირველ რიგში აღსანიშნავია უცხოელი მკვლევარი გიულდენ შტედტი (1710), რომელმაც ჩრდილო კავკასიაში თავისი მოგზაურობის შესახებ გამოაქვეყნა შრომა, სადაც აღწერილი აქვს სოკოების 10 სახეობა. საქართველოს ცალკეულ რეგიონში კუნტცემ (1887) და სხვებმა ასევე შეაგროვეს დიდი რაოდენობით მიკოლოგიური მასალა, რომელიც საინტერესოა როგორც მიკოლოგიური, ასევე ფიტოპათოლოგიური თვალსაზრისით. ვფიქრობთ, რომ მათ მიერ შეგროვილ მასალას შეიძლება მიკოლოგიის ისტორიისათვის ჰქონდეს ერთდაგვარი მნიშვნელობა.

საქართველოში მიკოლოგიური კვლევა-ძიება დაიწყო მას შემდეგ, როდესაც მევენახეობის რაიონებში გაჩნდა ვაზის უსაშინლესი მავნებელი (მწერი) – ფილოქსერა. აღნიშნულთან დაკავშირებით 1881 წელს ჩამოყალიბდა ფილოქსერას კავკასიის კომიტეტი, რომლის წინაშე დაისახა ფილოქსერასთან ერთად ვაზის სოკოვანი დაავადების შესწავლის საკითხი.

პირველი მიკოლოგიური გამოკვლევები საქართველოში, კერძოდ კი კახეთში, ჩატარებულია საროკინის მიერ 1991 წელს. მან ვაზთან ერთად სხვა მცენარეთა დაავადებები შეისწავლა, აღწერა სოკოების 40 სახეობა.

საქართველოში ფიტოპათოლოგიურ მუშაობას 1894 წლიდან მეტ-ნაკლები გეგმიანი და სისტემური ხასიათი მიეცა. ფილოქსერას

კომიტეტთან ჩამოყალიბდა „კავკასიის მიკოლოგიის ლაბორატორია“, რომლის გამგედ მოიწვიეს ნ. სპეშნევი. მის მიერ გამოქვეყნდა რამდენიმე შრომა კავკასიის მიკოფლორის შესახებ. ეს შრომები ეხებოდა კახეთში და გორში გავრცელებულ კულტურულ მცენარეთა სოკოპარაზიტებს, ჩაის ბუჩქის სოკოვან დაავადებებს, ბრინჯის დაავადებებს და სხვ. მაგრამ, ვინაიდან სპეშნევი განათლებით მიკოლოგი არ იყო, მის შრომებში მრავალი შეცდომებია დაშვებული. მიუხედავად ამისა, სამეცნიერო ღირებულებას ეს შრომები მაინც არაა მოკლებული.

კავკასიის ფილოქსერას კომიტეტის ბაზაზე, 1909 წელს ჩამოყალიბდა მიკოლოგიის ლაბორატორია თბილისის ბოტანიკურ ბაღში. იგი მუდმივ ბაზად გადაიქცა, სადაც კავკასიის და, კერძოდ, საქართველოს მცენარეთა პარაზიტული მიკობიონტები შეისწავლებოდა. ამ მხრივ, უცხოელ მკვლევართაგან, განსაკუთრებით დიდი სამუშაოები აქვთ ჩატარებული ვორონოვს, ვორონიხინს, კუმკეს, სემაშკოს, ნაგორნის და სხვ. მათ მიერ შეგროვილია დიდძალი მიკოლოგიური მასალა საქართველოს სხვადასხვა კუთხეში. მასალებს გარკვევისათვის ხშირად უცხოეთის ქვეყნების მკვლევარებს უგზავნიდნენ.

სოხუმის მიკოფლორის შესწავლის საქმეში განსაკუთრებით დიდი წვლილი მიუძღვის ვ. სემაშკოს. მის მიერ 1914-1917 წლებში დიდძალი მასალაა შეგროვილი როგორც კულტურული, ისე ველურ მცენარეთა დაავადებების შესახებ. ამ მასალის ნაწილი გამოქვეყნდა, ნაწილი კი გამოუქვეყნებელი დარჩა მისი პოლონეთში გადასვლის გამო.

თბილისის ბოტანიკურ ბაღში 1915-1922 წლებში მიკოლოგიური და ფიტოპათოლოგიური კვლევა - ძიება ფართოდ აქვს ჩატარებული ვორონიხინს, რომელსაც მრავალი შრომა აქვს გამოქვეყნებული სოკოების შესახებ. მას დიდი ყურადღება აქვს

დათმობილი ბორჯომის ხეობის, ქართლისა და, ნაწილობრივ დასავლეთ საქართველოს მიკოფლორის შესწავლას; გამოსცა წიგნი „კულტურულ მცენარეთა სოკოვანი და ბაქტერიული ავადმყოფობანი“.

აღსანიშნავია, რომ ზემოთ დასახელებული მკვლევარები უფრო მეტად გატაცებული იყვნენ წმინდა მიკოლოგიური კვლევებით. მათ შრომებში მოყვანილია მათ მიერ იდენტიფიცირებული სოკოების სია მორფოლოგიური ანალიზით; წმინდა ფიტოპათოლოგიური საკითხები ნაკლებად არის გახილული.

საქართველოში ფიტოპათოლოგიური კვლევა-ძიება ფართოდ გაიშალა მას შემდეგ, როდესაც 1915-1936 წლებში მოღვაწეობა დაიწყო პ. ნაგორნიმ თბილისში არსებულ ერევან ყარსის სოფლის მეურნეობის მავნებლებთან ბრძოლის ბიუროში, სადაც იგი ხელმძღვანელობდა მცენარეთა დაცვის საქმის ოპერატიულ მუშაობას. 1923 წელს იგი მიწვეული იყო თბილისის ბოტანიკურ ბაღში. იმ დროს ბოტანიკური ბაღის სპოროვანი განყოფილება გადაკეთდა „ფიტოპათოლოგიისა და მიკოლოგიის განყოფილებად“ და მის გამგედ პ. ნაგორნი დაინიშნა. მან მუშაობის ძირითად ამოცანად დასახა ფიტოპათოლოგიური კვლევა-ძიების გაშლა. ვაზის დაავადებების შესწავლის საფუძველზე მან შექმნა ქართველ თანამშრომელთა საკმაოდ დიდი ჯგუფი (ვარდოსანიძე, წერეთელი, ერისთავი, მახარაძე, ყანჩაველი, ისარლიშვილი და სხვ.). არანაკლები ყურადღება ჰქონდა მიქცეული აგრეთვე სუბტროპიკული კულტურების - ჩაის ბუჩქისა და ციტრუსების დაავადებათა შესწავლის საქმეს. ნაგორნიმ ასევე შექმნა ვაზისუბნის მევენახეობის საცდელ სადგურში, ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო ინსტიტუტში ანასეულში, აფხაზეთის სოფლის მეურნეობის საცდელ სადგურში, მცენარეთა დაცვის განყოფილებები. მუშაობის გაფართოებას ხელი შეუწყო 1929 წელს

საქართველოს ფიტოპათოლოგიის ცენტრალური საცდელი სადგურის დაარსებამ, რომელიც 1930 წელს ჯერ ამიერკავკასიის მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტად გადაკეთდა, ხოლო 1931 წლიდან საქართველოს მცენარეთა დაცვის სადგურად, რომელიც მეცნიერებათა აკადემიის სისტემაში გადასვლასთან დაკავშირებით 1945 წლიდან გადაკეთდა საქართველოს მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტად. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ნაგორნის ღვაწლი ადგილობრივი კადრების მომზადების საქმეში. მას გამოყვექნებული აქვს მონოგრაფიები ვაზისა და ჩაის ქუჩქის დაავადებებზე.

მრავალი ნაშრომია გამოქვეყნებული აგრეთვე ნაგორნის მოწაფეებს ფიტოპათოლოგიასა და მიკოლოგიის საკითხებზე. კერძოდ, ლ. ყანჩაველის მიერ ქართულ ენაზე გამოცემულია „ფიტოპათოლოგია“ (1941), „ზოგადი ფიტოპათოლოგია“ (1978) „სასოფლო-სამეურნეო ფიტოპათოლოგია“ (1980) და სხვ.

მცენარეთა დაცვის საქმეში ქართველ მკვლევართაგან, გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი მეცნიერებისა, აღსანიშნავია: ბ. ვარდოსანიძე, ი. შოშიაშვილი, ე. ხაზარაძე, ე. ერისთავი, მ. მელია, თ. წაქაძე, მ. გვრიტიშვილი, შ. სუპატაშვილი, დ. კობახიძე, ა. ბაღდავაძე, ს. გვრიტიშვილი, გ. მკერვალი, ი. ნახუცრიშვილი, თ. კუპრაშვილი, ნ. ენდელაძე, ქ. გვარამაძე, ნ. ცინცაძე, შ. ყანჩაველი, მზ. ლობჟანიძე, ზ. ბედოიძე, ვ. გულმაგარაშვილი და სხვ.

XX საუკუნის მეორე ნახევრიდან იწყება ახალი ერა ცოცხალ ორგანიზმთა სისტემატიკის საქმეში. ამ მხრივ აღსანიშნავია რ. უიტტეიკერისა (1969) და ა. ტახტაჯანის (1970) შრომები, სადაც სოკოები პირველად ცალკე სამეფოდ განიხილება.

ფიტოპათოლოგიის განვითარებაში გამოყოფენ რამდენიმე ეტაპს და მიმართულებას. პირველი არის მიკოლოგიური მიმართულება. ამ მიმართულების პერიოდში მცენარეთა დაავადებების

შესწავლის დროს ძირითადი ყურადღება ეთმობოდა დაავადების გამომწვევის მორფოლოგიისა და ბიოლოგიის შესწავლას, მაშინ როდესაც თვით დაავადებული მცენარე და მასში მიმდინარე პროცესები მკვლევართა მხედველობის არის გარეთ რჩებოდა.

ამერიკელი მეცნიერის, ნობელის პრემიის ლაურიატის დ. ბიდლის (1903—1989) და ე. ტეიტემის (1909—1975) მიერ აღმოჩენილია ბიოქიმიური მუტანტები *Neurospora crassa* -ში (ჩანთიანი სოკო), რამაც საფუძველი ჩაუყარა სოკოების ბიოქიმიურ გენეტიკის შესწავლას.

ბოლო დროს როგორც უცხოეთში, ასევე საქართველოში განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ფართოდ გავრცელებული დაავადებების გამომწვევთა გენეტიკურ - მოლეკულური პოლიმორფიზმისა და დაავადებებისადმი გამძლე გენოტიპების გამორჩევათა შესწავლის საკითხებს. ამ მხრივ, განსაკუთრებით დიდი წვლილი მიუძღვის ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტს.

1.2. მიკოლოგიის კავშირი სხვა სასწავლო კურსებთან

მიკოლოგიას მჭიდრო კავშირი აქვს ბიოლოგიურ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებთან. მაგალითად, დაავადებული მცენარის ანატომიური სტრუქტურის, ნივთიერებათა ცვლის, ფიზიოლოგიური პროცესების ცვალებადობის და სხვათა კვლევა ერთმნიშვნელოვანია, როგორც მიკოლოგიისათვის, ასევე ბოტანიკის, მცენარეთა ფიზიოლოგიისა და ბიოქიმიისათვის, ხოლო დაავადებისადმი გამძლეობის და მიმღებიანობის მექანიზმი – გენეტიკის, ციტოლოგიის და მოლეკულური ბიოლოგიისათვის.

მიკოლოგია ყველაზე მეტად დაკავშირებულია სელექციასთან. სელექციონერის შრომა შედეგიანი არ იქნება, თუ კულტურული მცენარის გამოყვანისას მხედველობაში არ იქნება მიღებული გამოსაყვანი ჯიშის დამოკიდებულება ფართოდ გავრცელებულ დაავადებებთან.

მიკოლოგია როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული თვალსაზრისით მჭიდროდაა დაკავშირებული ენტომოლოგიასთან, რადგანაც ორივე დარგი ერთ და იგივე მიზანს ემსახურებიან – დაიცვან მცენარეები მავნებელ – დაავადებებისაგან, შეიმუშაონ ისეთი კომპლექსური ღონისძიებები, რომლებიც ერთდროულად გამოიყენება როგორც მავნებლების, ისე დაავადებების მიმართ.

მიკოლოგია, ისევე როგორც სხვა ბიოლოგიური დისციპლინები კლევისას იყენებს ბიოფიზიკურ მეთოდებს, მაგალითად, შინაგანი დაავადებების საწინაღმდეგოდ - მაღალი სიხშირის დენის მოქმედებას, ულტრასიფერ სხივებს და სხვ.

მიკოლოგიის კავშირი აგროკლიმატოლოგიასთან არანაკლებ მნიშვნელოვანია, რადგანაც მცენარის დაავადებათა შესწავლის საქმეში აუცილებელია აბიოტური ფაქტორების (ტემპერატურა, ტენი, სინათლე და სხვ.) ცოდნა დაავადების განვითარებაზე, გავრცელების დინამიკაზე და თვით დაავადების გამომწვევის სიცოცხლისუნარიანობაზე.

თავი 2. სოკოების კვლევის მეთოდები

ნიმუშების შეგროვება

მასალის შეგროვება ხდება წინასწარ განსაზღვრული გეგმისა და მარშრუტის შესაბამისად მცენარის მთელი ვეგეტაციის განმავლობაში. მასალის აღების წინ ხდება მცენარის მთლიანი დათვალიერება. დაავადების სწორი დიაგნოსტიკისათვის აუცილებელია დაავადებული მცენარის დეტალური დათვალიერება წვეროდან ფესვებამდე. ხის ვარჯის და ღერო-ტოტების დათვალიერება შეიძლება ბინოკლის (ხელში დასაჭერი ორმილიანი ოპტიკური ხელსაწყო შორი საგნების კარგად დასანახავად; დურბინდი) გამოყენებით, ხოლო ფესვთა სისტემის გამოკვლევა შეიძლება 2-3 ფესვის კარგად დათვალიერებით. სწორი დასკვნების გასაკეთებლად, აუცილებელია დეტალურად გავაანალიზოთ საკვლევი ობიექტების ადგილსამყოფელი და დავადგინოთ დაავადების გამომწვევი მიზეზები. დაავადების არსებობის ფაქტი ყოველთვის არ მიუთითებს მცენარეთა დასუსტების ან ხმობის ძირითად მიზეზებზე.

სოკოების გარკვევა შედარებით ადვილია, როცა კარგადაა განვითარებული დაავადების გამომწვევი სოკოს ნაყოფიანობა და

ნაყოფსხეულები. გამომდინარე აქედან, მცენარის დათვალიერებისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს სოკოს ნაყოფსხეულებს, ნაყოფიანობას, მიცელიუმის სახეცვლილებებს, ჭრილობებს, სიმსივნეებს, ბზარებს, ობს, სიდამპლეს და სხვ. ზოგიერთ შემთხვევაში ნაყოფსხეულის მიხედვით შეიძლება გავარკვიოთ არა მარტო დაავადების ტიპი, არამედ დაავადების გამომწვევი სოკოს სახეობაც. ამიტომ მეტად მნიშვნელოვანია აგროცენოზებში ფიტოპათოლოგიური კვლევა ჩატარდეს მაღალკვალი-ფიციური სპეციალისტის მიერ, რომელსაც კარგად ეცოდინება ძირითადი დაავადების გამომწვევი ორგანიზმების ნაყოფსხეულების (არშინი აბედა, მანჭკვალა და სხვ.) გარეგნული ნიშნები.

ნიმუშების აღება ხდება მცენარის იმ ადგილებიდან, სადაც კარგად იქნება გამოხატული დაავადების სიმპტომები. ზოგჯერ აუცილებელია მთლიანი მცენარის აღებაც. მცენარე ბარის საშუალებით ისე უნდა ამოითხაროს, რომ იგი არ დაზიანდეს, რადგან ამ დროს შესაძლოა ფესვებზე დასახლებული პათოგენის სტრუქტურების დაზიანებაც, რაც დიაგნოსტიკის გაძნელებას გამოიწვევს. დაავადების დიაგნოსტიკა შედარებით უფრო ადვილია, როცა ინფიცირებულ მცენარეზე მკვეთრად არის გამოხატული პათოგენის ნაყოფსხეულები. უმჯობესია აღებული ნიმუშები მაშინვე იქნას მიტანილი ლაბორატორიაში. თუ ამის შესაძლებლობა არ არის, აუცილებელია ნიმუშების შენახვა გრილ ადგილას და მათი შენახვის წესების დაცვა. დაავადებულ ფოთლებიდან სასურველია აღებულ იქნას 10-20 ნიმუში, ხოლო ტუბერების კვლევისას 20-30 ტუბერის ნიმუში. დაავადებული ორგანოებიდან ინფიცირებული ადგილის ამოჭრისას სასურველია, რომ სინჯი წარმოდგენილი იყოს ქსოვილის ჯანსაღი ნაწილიც. ნიმუშების აღებიდან ლაბორატორიული ანალიზის ჩატარებამდე

გარკვეული დროა საჭირო. ამიტომაც საჭიროა ნიმუშების შეფუთვისა და შენახვის წესების დაცვა. აუცილებელია ნიმუშების კარგად გაშრობა ჰაერზე, სიგრილეში. თავდაპირველად ნიმუშები თავსდება ქაღალდის კონვერტებში, შემდეგ მოხდება მისი გადატანა უფრო დიდი ზომის ქაღალდის პარკში და ბოლოს პოლიეთილენის პარკში ან პლასტიკურ კონტეინერში. აუცილებელია კონვერტზე წარწერა: მცენარის დასახელება, ნიმუშების აღების ადგილი და თარიღი, მცენარის განვითარების ფაზა, სიმპტომის ტიპი, დაავადების გავრცელების და განვითარების ინტენსივობა, ექსპოზიცია, ნიადაგის ტიპი, წინამორბედი კულტურა, მისამართი და სხვ.

პათოგენის გამოყოფა. ცნობილია, რომ ობლიგატური სოკოვანი ორგანიზმების გამოყოფა ხდება ცოცხალ მცენარეებზე, ხოლო ფაკულტატურისა კი - შესაბამის საკვებ არეებზე.

ობლიგატის გამოყოფა შესაძლებელია მცენარის სხვადასხვა ინფიცირე-ბულ ნაწილებიდან - ფესვებიდან, ფოთლებიდან, ღეროებიდან, ნაყოფები-დან, ტუბერებიდან, მარცვლებიდან, თესლებიდან, ნიადაგიდან და სხვ.

ფესვებიდან პათოგენის გამოყოფა შემდეგნაირად ხდება: ახლად ამოთ-ხრილი ფესვები ირეცხება ჯერ გამდინარე და შემდეგ სტერილური წყლით, ბოლოს იწურება რამდენიმე ფენა ფილტრის ქაღალდში, 1-3 სმ სიგრძის ფესვის ნაწილები თავსდება პეტრის ჯამში და ბოლოს თერმოსტატში 26 °C-ზე. სოკოს განვითარებაზე დაკვირვება ხდება 24-48 სთ შემდეგ და მომდევნო დღეებში. განვითარებული მიცელიუმი გადააქვთ საკვებ არეზე პეტრის ჯამში.

ფოთლებიდან პათოგენის გამოსაყოფად საჭიროა ფოთლების ინფიცირე-ბულ ზონებიდან რამდენიმე პატარა (5-10 მმ ფართობის) სეგმენტები ამოიჭრას ისე, რომ სინჯს თან ახლდეს გარეგნულად

ჯანსაღი ქსოვილის ნაწილიც. სეგმენტებს ათავსებენ სადეზინფექციო ხსნარში 1 წუთით. როცა სინჯები კარგად დასველდება, ისინი მორიგეობით გადააქვთ პინცეტით 3 მენზურაში, სადაც დისტილირებული წყალია. შემდეგ სეგმენტებს ათავსებენ სტერილურ ფილტრის ქაღალდში, აშრობენ და ბოლოს გადააქვთ საკვებ არეზე 3 ან 5 პეტრის ჯამში.

ღეროებიდან, ნაყოფებიდან, ტუბერებიდან და სხვა ზედაპირული ნაწი-ლებიდან გამოყოფა შესაძლებელია ზემოთ აღწერილი საშუალებების გამოყენებით. თავდაპირველად აუცილებელია ნაყოფების, ძირხვენების, ტუბერების რეცხვა ჩვეულებრივი წყლით და ზედაპირული სტერილიზაცია. ინფიცირებული და ჯანსაღი ნაწილის საზღვარზე სტერილური სკალპერიტ ჭრიან პატარა სეგმენტს და ათავსებენ მას პირდაპირ საკვებ არეზე.

მარცვლებიდან და თესლებიდან პათოგენის გამოყოფა შესაძლებელია ზემოთ აღიშნული მეთოდოლოგიით. თესლებს ან მარცვლებს ათავსებენ ფილტრის ქაღალდზე პეტრის ჯამში ერთმანეთისგან 0,5-1 სმ-ის დაშორებით. ერთი გამოსაკვლევი პარტიიდან საანალიზოდ იღებენ 100-1000 მარცვალს. ჯამებს ათავსებენ თერმოსტატში და რამდენიმედღიანი ინკუბაციის შემდეგ, სოკოს ნაყოფიანობას (გამოჩენისთანავე) გადაიტანენ საკვებ არეზე.

თესლის შინაგანი ინფექციის გამოსავლენად თესლს წინასწარ უტარდება ზედაპირული დეზინფექცია 0,5 %-იანი მარგანეცის ხსნარში ან 96 %-იან სპირტში მოთავსებით და შემდეგ გადაიტანება საკვებ არეებზე. მსხვილ თესლები სტერილური სკალპელით უნდა გაიჭრას ორ ნაწილად.

ხის ქერქიდან და მერქნიდან პათოგენების გამოსაყოფად ობიექტი სტერილდება 96%-იან ეთილის სპირტში 2 წუთის

განმავლობაში ან სპირტქურის ალზე მოვლებით. შემდეგ სტერილური სკალპელით ჭრიან ნიმუშის ზედაპირულ ფენას, ხოლო შიგა ფენიდან ამოჭრიან მცირე ნაწილებს (ზომით არა უმეტეს 5X5 მმ) და სტერილური პინცეტით ისინი გადააქვთ სინჯარებში ან პეტრის თასებში საკვები არეების ზედაპირზე.

წიწვებიდან პათოგენის გამოყოფის დროს მისი ზედაპირული დეზინფექცია ტარდება 70 ან 96%-იან სპირტში 2-3 წუთის ან მარგანეცის ხსნარში 30-40 წუთის განმავლობაში მოთავსებით. ამის შემდეგ წიწვები სამჯერ ირეცხება სტერილურ წყალში, იჭრება 5-7 მმ-ის ნაჭრებად და გადაიტანება საკვებ არეებზე.

ნიადაგიდან სოკოს გამოყოფა მიმდინარეობს შემდეგნაირად: სტერილურ სასაგნე მინას მჭიდროდ ათავსებენ ნიადაგზე და რამდენიმე დღის შემდეგ მას ამოიღებენ, გაფერთხავენ და ათავსებენ მიწიანი ზედაპირის აგარიზებულ საკვებ არეზე. გაზრდილ მიცელიუმს აკვირდებიან მიკროსკოპში მცირე გადიდებაზე და გარკვეული საინკუბაციო პერიოდის შემდეგ გაზრდილ კოლონიას გადაიტანენ სუფთა საკვებ არეზე.

არსებობს სოკოს გამოყოფის სხვა მეთოდიც: ნიმუშები აიღება ნიადაგის სხვადასხვა ფენებში. შეგროვებული ნიადაგი თავსდება ქალაღის პაკეტებში და რამდენიმე დღის განმავლობაში აშრობენ. შემდეგ აქუცმაცებენ და ათავსებენ პეტრის თასებში საკვებ არეებზე. სოკოს კოლონიების განვითარების შესაბამისად ისინი გადაითესება სინჯარებში აგარის არეზე.

ნიადაგის სუსპენზიას ამზადებენ შემდეგნაირ: 1:10 (10 გრ ნიადაგი-10 მლ წყალზე), 1:100, 1:1000. დიდი განზავების სუსპენზიას ჩათესავენ აგარის საკვებ არეზე, ხოლო სოკოს მიცელიუმს ან ნაყოფიანობას გამოჩენისთანავე გადათესავენ აგარიზებულ სხვა საკვებ არეზე პეტრის ჯამში.

ბაქტერიების განვითარების თავიდან ასაცილებლად, სოკოს გამოყოფა და შემდგომი კულტივირება ხდება საკვებ არეზე. ცალკეულ შემთხვევაში პეტრის ჯამის ფსკერზე მოთავსებულ ფილტრის ქაღალდის დისკს ასველებენ სტერილური წყლით. ამის შემდეგ ფსკერზე მოთავსებულ სასაგნე მინაზე დებენ ნიადაგის ნიმუშის სეგმენტებს. ჯამს ხურავენ და ლუქავენ პარაფინის ლენტით, რათა შენარჩუნდეს ტენიანობა. იმის გამო, რომ მრავალი პათოგენი არ ვითარდება სინათლისა და სიბნელის ფაზის მონაცვლეობის გარეშე, ზოგიერთ შემთხვევაში პეტრის ჯამს მონაცვლეობით ათავსებენ ჯერ სინათლეზე 10 საათს და შემდეგ 14 საათს სიბნელის პირობებში 18-22 °C-ზე. ინკუბაციის შემდეგ ჯამს ხსნიან, სასაგნე მინაზე არსებულ ნიმუშს აკვირდებიან სინათლის მიკროსკოპის მცირე გადიდების ქვეშ.

ფაკულტატური სოკოების გამოყოფა ხდება ე. წ. „ნოტიო კამერის“ მეთოდით (Gilchrist-saavedra et al.,1997). იგი სოკოს მიცელიუმის და სპორების წარმოქმნის ერთ-ერთი ყველაზე მარტივი მეთოდია, რომელიც ასტიმულირებს მიცელიუმის წარმოქმნას მომატებული ტენიანობის პირობებში. ნოტიო კამერა ეს არის სწრაფი და პირდაპირი გზა პათოგენის სპორულაციის სტიმულაციისთვის ზოგიერთი დაავადების გამომწვევი პათოგენების იდენტიფიცირების პროცესში. განსაკუთრებით სასარგებლოა ნოტიო კამერის გამოყენება იმ მიკროორგანიზმების იდენტიფიკაციისას, რომლებიც, მსგავსად საპროფიტებისა, მასპინძელ მცენარეზე იზრდებიან და ვითარდებიან სწრაფად და კარგად.

ტენიანი კამერის მოსაწყობად პეტრის ჯამის ფსკერზე თავსდება დამრგვა-ლებული ფილტრის ქაღალდი, რომელიც ჯამის დიამეტრის ტოლია. მომზადებული ტენიანი კამერა სტერილდება საშრობ კარადაში. ჯამის გასტერილება შეიძლება აგრეთვე ცხელი

წყლით ან სპირტით, ხოლო მრგვალი ფილტრის ქაღალდის სპირტქურის ალზე 2-3 ჯერ სწრაფად მოვლებით. ტენიანი კამერის დატვირთვამდე ფილტრის ქაღალდი სველდება დისტილირებული წყლით.

საკვლევი მასალა (ტენიან კამერაში მოთავსების წინ) ირეცხება წყლით და შემდეგ სტერილდება 0,5 %-იანი კალიუმის მარგანეცის მჟავას ხსნარში მოთავსებით, სპირტით დამუშავებით, ცეცხლის ალზე მოვლებით და სხვ. ამის შემდეგ დაავადებული ფოთოლი თუ სხვა მასალა ეწყობა პეტრის თასებში ფილტრის ქაღალდზე ისე, რომ ერთმანეთს არ უნდა ეხებოდნენ. დატვირთული კამერები რჩება ოთახის პირობებში ან მოთავსდება თერმოსტატში 20 - 25^o C ტემპერატურაზე. ხშირად უნდა ხდებოდეს კამერე-ბის დათვალიერება და საჭიროების შემთხვევაში კამერების ფილტრის ქაღალდის დატენიანება სტერილური წყლით. მიცელიუმის (სპორულაციის ან ნაყოფიანობის) წარმოიქმნება შეიძლება რამოდენიმე დღის ან კვირის შემდეგ.

აღებულ მასალას ასტერილებენ სხვადასხვა სადეზინფექციო საშუალებე-ბით (5-10 % სოდის ჰიდროქლორიდში 30-60 წთ, 50-70 % ეთილის სპირტში 1-5 წთ; კალიუმის პერმანგანატის, სპილენძის სულფატის ხსნარში). ამის შემდეგ ხდება ნიმუშების მრავალჯერადი გავლება სტერილურ წყალში და გაშრობა საშრობი ქაღალდით. ნოტიო კამერაში მოთავსებული ნიმუშის მიკროსკოპული კვლევისას სოკოს ნაყოფიანობას ან მიცელიუმს, გამოჩენისთანავე, გადათესავენ პეტრის ჯამში წინასწარ ჩასხმულ აგარიზებულ საკვებ არეზე და ათავსებენ თერმოსტატში.

საკვები არეები. სოკოების წმინდა კულტურის მისაღებად (რომელიც შედარებით რთული პროცესია) და ამ კულტურების სიცოცხლის უნარიანობის შესანარჩუნებლად გამოიყენება

სხვადასხვა საკვები არეები: მყარი, თხევადი, ბუნებრივი, ხელოვნური - ნახევრად სინთეზური და სინთეზური.

მყარსა და თხევად საკვებ არეებს შორის ერთი განსხვავებაა. მყარი მზადდება კოლბებში, პეტრის ჯამებში, სინჯარებში და გამოიყენება ბუნებრივი სუბსტრატისა და სოკოს სუფთა კულტურის გამოსაყოფად და შესანახად.

თხევადი არე ძირითადად გამოიყენება ნივთიერებებზე სოკოს მოთხოვნების შესასწავლად, სოკოების და ბაქტერიების დაგროვებისათვის და სხვ.

ბუნებრივი საკვები არე შეიცავს მხოლოდ მცენარეულ ქსოვილს (ფოთოლი, ფესვი, მარცვალი) მცირე ნარჩენების ან დაქუცმაცებული, ფხვნილის სახით.

ნახევრად სინთეზური არე შეიცავს როგორც ნატურალურ - ცხოველურ ან მცენარეულ ექსტრაქტებს, ისე სინთეზურ კომპოსტებს.

სინთეზური არეები მზადდება სპეციალური ექსპერიმენტებისთვის და შეიცავს სხვადასხვა ქიმიურ ნივთიერებებს.

კონკრეტული ტიპის საკვები სუბსტრატის შერჩევას დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან მასზე იქნება დამოკიდებული პათოგენის ინფექციურობა და ინოკულუმის წარმოების ხარისხი. მაგალითად, დაავადების გამომწვევის მიერ გამოყოფილი ტოქსიკური ნივთიერებებისადმი მცენარეთა იმუნიტე-ტის შესაფასებლად და ამ პათოგენის ზრდა-განვითარებაზე ტოქსინების ზეგავლენის შესასწავლად აუცილებელია უხვი სპორულაცია (ზ. სიხარუ-ლიძე, გ. მეფარიშვილი, ლ. გორგილათე, 2015).

საჭირო საკვები არეების შერჩევა ხდება ცდის პროცესში, სოკოვან ორგანიზმს თესვენ ერთდროულად რამდენიმე განსხვავებულ საკვებ არეზე პეტრის ჯამებზე და ამყოფებენ პათოგენის განვითარებისათვის საჭირო ოპტიმალურ ტემპერატურულ პირობებში. სოკოს ზრდა-განვითარებაზე დაკვირვება გრძელდება 12-14 დღე - ღამე და საბოლოოდ ამოაჩვენებს შესაფერის საკვებ არეს.

პათოგენთა ტაქსონომიური ერთეულის განსაზღვრისას ცალკეულ მკვლევართა მიერ შერჩეული იქნა ბუნებრივი საკვები არეები და დადგენილი იქნა მათი ქიმიური შემადგენლობა. მაგალითად, გაირკვა, რომ ფუზარიუმის (*Fusarium*) გვარის სოკოები ყველაზე კარგად იზრდება ბრინჯის ნახარშზე; სხვა გვარის სოკოები უხვ სპორულაციას იძლევიან აგარის, მარცვლოვანთა თესლების, სტაფილოს ნახარშის და სხვა არეზე.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს საკვები არის მომზადებას. საკვები არის მომზადების წინ აუცილებელია ყურადღება მიაქციოთ რიგ ფაქტორებს. კერძოდ, ოთახი სადაც მზადდება არეები, უნდა იყოს დეზინფიცირებული 3%-იანი ქლორამინის ხსნარით ან სხვა მედეზინფიცირებელი საშუალებებით. მრავალჯერადი მოხმარების კოლბები სტერილიზაციის წინ უნდა იყოს დაფარული ფოლგიტ. სტერილიზაციის შემდეგ ბოქსში შეტანამდე არ უნდა მოსცილდეს საფარი.

საკვები არე გასაცივებლად უნდა მოთავსდეს წყლის აბაზანაში 46°C-ზე 30 წთ-ს. სპეციალური ხელსაწყო უქონლობის შემთხვევაში, საკვები არე უნდა დატოვოთ ოთახის ტემპერატურაზე გასაგრილებლად. ამ შემთხვევაში გაგრილებას უფრო მეტი დრო დასჭირდება. თუ საკვები არე ოდნავ თბილია, ის მზად არის ლაბორატორიულ ჭურჭელში ჩამოსასხმელად. საკვები არე უნდა ჩამოისხას გამოყენებამდე 24-48 საათით ადრე. რათა

პეტრის ჯამებში წარმოქმნილი კონდენსატი გამოშრეს. კონტამინაციის თავიდან ასაცილებლად კოლბიდან საკვები არის ჩამოსხმისას ფართოდ არ უნდა ახადოთ სახურავი პეტრის ჯამს და უნდა შეარჩიოთ მინიმალური მანძილი კოლბასა და ჯამს შორის. სინჯარებს, როგორც წესი, აცივებენ დახრილ მდგომარეობაში, რათა შექმნან უფრო მეტი ფართობი პათოგენის ზრდისათვის. პეტრის ჯამებში ან სინჯარებში ჩამოსხმული საკვები არე უნდა მოთავსდეს სტერილურ კამერაში.

როცა სინჯარები ან სხვა ტიპის კონტეინერები მზად არის გამოსაყენებლად, საკვები არის ჰომოგენურობის მისაღწევად შეიძლება მათი გაცხელება.

დღეისათვის ფართოდ გამოიყენება შემდეგი სახის საკვები არეები: კარტოფილ-დექსტროზა ან გლუკოზა-აგარი; ბოსტნეულის აგარი ანუ V-8 აგარი; წყალი-აგარი; ალაო-აგარის საფუფრიაანი არე და სხვ. მათი მომზადება ხდება შემდეგნაირად:

კარტოფილ-დექსტროზა ან გლუკოზა-აგარი: 200-250 გრ კარტოფილს ხარშავენ 700 მლ დისტილირებულ წყალში 15-20 წუთის განმავლობაში. შემდეგ მარლაში გაწურული ნახარში გადაიტანება კოლბაში და მას დაემატება დექსტროზა ან გლუკოზა 10-20 გრ, აგარი 20 გრ და შეივსება წყლით 1 ლიტრამდე. კოლბას ახურავენ ბამბის საცობს, ფოლგას და გაასტერილებენ, შემდეგ გააგრილებენ და ჩამოასხამენ პეტრის ჯამებში. მას აქვს მრავალმხრივი მნიშვნელობა. გამოიყენება მრავალი სახეობის სოკოვანი მიკროორგანიზმის (სოკოების გამოყოფა-გამრავლება-შენახვა) შემთხვევაში.

ბოსტნეულის აგარი (V-8 აგარი) - მზადდება როგორც ქარხნული, ასევე ჩვეულებრივი წესით. გამოიყენება პომიდორი, ჭარხალი და სხვა ბოსტნეული. მისი მომზადება მიმდინარეობს შემდეგნაირად: კოლბაში მოთავსებულ V-8 მზა წვენს (200 მლ)

უმატებენ 3 გრ კალციუმის კარბონატს, 15-20 გრ აგარს და 1 ლ წყალს. აურევენ და გააცხელებენ. ჩამოსხმის წინ კარგად აურევენ, გააგრილებენ და ჩამოასხამენ.

იმ შემთხვევაში თუ მზა წვენი არ არის ხელმისაწვდომი, ბოსტნეულის წვენის მომზადება შეიძლება შემდეგნაირად: ნედლი ბოსტნეულის ფოთლებს (100 გრ) ხარშავენ 20-30 წუთის განმავლობაში და წურავენ. მიღებული წვენს უმატებენ 15-20 გრ აგარს და 1 ლიტრ დისტილირებულ წყალს. აურევენ, გაასტერილებენ და ჩამოასხამენ პეტრის ჯამებში ან სინჯარებში. გამოიყენება, მაშინ როცა სპორულაციაა მისაღები მრავალი სოკოვანი მიკროორგანიზმის შემთხვევაში.

ალაო-აგარის საფუვრიანი არე - იღებენ 4 გრამ ალაოს ექსტრაქტს, 4 გრამ საფუვრიანი ექსტრაქტს, 0,1 გრამ სტრეპტომიცინ აგარს - 18 გრამ აგარს, 4 გრამ საქაროზას და 1 ლ დისტილირებულ წყალს და ყველა მათ სტრეპტომიცინის გარდა ათავსებენ დისტილირებულ წყალში, კარგად აურევენ და გაასტერილებენ 20 წუთს. სანამ საკვები არე თბილია, უმატებენ ანტიბიოტიკს და შემდეგ ჩამოასხამენ ჯამებში ან სინჯარებში.

დიაგნოსტიკა. დაავადებათა დიაგნოსტიკისათვის პირველ რიგში აუცილებელია შემდეგი ხელსაწყო - დანადგარები: მიკროსკოპები (გამოიყენება პათოგენის იდენტიფიცირებისათვის); ავტოკლავი (ლაბორა-ტორიული მასალების სტერილიზების ყველაზე ეფექტურ და საიმედო საშუალებას წარმოადგენს); წყლის აბაზანა (სადაც წყალი მუდმივ ტემპერატურაზე ინახება. მასში შეიძლება მოთავსდეს საკვები არე 45 °C - მდე გასაგრილებლად, სანამ პეტრის ჯამებში გადავიტანთ); მაცივრები (გამოიყენება ინფიცირებული მცენარეული მასალის, სუფთა კულტურების, საკვები არეების რეაგენტების, მზა საკვები არეების და სხვათა შესანახად); საიზოლაციო კამერა - ბიოუსაფრთხოების კაბინეტი

იგივე ლამინატ ბოქსი (სადაც ხდება ნიმუშებიდან დაავადების გამომწვევი მიკროორგანიზმების გამოყოფა); ინკუბატორი (მოწყობილობა, სადაც განათებისა და ტემპერატურის კომბინაციის ფართო სპექტრის პირობებში შეიძლება მრავალი ფიტოპათოგენის გამოზრდა); სხვადასხვა რეაქტივი, მასალა ჭურჭელი და სხვ.

დიაგნოსტიკა (ბერძ. diagnosis“- ამოცნობა, განსაზღვრა) არის დარგი, რომელიც სწავლობს დაავადებების სიმპტომებს, აგრეთვე იმ მეთოდებსა და პრინციპებს, რომლებზე დაყრდნობითაც ისმება დიაგნოზი. დაავადებათა დიაგნოსტიკა გულისხმობს მცენარეთა პათოლოგიური (ავადმყოფური) მდგომარეობის ნიშნების და იმ მეთოდების შესწავლას რომელთა მეშვეობით ხდება დაავადების დიაგნოზის დასმა.

დაავადებათა დიაგნოზის ქვეშ იგულისხმება მცენარის პათოლოგიური მდგომარეობის მიზეზების დადგენა დაავადებული მცენარის დეტალური და ყოველმხრივი გამოკვლევის შედეგად გამოვლენილ ნიშან-თვისებათა (სიმპტომების) ერთობლიობის საფუძველზე.

მცენარეთა დაავადების დიაგნოსტიკა მოიცავს ოთხ ეტაპს:

1. დაავადების ტიპის ანუ სიმპტომების დადგენას, ე. ი. დაავადებით გამოწვეული მცენარის ანატომიური, მორფოლოგიური და ფიზიოლოგიური ცვლილებების ერთობლიობის შესწავლას;
2. დაავადების ინფექციურობისა და თუ არაინფექციურობის დადგენას;
3. დაავადების გამომწვევი მიზეზების დადგენას და, მათ შორის დაავადების გამომწვევი ორგანიზმის გამოყოფას;

4. დაავადებებთან ბრძოლის შესაბამისი ღონისძიებების შერჩევას.

მცენარეთა დაავადების დიაგნოსტიკის საერთო მოთხოვნილებაა:

- მცენარეში დაავადებით განპირობებული მორფოლოგიური და სხვა ცვლილებათა სწორად გარკვევა;

- დაავადების ხასიათის და მიზეზის დადგენა;

- მცენარის ცხოველმყოფელობისათვის დაავადებით გამოწვეულ ცვლი-ლებათა შეფასება;

- პათოლოგიური მდგომარეობის ინტენსივობის და ხანდაზმულობის განსაზღვრა;

- დაავადების ხელშემწყობი და პათოლოგიური პროცესის ძირითადი პირობების გამოვლენა;

- მცენარეთა დაცვის ძირითადი ღონისძიებების განსაზღვრა;

ზუსტი შედეგის მისაღწევად გამოიყენება მიკოლოგიური და ფიტოპათო-ლოგიური კვლევის მაკროსკოპიული, მიკროსკოპიული, ქიმიური და ფიზიკური მეთოდი. მათი გამოყენება ხშირად კომპლექსურად ხდება.

მაკროსკოპიული მეთოდი საშუალებას იძლევა შეუარაღებელი თვალით ან ლუპის ან ბინოკულარის საშუალებით გარეგნული ნიშნების საფუძველზე დავსვათ დიაგნოზი. ეს მეთოდი ფართოდ გამოიყენება საველე პირობებში და დღემდე რჩება წამყვან მეთოდად. ამ მეთოდის გამოყენებით დაავადების სწორად გარკვევისათვის საჭიროა გაანალიზდეს დაავადებულ მცენარეთა მრავალი ეგზემპლარი ან მისი ორგანოები. ასეთი აუცილებლობა იმითაა გამოწვეული, რომ დაავადების ნიშნების ერთობლიობა

შეიძლება ყველა მცენარეზე არ შეგვხვდეს ან დაავადების სიმპტომები ყოველთვის არ იყოს მკვეთრად გამოხატული.

მცენარეთა დაავადების მარტო გარეგნული ნიშნების ცოდნა დამაკმაყოფილებელ შედეგს არ გვაძლევს. დაავადების დიაგნოზის სწორად განსაზღვრისთვის აღნიშნულთან ერთად აუცილებელია ლაბორატორიული ანალიზი (იგი უნდა დაემთხვეს სარკვევების მონაცემებს).

მიკროსკოპული მეთოდი გამოიყენება დაავადების გამომწვევი ორგანიზმის სახეობის გასარკვევად ან მცენარის დაავადებულ ქსოვილებში დაავადების გამომწვევი ორგანიზმის გავრცელების დასადგენად. მხოლოდ მიკროსკოპირებით შეიძლება პათოგენისათვის დამახასიათებელი ნიშნების გამოვლენა. ესენია: სოკოს ნაყოფსხეულის სტრუქტურა, ფორმა, ზომა, ფერი და სხვ.; სპორების ზომა, ტიხრიანობა, ფერი, ფორმა და სხვ.; ჩანთების ფორმა, ზომა, პარაფიზების არსებობა, ნაყოფსხეულში ჩანთების განლაგება და სხვ. მიკროსკოპული ანალიზის დროს მზადდება როგორც მუდმივი, ასევე დროებითი პრეპარატები.

მიკროორგანიზმების საბოლოო იდენტიფიცირებისათვის ასევე აუცილებელია ვიცოდეთ: სპორისა და ნაყოფსხეულის კედლის ფორმა, სტრუქტურა) და კულტურის (კოლონიების აგებულება, შეფერილობა, მიცელიუმის და მისი სახეცვლილებების აგებულება, ზომა) აღწერა სარკვევებისა და მონაცემთა ბაზების გამოყენებით და მათი შედარება საერთაშორისო კოლექციებთან. თუ ყველა მრივ ჩატარებული მუშაობის შედეგები ერთიმეორეს დაემთხვევა, მაშინ მცენარის დაავადების დიაგნოზი დამაჯერებელი იქნება.

პრეპარატების მომზადება შეიძლება სხვადასხვა ხერხით. თუ დაავადების გამომწვევის მიცელიუმი ან ნაყოფიანობა (მეჭეჭეები, ფიფქი და ა. შ.) ზედაპირულადაა განვითარებული, მაშინ მისი აღება და სუფთა სასაგნე მინაზე წყლის წვეთში მოთავსება

შეიძლება სათესი ნემსის ან სკალპელის გამოყენებით. აღებული ნიმუში უნდა გასწორდეს სათესი ნემსით და დაიფაროს სუფთა საფარი მინით. სასაგნე მინიდან ზედმეტი წყალის მოსაცილებლად გამოიყენება ფილტრის ქაღალდი.

სახეობის გასარკვევად სამართებლით კეთდება თხელი განივი და გრძივი **ჭრილები**, ისე რომ პრეპარატზე მიკროსკოპის ქვეშ კარგად ჩანდეს დაავადების გამომწვევი სოკოს ნიშნები. ნიმუშის გაკეთება შესაძლებელია ანწლის, სიმინდის ან სტაფილოს გულგულში. მომზადებული ჭრილებიდან მიკროსკოპში დასათვარიელებლად უნდა შეიჩეს ყველაზე მეტად თხელი ჭრილი. სოკოს ნაყოფსხეულის შიგთავსის დასათვალიერებლად ნაყოფსხეული იჭრება სიგრძეზე ან სიგანეზე. ჭრილის საშუალებით უმთავრესად დგინდება ნაყოფსხეულის ტიპი (კლეისტოტეციუმი, აპოტეციუმი, პერიტეციუმი, პიკნიდიუმი და სხვ.), რისთვისაც ნაყოფსხეული სამართებლით პირველად იჭრება შუაში და სცილდება ერთი ნახევარი. დარჩენილი ნახევარის ვერტიკალურ ზედაპირზე კეთდება რამდენიმე ჭრილი. მათგან ყველაზე თხელი და წარმატებით მომზადებული შეირჩევა მიკროსკოპირებისათვის. თუ მიკროსკოპში დასათვალიერებელი ჭრილი სქელია, მაშინ მისი გამჭვირვალობისათვის პრეპარატიდან ფილტრის ქაღალდით გამოწურავენ წყალს და ობიექტს წყლის ნაცვლად უმატებენ ორ წვეთ რძის მჟავას ან იოდის ტუტის ხსნარს. პრეპარატის გამჭვირვალობის გასაზრდელად ასევე გამოიყენება ქლორალ-ჰიდრატი, ლაქტოფენოლი, ბერგამოტის ზეთი და სხვ. შემდეგ პრეპარატს აცხელებენ დუდილის დაწყებამდე, ფარავენ საფარი მინით და ათვალიერებენ მიკროსკოპში. თუ ხმელია, მაშინ წინასწარ უნდა დარბილდეს ან მოიხაშოს წყალში.

შეღებვა გამოიყენება მცენარის ქსოვილებში დაავადების გამომწვევი სოკოს მიცელიუმის გამოსავლენად. მომზადებულ

ჭრილებს პირველად ათვალთვლებენ მიკროსკოპში და შემდეგ პრეპარატიდან ფილტრის ქაღალდით გამოწურავენ წყალს და ცვლიან მას საღებავი ნივთიერებით, რომელშიც ობიექტს აყოვნებენ 1-5 წუთის განმავლობაში. შემდეგ კი - პრეპარატს ფილტრის ქაღალდით აცილებენ საღებავ ნივთიერებას (ანილინის ლურჯის რემეჩავას 1%-იანი ხსნარი, გენციანეოლიტი, მეთილენის ლურჯი და სხვ.) და რეცხავენ წყლით ან სპირტით მანამ, სანამ სითხე არ გაუფერულდება.

პრეპარატის გამჭვირვალობისათვის უკეთესია **პრეპარატის ფიქსაცია**. ფიქსატორის საშუალებით ხდება უჯრედის შემადგენლობის მოკვლა და მისი სტრუქტურის შენარჩუნება. ფიქსაცია ხელს უწყობს არა მარტო პრეპარატის გამჭვირვალობის გაუმჯობესებას, არამედ შეღებვას და მუდმივი პრეპარატის შენახვის ხანგრძლივობის გაზრდას.

პრეპარატის ფიქსაციის ყველაზე მარტივი მეთოდია - სასაგნე მინაზე ჭრილების ანუ ანათლების გათბობა ადუღებული წყლის წვეთში ან რძის მჟავაში. შემდეგ ჭრილში შეიტანება 1-2 წვეთი საღებავი. 5-10 წამის შემდეგ ოდნავ შეფერილ ქსოვილზე მკაფიოდ გამოიყოფა ინტენსიურად შეფერილი სოკოს მიცელიუმი და სპორები.

იდენტიფიკაცია მოითხოვს სპორების, ნაყოფსხეულების, ჩანთების და სხვა სტრუქტურათა ზომების დადგენას. სპორების ზომების დასადგენად გამოიყენება ოკულარის მიკრომეტრი და ობიექტივის მიკრომეტრი. ოკულარის მიკრომეტრი წარმოადგენს მინის მრგვალ ფირფიტას, რომლის ცენტრში ამოკვეთილია 1 სმ სიგრძის შკალა. შკალა დაყოფილია 100 ნაწილად. ობიექტივის მიკრომეტრიც წარმოადგენს მრგვალ მინის ფირფიტას, რომელიც ზოგჯერ მეტალის ჩარჩოშია მოთავსებული. ფირფიტის ცენტრში შკალაა გამოსახული, რომელიც 1მმ სიგრძისაა და დაყოფილია 100

ნაწილად. შესაბამისად ობიექტივის მიკრომეტრის 1 დანაყოფი უდრის 0,01 მმ ($1000:100=10$ მკმ) ანუ ობიექტივის 1 დანაყოფი უდრის 10 მკმ. მუშაობა იწყება ოკულარის მიკრომეტრის 1 დანაყოფის ფასის დადგენით, რისთვისაც ამოხრახნიან ოკულარის ლინზას, შიგ ათავსებენ ოკულარის მიკრომეტრს და ლინზას კვლავ ჩახრახნიან. შემდეგ მიკროსკოპის დაფაზე პრეპარატის ნაცვლად თავსდება ობიექტივის მიკრომეტრი. მიკროსკოპში გამოჩნდება ორი შკალა (ოკულარის და ობიექტივის). ოკულარის ტრიალით ერთმანეთს ახვედრებენ ოკულარის მიკრომეტრის ნულოვანი დანაყოფის აღმნიშვნელ ხაზს, ობიექტივის შკალის ნულოვანი დანაყოფის აღმნიშვნელ ხაზთან. შემდეგ გამოთვლიან ობიექტივის მიკრომეტრის რამდენ დანაყოფს შეესაბამება ოკულარის მიკრომეტრის ერთი დანაყოფი. დავუშვათ, რომ ობიექტივის ორი დანაყოფი (20 მკმ) შეესაბამება მიკრომეტრის 5 დანაყოფს. მაშინ ოკულარის მიკრომეტრის 1 დანაყოფის სიდიდე (ფასი) იქნება 4 მკმ ($20:5=4$ მკმ). დადგინდება რა ოკულარის ერთი დანაყოფის ფასი იწყება მიკროორგანო-ნიშნების ზომების დადგენა იმავე გადიდებაზე. ამისათვის პირველად მზადდება წყლიანი პრეპარატი (სპოროვანი სუსპენზია) და შემდეგ იგი თავსდება სასაგნე მაგიდაზე ისე, რომ ოკულარის-მიკრომეტრის სახაზავი გადიოდეს სპორას ზემოდან სიგრძივი და განივი ღერძის მიმართ (სიგრძე და სიგანე). ითვლიან ოკულარის მიკრომეტრის დანაყოფებს სპორის ერთი ბოლოდან მეორე ბოლომდე და ამრავლებენ დანაყოფის ფასზე. საშუალო სიდიდის დასადგენად უნდა გაიზომოს არა ნაკლებ 100 სპორა.

მონოსპოროვანი კულტურა. სახეობის ზუსტი დიაგნოზის დასადგენად დიდი მნიშვნელობა აქვს მონოსპოროვანი (ერთი სპორიდან მიღებული) კულტურების მიღებას. მისი მიღება შეიძლება შემდეგნაირად: სინჯარაში, რომელშიც სტერილური წყალია, მარყუქით ათავსებენ სპორულირებული კულტურების

მცირე ნაგლეჯს და სინჯარას ანჯღრევენ. შემდეგ მისგან იღებენ 4-5 წვეთ სუსპენზიას და ათავსებენ სტერილურ სასაგნე მინაზე. სუსპენზიის მიკროსკოპული ანალიზის გზით ითვლიან სპორებს წვეთებში. სინჯარაში იქამდე უმატებენ წყალს, სანამ სუსპენზიის ერთ წვეთში ერთი სპორა იქნება. ან კიდევ: სუსპენზიის 3-4 წვეთი გადააქვთ პეტრის ჯამში აგარიზებულ საკვებ არეზე (წვეთები მნიშვნელოვნად უნდა იყოს დამორებული ერთმანეთთან). მიკროსკოპით ითვლიან სპორების რაოდენობას წვეთებში ჯამის ქვედა მხრიდან, რისთვისაც პეტრის ჯამს ფრთხილად გადააბრუნებენ. ერთ სპორიან წვეთებს მონიშნავენ მარკერით. ამის შემდეგ ერთი სპორიდან მიღებულ კოლონიებს გადათესავენ სინჯარაში აგარზე. ზოგჯერ ერთი წვეთის შემცველ სუსპენზიას გადაიტანენ სასაგნე მინაზე, შემდეგ მასში ათავსებენ საკვები არის მცირე ნაწილს და საკვებ არეზე კულტურის გაიზრდის შემდეგ, მას გადათესავენ სინჯარაში აგარზე.

ობლიგატური სოკოვანი ორგანიზმების **მონოსპოროვანი კულტურები** მიიღება ცოცხალ მცენარეებიდან. მაგალითად, ჟანგების შემთხვევაში დაავადების გამომწვევის სუსტი სპოროვანი სუსპენზიით ხელოვნურად აავადებენ მცენარის აღმონაცენს. ინოკულაციიდან რამდენიმე დღეში ინფიცირებული აღმონაცენის ფოთოლზე გაფანტული ურედინების გამოჩენისთანავე, თითოეულ ფოთოლზე ტოვებენ მხოლოდ ერთ ურედინიას და ფოთოლს ათავსებენ მინის მილში იზოლაციისათვის. მომწიფების შემდეგ, თითოეული ურედინიას ფრთხილად ლანცედტის მეშვეობით, ცალკ-ცალკე გადაიტანება „სათის შუშაზე“ 2-3 წვეთ წყალში, მიღებული სუსპენზიით ხდება ახალი მცენარის აღმონაცენის დასენიანება და შესაბამისად, ჯანგას გამომწვევის მონოსპოროვანი კულტურის მიღება.

სოკოების შესახვა. შესანახად იყენებენ შემდეგ საკვებ არებს: სტერი-ლური ნიადაგს, სტერილურ წყალს ფოთლის ნაწილებით, ფოთლების ექსტრაქტს და სხვ.

კოლბებში და სხვა კონტეინერებში მოთავსებულ ტენიან მიწას ასტერილებენ 2 სთ-ის განმავლობაში 24 საათიანი ინტერვალით რამდენ-ჯერმე.

სტერილური წყალი ფოთლის ნაწილებით - საუკეთესოა ფიტუმის (Pythium) გვარის სახეობებისათვის. 2 სმ სიგრძის 5-6 ფოთლიან ხორბლის აღმონაცენს ამრობენ ჰაერზე და შემდეგ აჩერებენ სინჯარაში 9 მლ დისტილირებულ წყალში. სინჯარას ახურავენ საცობს და ასტერილებენ ავტოკლავში. სოკოს კულტურა აგარის მცირე ნაწილით გადააქვთ სინჯარებში და ინკუბაციის მიზნით რამდენიმე დღე ტოვებენ ოთახის ტემპერატურაზე. ბოლოს ლუქავენ სინჯარებს პარაფინით და ინახავენ 4-5 °C -ზე. ასეთი იზოლატები ინახება 1 წელი ან ზოგჯერ მეტი (დამატებითი გადათესვის გარეშე).

ფოთლების ექსტრაქტის არე - გამოიყენება სოკოების შესანახად ვირულენტობის ცვალებადობის გარეშე: 30 გრამ ხორბლის ფოთლებს აქუცმაცებენ ან აბლენდერებენ 1 ლ წყალთან ერთად, ფილტრავენ მარლაში, ამატებენ აგარს და ასტერილებენ 20 წუთს. როცა არე თბილია, ამატებენ სტრეპტომიცინს და ფრთხილად ურევენ ერთგვაროვანი მასის მიღებამდე. საკვები არეს პეტრის ჯამში ჩამოასხამენ იმდენს, რომ ფსკერი დაიფაროს, ჯამის შუა ნაწილში გადააქვთ სოკო კოლონიებში. რამდენიმე ჯამს ერთმანეთზე აწყობენ, ზემოდან აფარებენ ფოლგას და ინახავენ 20-25 °C -ზე დაახლოვებით 3 თვეს. ნაყოფსხეულების მომწიფება ხდება მესამე თვეს. ასეთნაირად მომზადებული კულტურები ინახება 3 წელზე მეტ ხანს 4-6°C -ზე. წელიწადში ერთხელ (კარგი იქნება ყოველ 6 თვეში ერთხელ) უნდა მოხდეს სოკოვანი

მიკროორგანიზმების გადათესვა პათოგენობის ცვალებადობის თავიდან ასაცილებლად. ცალკეული სახეობის მარცვლოვ-ნები გამოიყენება განსაზღვრული გვარის სოკოების შესანახად (მაგალითად, Pythium-ის გვარის სოკოებისათვის საუკეთესოა ხორბლის ფოთლები, ხოლო Fusarium-ის და სხვა გვარის სოკოებისათვის კი - ხორბლის თესლი). ამ შემთხვევაში სოკო ინარჩუნებს სტაბილურობას და არ კარგავს ვირულენტობას ან სპორულაციის უნარს. ამისათვის მარცვლებს ათავსებენ 24 საათით დისტილირებულ წყალში, შემდეგ აშრობენ და ჩაყარავენ სინჯარებში ან კოლბებში, კოლბებს თავს უცობენ და ასტერილებენ ავტოკლავში 2 სთ-ის განმავლობაში, შემდეგ ათავსებენ ოთახის ტემპერატურაზე (20-22°C). ამის შემდეგ ხელოვნურად ასენიანებენ თესლებს პათოგენის სუფთა კულტურით და ათავსებენ 7-10 დღით ინკუბატორში კარგი სპორულაციით მიასაღებად. ინკუბაციის პერიოდში ყოველი 2 დღის შემდეგ ამოიღებენ კოლბებს და შეანჯღრევენ, რათა ხელი შეუწყოს სოკოს ზრდას. შემდეგ კოლბები პლასტიკურ კონტეინერებში ათავსებენ და ინახავენ მაცივარში.

მათემატიკური ასპექტები

პრაქტიკაში დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეთა დაავადებების გავრცელების, დაავადებების განვითარების ინტენსივობის, ბიოლოგიური, სამეურნეო ეფექტიანობის და რენტაბელობის მათემატიკურ გაანგარიშებებს.

მცენარეთა ცალკეული დაავადებების გავრცელება დგინდებოდა ფორმულით:

$$P = \frac{n \cdot 100}{N}, \text{ სადაც:}$$

P - დაავადების გავრცელების პროცენტი;

n - დაზიანებულ მცენარეთა რაოდენობა;

N - აღრიცხულ მცენარეების საერთო რაოდენობა;

დაავადების გავრცელება მეურნეობის, რაიონის ან რესპუბლიკისათვის განისაზღვრებოდა ფორმულით.

$$PC = \frac{\sum SP}{S}, \text{ სადაც:}$$

PC - დაავადების გავრცელების საშუალო პროცენტია;

$\sum SP$ - დაავადებულ მცენარეთა ფართობი;

S - გამოკვლეული ფართობის რაოდენება ჰა-ში.

დაავადების განვითარების დინამისკის დადგენის მიზნით პირველი აღრიცხვა ტარდება დაავადების გამოჩენისთანავე, შემდგომი აღრიცხვები კი ყოველი ხუთი დღის ინტერვალით, დაავადების მაქსიმუმის მიღწევამდე.

დაავადების ინტენსივობა (რომელიც უცხოურ ლიტერატურაში აღნიშნულია ტერმინი (“ვილტ - ინდექს“) გაიანგარიშება ფორმულით:

$$X = \frac{(A/B) \cdot 100\%}{K}, \text{ სადაც:}$$

X - დაავადების განვითარების ინტენსივობაა;

A - განსაზღვრული ბალით დაავადებულ მცენარეთა რაოდენობა;

B - თითოეულ ჯგუფში მცენარეთა დაზიანების ბალი;

A - სააღრიცხვო მცენარეთა რაოდენობა;

K - დაავადების უმაღლესი ბალი;

ბოლო პერიოდში განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა დაავადებების (ნიადაგის სოკოების) წინააღმდეგ ბრძოლის ეფექტური ეკოლოგიურად უსაფრთხო ბიოლოგიური ღონისძიებების გატარებას, რომელიც მიმდინარეობს ლაბორატორიულ, ნახევრად საველე და სავალე პირობებში (დავითაძე, შაინიძე, 1999).

ლაბორატორიულ პირობებში ცდები ტარდებოდა აგრარიზებულ ლუდის ტკბილის საკვებ არეზე, პეტრის თასებში,

პათოგენი სოკოს და ანტაგონისტის ერთდროული, ჯვარედინი შეთესვით. ცდა ტარდებოდა 4 განმეორებით. ვიზიალურ დაკვირვებებს ვახდენდით ყოველდღიურად.

ნახევრად საველე ცდები ტარდება ქოთნებში, სადაც ანტაგონისტი

შეიტანება პარატიზით ხელოვნური დასენიანების შემდეგ და დასენიანებამდე.

მინდვრის და სანერგის პირობებში ცდები ტარდება შემდეგ ვარიანტების მიხედვით:

ფესვის სისტემის არეში ჯერ შეაქვთ პათოგენური სოკო, ხოლო 8-10 დღის შემდეგ - სოკო - ანტაგონისტი;

1. ნიადაგში ჯერ შეაქვთ სოკო - ანტაგონისტი, ხოლო 8-10 დღის

შემდეგ პათოგენური სოკო.

2. პათოგენური და ანტაგონისტური სოკოები შეაქვთ ერთდრო-ულად;

3. კონტროლი - დასენიანებულ ნიადაგი ანტაგონისტის გარეშე;

4. კონტროლი - ნიადაგში შეაქვთ ანტაგონისტი.

ბიოლოგიურ ეფექტიანობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$T = \frac{PK - PO}{PK} \cdot 100, \text{ სადაც:}$$

T არის ბიოლოგიური ეფექტიანობა %-ში;

PK - დასენიანების პროცენტი საკონტროლო ნაკვეთზე;

PO - დასენიანების პროცენტი დამუშავების ვარიანტში;

სამეურნეო ეფექტიანობას საზღვრავენ ფორმულით:

$$X = \frac{O - K}{O} \cdot 100, \text{ სადაც:}$$

X - სამეურნეო ეფექტიანობა %;

O - მცენარეების გამოსავლიანობა საკვლევ ვარიანტში;

K - მცენარეების გამოსავლიანობა საკონტროლო ვარიანტში;

რენტაბელობის ნორმას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$P = \frac{Rg}{U_3P + UY}, \text{ სადაც:}$$

P - რენტაბელობის ნორმა %;

Rg - ღონისძიების შედეგად მიღებული სუფთა მოგება;

U_3P - ღონისძიებზე გაწეული ხარჯები;

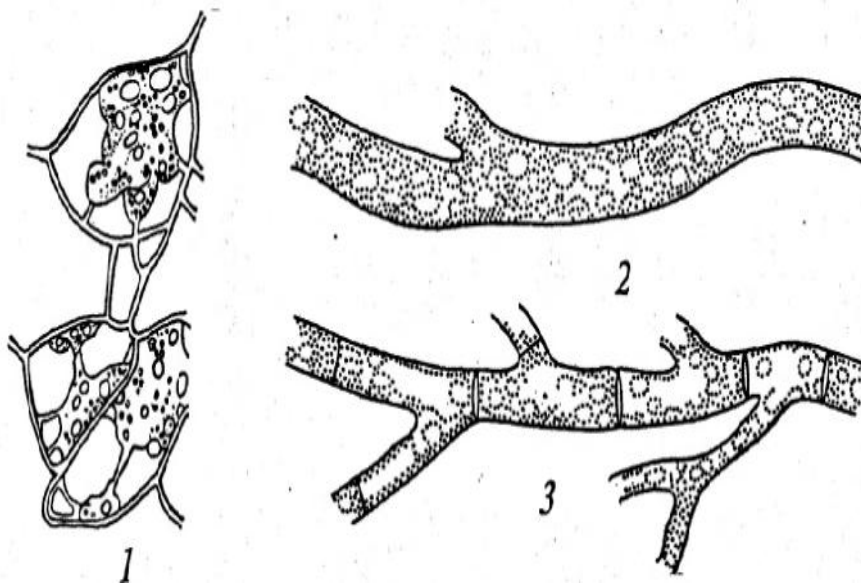
UY - დამატებითი მოსავლის აღებაზე, ტრანსპორტირებაზე და შენახვის ხარჯები.

კვლევის შედეგებს ამუშავებენ სტატისტიკურად, სადაც იანგარიშება არითმეტიკულის გადახდა $\bar{X} - X_1$, საშუალო გადახრის კვადრატი $(X - \bar{X})^2$ ცდის სიზუსტე - P. P - ს სიდიდე.

თავი 3. სოკოები და სოკოს მსგავსი ორგანიზმები

3.2.1. სოკოების სხეული

სოკოების სხეული მიცელიარული ანუ ძაფნაირია, ძლიერ დატოტვილი. ასეთ ორგანიზმს უწოდებენ მიცელიუმს, ხოლო მის შემადგენელ ძაფს-ჰიფას. მიცელიუმი უმთავრესად სოკოს გამრავლების ორგანოსაგან-სპორებისაგან ვითარდება. სოკოებისათვის სპორას ისეთივე დანიშნულება აქვს, როგორც თესლს ყვავილოვან მცენარეებში. მიცელიუმი შეიძლება იყოს ერთუჯრედიანი, როდესაც ტიხრები არ აქვს და მრავალუჯრედიანი, როდესაც მთელი მიცელიუმი განივი ტიხრებით არის დაყოფილი (სურ. 4-1).



სურ. 4-1 - სოკოებისა და სოკოს მსგავსი ორგანიზმების ვეგეტაციური სხეულის ტიპები: 1. პლაზმოდიები მცენარის უჯრედში; 2. ერთუჯრედიანი მიცელიუმი; 3. მრავალუჯრედიანი მიცელიუმი

მიცელიუმი შეიძლება იყოს უფერული და შეფერილი (შავი, ნარინჯისფერი, წითელი და სხვა), ასევე გარეგანი და შინაგანი. გარეგანი მიცელიუმი სუბსტრატის ზედაპირზეა განვითარებული და შიგნით არაა შეჭრილი. მაგალითად, ნაცროვანი სოკოები, რომლებიც სუბსტრატზე მიმაგრებული არიან საწოვრებით ანუ ჰაუსტორიუმებით. მათი საშუალებით სოკო საკვებს იწოვს. ჰაუსტორიუმები სოკოსათვის ფიზიოლოგიურ დანიშნულებას ასრულებენ. ისინი სხვადასხვა სახეობაში სხვადასხვაირია (ქინძისთავისებრი, თათნაირი, დატიხრული დაუტიხრავი და სხვა). ზედაპირული მიცელიუმის მქონე სოკოებს, გარდა ჰაუსტორიუმებისა, მიცელიუმზე სხვადასხვა სახის პატარა მორჩები, ანუ ე.წ. აპრესორიუმები უვითარდებათ (ბრტყელებული, იშვიათად დანაკვეთული); ასრულებენ მექანიკურ დანიშნულებას და სუბსტრატზე მიმაგრების ფუნქციას. ენდოფიტური (შინაგანი) მიცელიუმი მცენარის ქსოვილში იჭრება და პარაზიტობს. ამის მიხედვით მიცელიუმი შეიძლება იყოს უჯრედმორისი (ჰიფები უჯრედმორისის მანძილებშია გავრცელებული და უჯრედშიგნითაა) და ენდოფიტური (უჯრედის გარს აღწევს და შიგთავშია შეჭრილი). ორივე შემთხვევაში სოკო ჰაუსტორიებით სუბსტრატიდან მასაზრდოებელ ნივთიერებებს იღებს.

მიცელიუმის სიცოცხლის ხანგრძლივობის მიხედვით სოკოები იყოფა 4 ჯგუფად:

1. ეფემერული, რომელთა განვითარების ციკლი რამდენიმე დღეს შეადგენს. მაგალითად, წყლის სოკოები საპროლიგენების გვარიდან;
2. ერთწლიანი, რომელთა განვითარების ციკლი ერთი წელია, მაგალითად, ზოგიერთი გუდაფშუტა სოკოები;
3. ორწლიანი, რომელთა განვითარების ციკლით ორი წელია. მაგალითად, ზოგიერთი ჟანგა სოკოები;

4. მრავალწლიანი, რომელთა განვითარების ციკლი რამდენიმე წელს გრძელდება. მაგალითად, მრავალი მიკორიზას წარმომქმნელი სოკოები, აბედა სოკოები.

მცენარის ქსოვილებისაგან განსხვავებით სოკოს ქსოვილები ფორმირდება არა უჯრედების დაყოფით, არამედ მიცელიუმის „მზა“ ჰიფების გადახლართვისა და შეზრდის შედეგად. ამგვარად, სოკოს ქსოვილი ცრუ ქსოვილს წარმოადგენს; მას პ ლ ე ქ ტ ო ქ ი მ ა ს უწოდებენ. როგორც უმაღლეს მცენარეებში სოკოებშიც განასხვავებენ რამდენიმე ტიპის ქსოვილს: წარმომშობ, საფარ, მექანიკურს, გამმტარს და სხვ.

სოკოს ნაყოფიანობის რამდენიმე ფორმაა ცნობილი. თითოეულ განყოფილებას თავისებური ნაყოფსხეული ახასიათებს. ქიდრიდიომიცეტების ნაყოფსხეული პლაზმური ტიპისაა, ზოგიერთი უგარსო - შიშველი, ზოგიერთი კი გარსიანი. ზიგომიცეტების - სპორანგიუმი, ჩანთიანი სოკოების ნაყოფსხეული სამი ფორმისაა: კლეისტოტეციუმი, პერიტეციუმი, აპოტეციუმი. კლეისტოტეციუმი ბურთისებური ყრუდ დახურული ნაყოფსხეულია, რომელსაც აქვს კარგად განვითარებული კედელი, შიგნით ჩანთებია, სადაც მოთავსებულია ასკოსპორები; პერიტეციუმი მსგავსია კლეისტოტეციუმისა, მხოლოდ იმით განსხვავდება მისგან, რომ წვერზე დატანებული აქვს პორუსი ანუ ღია კარი, საიდანაც მომწიფებული ჩანთები ასკოსპორებით გარეთ გამოდიან. აპოტეციუმი ჯამნაირი ნაყოფსხეულია, ფეხიანი ან უფეხო.

ბაზიდიანი სოკოების ნაყოფსხეულები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან. მაგალითად, ქუდიან სოკოებს ქოლგისებური ნაყოფსხეული აქვთ (ქამა, ნიყვი, მანჭკალა და სხვა); აბედა სოკოებს – ცხენის ჩლიქისებრი ან ქუდის მსგავსი (წიფლის ნამდვილი აბედა, განოდერმა და სხვა). ნამდვილი აბედა სოკოების ნაყოფსხეული ზოგჯერ 25 კგ-ზე მეტს იწონის.

უსრული სოკოებში ნაყოფსხეულის 3 ფორმაა ცნობილი: კორომიუმი, სარეცელი, პიკნიდიუმი კორემიუმი შედგება კონიდიოფორების ჯგუფისაგან, რომლებიც შეკრებილია და სვეტს ქმნიან თავისუფლად დატოვებულია მხოლოდ კონიდიოფორების წვერი. განსაკუთრებულ ნაყოფიანობას წარმოადგენს ე.წ. სარეცელი, რომელიც უსრული სოკოების ერთ ჯგუფს - მელანკოლიანებს ახასიათებს, იგი ბრტყელია, ოდნავ ჩაზნექილი ან ამოზნექილი. ნაყოფიანობის მესამე ფორმად პიკნიდიუმი ითვლება (სურ. 4-2). იგი შეიძლება იყოს მრგვალი, ელიფსური და სხვა. დახურული პიკნიდიუმის წვერზე კარი ან ძუძუსებური პორუსი აქვს განვითარებული. სპორებს პიკნოსპორებსაც უწოდებენ. პიკნიდიუმები ვითარდებიან როგორც ცალკე - ცალკე, ისე ჯგუფებად შეკრული უნაყოფო ქსოვილით, რომელსაც სტრომა) ეწოდება.

გარემოს არახელსაყრელ პირობებში ხშირად მიცელიუმისაგან სხვადასხვა სახეცვლილებები ვითარდება. მიცელიუმის სახეცვლილებათა დანიშნულება ორგვარია: პირველი - არახელსაყრელ პირობებთან შეგუება, მისი ატანა, მეორე - ვეგეტატიური გამრავლება. მიცელიუმის სახეცვლილებები წარმოიშობა, ერთ შემთხვევაში მიცელიუმის ჰიფების შეზრდით, ხოლო მეორე შემთხვევაში ჰიფების დაწყვეტით. პირველ შემთხვევაში წარმოიშობა: რიზომორფი, თასმა, სკლეროციუმი, აფსკი, ჰემი, მეორე შემთხვევაში - ქლამიდოსპორა და ოიდიები (სურ. 4-3).

რიზომორფი ბუნებაში ფართოდაა გავრცელებული და გარეგნულად თითქმის თასმას ანუ ჭიმს წააგავს, მაგრამ დანიშნულებითა და ფერით თასმისაგან აშკარად განსხვავდება. რიზომორფი გრძელია, სწორკუთხედად დატოტვილი და შავი, ქერქით დაფარული. რიზომორფის ნაწყვეტებისგან შესაძლებელია შესაფერის პირობებში ახალი სოკო ორგანიზმის წარმოქმნა.

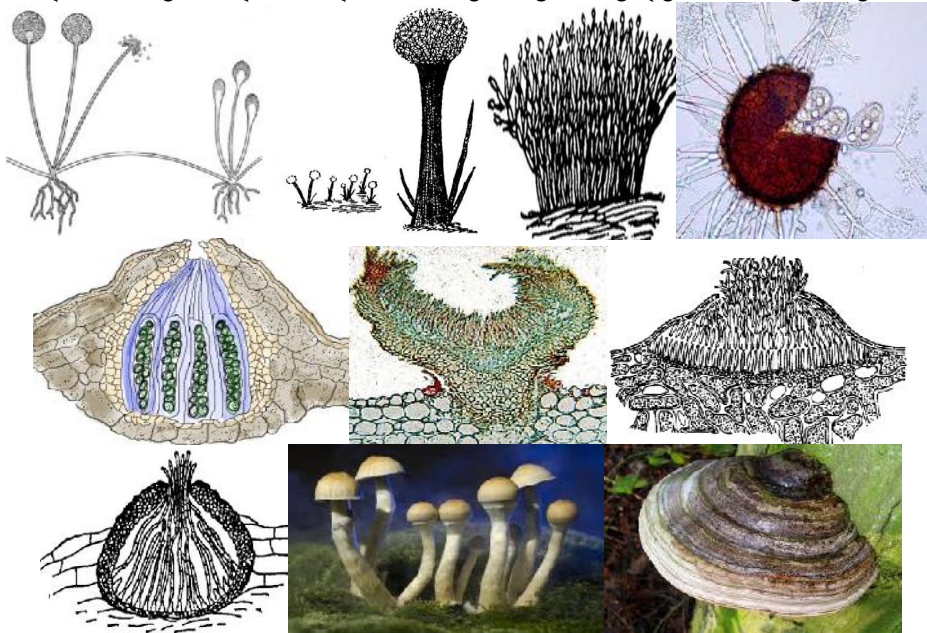
თასმა სახლის სოკოებში წყალგამტარობის ფუნქციას ასრულებს.

სკლეროციუმი რიზომორფის მსგავსია, მაგრამ განსხვავდება მხოლოდ გარეგნული ფორმით. იგი მარცვლისებურია, მრგვალი, ბრტყელი.

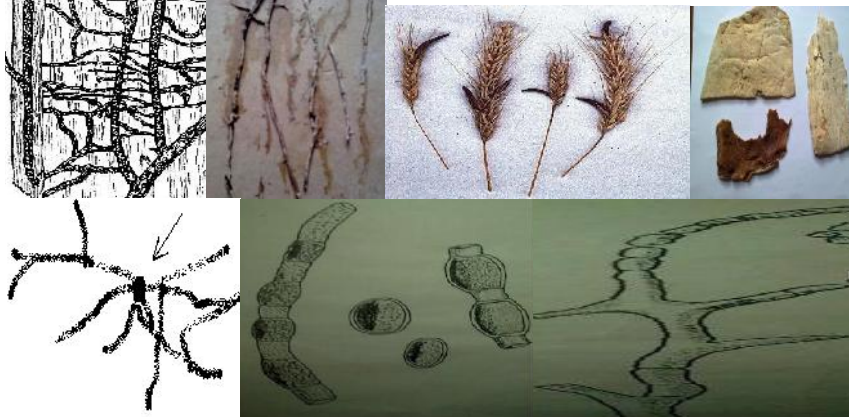
ჰემი მიცელიუმის განსაკუთრებული სახეცვლილებაა და მისი ნახევრადსფეროსებრი, იშვიათად შეფერილიც. სკლეროციუმით სოკო მეზამთრობს. ზოგჯერ სკლეროციუმი მცენარის დაავადებული ორგანოსაგან წარმოიქმნება. დაავადებული ჭვავის მარცვალი სკლეროციუმად არის გადაქცეული.

აფსკის ნაწილაკებისაგან შესაძლებელია სოკოს ახალი თაობის მიღება.

მეშვეობით სოკო არახელსაყრელ პირობებს ეგუება. იგი დამახასიათებელია შვრიის გუდაფშუტასათვის, სადაც ჰემი თესლის კილის ქვეშაა მოთავსებული. ჰიფების დაწყვეტით წარმოქმნილი ქლამიდოსპორები და ოიდოსპორები გამრავლების ორგანოებია.



სურ. 4-2 - ნაყოფსხეულის ტიპები (მარცხნიდან მარჯვნივ)
 სპორანგიუმი, კორემიუმი, სპორო-დოხიუმი, კლეისტოტეციუმი,
 პერიტეციუმი, აპოტეციუმი, სარეცელი, პიკნიდიუმი, ქამა, აბედა



სურ. 5-3 - მიცელიუმის სახეცვლილებები (მარცხნიდან მარჯვნივ): ა-
 რიზომორფი, ბ- თასმა, გ-სკლეროციუმი, დ-აფსკი, ე- ჰეში, ვ-
 ქლამიდოსპორა, ზ-ოიდიოსპორა

3.1.2. სოკოების უჯრედი

სოკოების ხნიერი უჯრედი ყოველთვის მკვრივი გარსითაა დაფარული. გარსის შიგნით უჯრედის შიგთავსი ანუ პროტოპლასტია მოთავსებული.

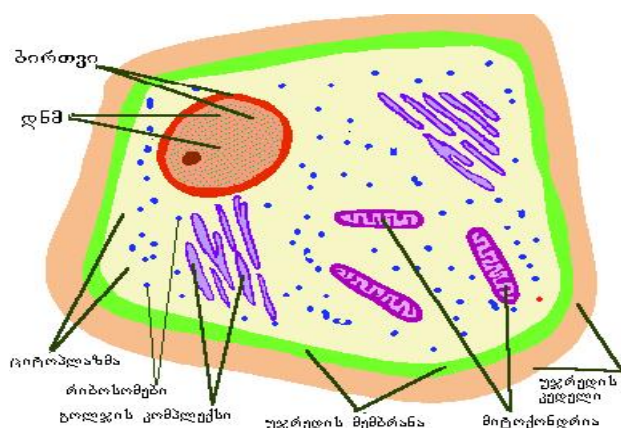
სოკოს უჯრედის გარსი ასრულებს დამცავი ბარიერის როლს. გარდა ამისა ის უშუალოდ მონაწილეობს სოკოების კვების პროცესში და სოკოს უჯრედსა და გარემო პირობებს შორის ნივთიერებათა ცვლაში. სოკოს გარსი შეიძლება იყოს ერთშრიანი ან მრავალშრიანი, რომელთა ქიმიური შემადგენლობა განსხვავებულია. უჯრედის გარსის აგებულება და ქიმიური შემადგენლობა დამოკიდებულია სოკოს სახეობაზე და უჯრედის ფუნქციაზე. ის შეიძლება შეიცვალოს ხნოვანებასთან ერთად, ერთი ფაზიდან მეორე ფაზაში გადასვლის დროს, საკვები პირობების და სხვა ფაქტორების გავლენით. გარსის საფუძველს შეადგენს

პოლისაქარიდები (მაგალითად ცელულოზა), მარტივი შაქრები, ცილები, ლიპიდები და ფოსფატები. გარდა ამისა მათ შემადგენლობაში შედის ლიგნინისმაგვარი ნივთიერებები, ნუკლეინის მჟავას წარმოებულები, ამინომჟავები, სხვადასხვა მარილები, ფისები, აგრეთვე ქიტინი და სხვა. მაგრამ სხვადასხვა ჯგუფის სოკოების უჯრედიან კომპონენტებს სხვადასხვა თანაფარდობით შეიცავს და ქმნის სოკოების გარკვეული სისტემატიკური ჯგუფისათვის დამახასიათებელ რთულ კომპლექსს. ახალგაზრდა უჯრედის გარსი თხელია, უფერული, სტრუქტურით ერთგვაროვანი. დაბერებასთან ერთად ის შეიძლება გასქელდეს, გაღორწოვდეს, პიგმენტების ზრდისშედეგად უფრო გამუქდეს. მრავალი სოკოს უჯრედის გარსის გარე ფენა (განსაკუთრებით სპორების)

კუტინიზირებული და გაჯირჯვებულია ცვილითა და ცხიმით, რის გამოც ის არ სველდება. აბედა სოკოებში, განსაკუთრებით ნაყოფსხეულებში აღინიშნება ჰიფების გარსის გასქელება, გახევება და გაკორპება.

უჯრედის ძირითადი ორგანოა ციტოპლაზმა (სურ.4-4). იგი ადვილი შესამჩნევია ახალგაზრდა ჰიფების წვეროს უჯრედებში, სადაც დიდი რაოდენობით წვრილი ვაკუოლებია. რაც უფრო ხნიერია უჯრედი, მით უფრო დიდია ვაკუოლები და ხშირად უჯრედის ცენტრს იკავებენ. უჯრედის ღრუში უჯრედის წვენი და ჩანართებია. ჩანართებიდან აღსანიშნავია სხვადასხვა სახის მინერალური და ორგანული კრისტალები. ძირითადი ნახშირწყლებიდან სოკოებში ქიტინია. სოკოების უჯრედი მცენარეების უჯრედისაგან განსხვავებით პლასტიდებს არ შეიცავს. სოკოს უჯრედის ერთ – ერთ ორგანულად ითვლება მიტოქონდრიები ანუ ქონდრიოსომები. ისინი ფორმით სხვადასხვანაირია: ცილინდრული, ელიფსური, ძაფისებური და სხვა; შედგებიან ცილოვან – ლიპოიდური ნივთიერებებისგან. შეიცავენ სხვადასხვა

ფერმენტს, რომლებითაც უჯრედში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლაში იღებენ მონაწილეობას. უჯრედის განსაკუთრებულ ორგანულად ითვისება რიბოსომები, რომლებიც ცილების სინთეზს იწვევენ.



სურ.4-4 - უჯრედის სტრუქტურა

უჯრედის ძირითად ორგანოდ ასევე ითვისება ბირთვი. სოკოებში გვხვდება ერთბირთვიანი, ორბირთვიანი და მრავალბირთვიანი უჯრედები. ერთბირთვიანი სოკოებიდან ცნობილია ნაცროვანები; აგრეთვე ბაზიდიანი სოკოების ნაწილი. ორბირთვიანობა ხშირად გამოწვეულია ბირთვების ფაზების მორიგეობის დროს: სპოროფიტი (უსქესო თაობა) ორბირთვიანია, ხოლო გამეტოფიტი (სქესიანი თაობა) ერთბირთვიანი. ბირთვის ცენტრში მოთავსებულია ბირთვაკი. ბირთვი და ბირთვაკი ქრომატინის ნივთიერებებისგან შედგებიან. ახალი უჯრედების წარმოქმნას წინ უსწრებს ბირთვის დაყოფა. ცნობილია ბირთვის დაყოფის ორი წესი: პირდაპირი ანუ ამიტოზი და არაპირდაპირი – მიტოზი ანუ კარიოკინოზი.

სოკოებში მიტოზი და მეოზი მცენარეების, ცხოველების და მრავალი პროტისტისაგან განსხვავებით სხვანაირად მიმდინარეობს. კერძოდ, სოკოებში ბირთვის გარსი არ ქრება და არც ახლად

წარმოიქმნება, არამედ იწელება ორ შვილეულ ბირთვის შორის, მის შიგნით არ წარმოიქმნება თითისტარას აპარატი. სოკოებს ასევე არ აქვთ ცენტრიოლები. მიტოზისა და მეოზის სხვა პროცესი მიმდინარეობს მცენარეების მსგავსად. მიტოზის დროს დედა უჯრედის ბირთვი დაყოფამდე რამდენიმე თანმიმდევრულ ფაზას გაივლის: პროფაზას, მეტაფაზას, ანაფაზას და ტელოფაზას. პროფაზის დროს ბირთვი განიცდის ცვლილებას. ბირთვის ნაცვლად უჯრედის შიგთავსში ქრომოსომები ჩნდება და ისინი უწესრიგოდ ლაგდებიან. მეტაფაზის დროს უწესრიგოდ განლაგებული ქრომოსომები წესიერად ლაგდებიან ერთ ეკვატორულ სიბრტყეზე. ანაფაზის დროს იწყება თითო ქრომოსომის გასწრივი გახლეჩა ორ ნაწილად და ამ ნახევრების პოლუსებისაკენ გადანაცვლება. ტელოფაზის დროს მიმდინარეობს შებრუნებული პროცესი. პოლუსებზე გადანაცვლებული ქრომოსომები თანდათან კარგავენ თავიანთ სახეს – იშლებიან ჯერ შედარებით მსხვილ გროვებად, ხოლო შემდეგ ამ მარცვლების კონცენტრაცია ხდება და იქმნება ბირთვის მასა თავისი ბირთვაკით და თხელი გარსით. ეს ბირთვი ორ შვილეულ ბირთვად იყოფა.

სოკოების სხეულში მრავალი ქიმიური ელემენტია. მათგან ზოგი სოკოს ზრდისათვისაა აუცილებელი, ზოგი კი მეორეხარისხოვანია. ბიოლოგიურად აუცილებელი ელემენტებიდან აღსანიშნავია კალიუმი, მაგნიუმი, მანგანუმი, რკინა, სპილენძი, კობალტი, თუთა და სხვა. სოკოების დიდი ნაწილი შეიცავს ნახშირწყლებსა და წყალს (90%). სოკოებისათვის აუცილებელია აგრეთვე აზოტი, რომელიც ცილოვან ნივთიერებებთან არის დაკავშირებული. ასეთივე მნიშვნელობისაა ნახშირბადი (მიცელიუმის ყველა ნაწილშია) და ფოსფორი (ბირთვისა და ბირთვაკშია). სოკოს ზრდისათვის საჭირო ზემოთ ჩამოთვლილი ელემენტები სოკოს სხეულში ქმნიან სხვადასხვა ქიმიურ ნაერთებს - ცილებს, ნახშირწყლებს და სხვა;

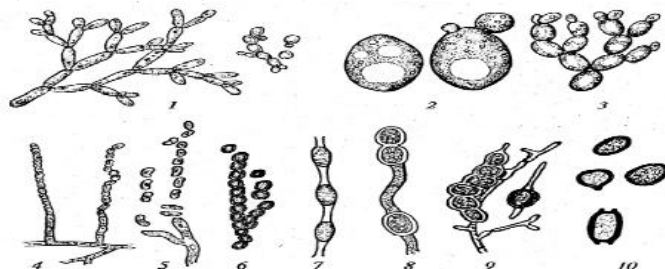
აზოტოვანი ნაერთებიდან - ტრიმეთილამინს, რომელიც ტოქსიკურია და ხშირად მოწამვლას იწვევს. სოკოს სხეულში წარმოქმნილი ნაერთებიდან უმთავრესი მნიშვნელობა ეძლევა ფერმენტებს. სოკოებში ყველა ქიმიური რეაქცია, ეს იქნება ნივთიერებათა შექმნა თუ მათი დაშლა, მხოლოდ და მხოლოდ ფერმენტების მონაწილეობით ხდება. ნივთიერებათა ცვლისას ფერმენტი თვითონ არ იშლება, იგი ამა თუ იმ ქიმიური რეაქციის დამაჩქარებელი ანუ კატალიზატორია.

სუნთქვის მიხედვით სოკოების უმრავლესობა აერობულია, გამონაკლისს შეადგენენ საფუარა სოკოები, რომელთაც ანაერობული სუნთქვა ახასიათებთ.

3.1.4. სოკოების გამრავლება

სოკოების გამრავლება მიმდინარეობს ვეგეტატიურად, უსქესოდ და სქესობრივად.

ვეგეტატიური გამრავლების საფუძველს ორგანიზმის რეგენერაციის, ანუ დაკარგული სხეულის აღდგენის უნარი წარმოადგენს. იგი მიმდინარეობს უშუალოდ მიცელიუმის ფრაგმენტაციით (დანაწევრებით) ანუ სოკოს მიცელიუმის ნაწილების დაწყვეტით (სურ. 4-5). თითოეული

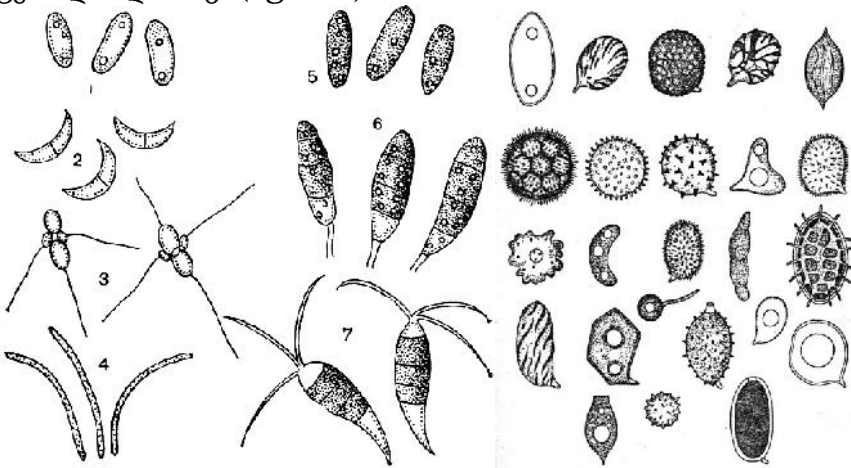


სურ. 4-5- სოკოების ვეგეტატიური გამრავლება: 1,2,3-მიცელიუმის დაკვირტვის სხვადასხვა ფორმა; 4,5-ოიდიუმების წარმოქმნის ფორმები; 6-ჰემის ჩამოყალიბება; 7,8,9-ქლამიდოსპორების ჩამოყალიბების რამდენიმე ფორმა; 10-ქლამიდოსპორები

ნაწყვეტი, ანუ ცალკე ჰიფა, შესაფერის პირობებში მოხვედრისთანავე ისევ ახალ თაობას იძლევა. ვეგეტატიურ გამრავლებას ემსახურება აგრეთვე

მიცელიუმის სახეცვლილებებიც, როდესაც ამა თუ იმ სახეცვლილებების (რიზომორფის, სკლეროციუმის) ცალკეული ნაწილაკისაგან ახალი სოკო ორგანიზმი მიიღება.

უსქესო გამრავლება. უსქესო გამრავლება მიმდინარეობს სპორებით. უსქესო გამრავლების სპორების წარმოქმნა უსქესო გზით ხდება, ე.ი. სქესობრივი პროცესი (ორი ბირთვის ან გამეტის შეერთება) მას წინ არ უსწრებს. უსქესოდ წარმოქმნილი სპორები სხვადასხვანაირია: ერთიდან მრავალუჯრედამდე, მრგვალი, ცილინდრული, ელიფსური, უფერული, შეფერილი და სხვა (სურ.4-6).



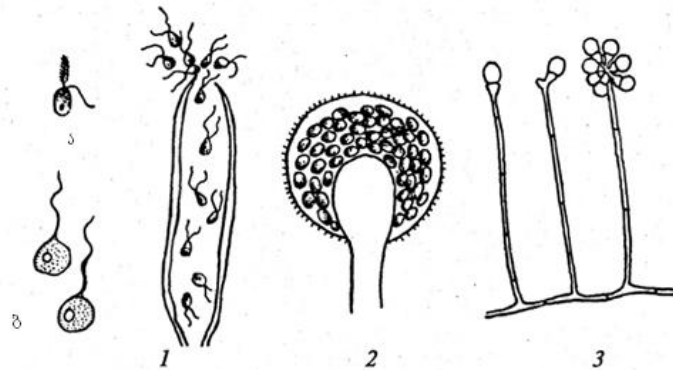
სურ 4-6 - მარცხნივ, უსრული სოკოების სპორები: 1-კოლეტოტრიხუმი, 2-მარსონია, 3-ენტომოსპორიუმი, 4-ცილინდროსპორიუმი, 5-მელანკონიუმი, 6-კორინეუმი, 7 - პესტალოცია და მარჯნივ, სხვადასხვა ფორმის ბაზიდიოსპორები

ასევე ცნობილია სპორანგიოსპორა და ზოოსპორა. სპორანგიოსპორა ვითარდება სპორანგიუმში, რომელიც მიცელიუმიდან არის წარმოქმნილი. იგი შედგება სქელი ფეხისაგან, რომლის წვერზე მრგვალი კოლოფია განვითარებული. როდესაც სპორანგიოსპორები მომწიფდება, სპორანგიუმის კოლოფის კედელი იშლება ან სკდება და გათავისუფლებული სპორები

მექანიკურად ვრცელდება. თითოეული სპორა შესაფერის პირობებში ახალ ინდივიდს იძლევა.

ზოოსპორებიც დახურულ სხეულში - ზოოსპორანგიუმში (სურ. 4-7) წარმოიქმნება. ზოოსპორას მტკიცე გარსი არ აქვს, შიშველია, პლაზმური, 1-2 შოლტიანი, რომელთა საშულებითაც წყალში მოძრაობს. ზოოსპორები უვითარდება სოკოს მსგავს ისეთ ორგანიზმებს, რომლებიც წყალში ან ჭარბტენიან გარემოში ცხოვრობენ. სპორანგიოსპორები კი ხმელეთის პირობებთან შეგუებულ სოკოებისათვის არის დამახასიათებელი.

ეგზოგენური სპორები ყოველთვის სოკოს მიცელიუმზე წარმოქმნილი სპეციალური ჰიფების წვეროსაგან ვითარდებიან. ამ ჰიფებს სხვა დანიშნულება არ აქვთ, გარდა სპორების წარმოქმნისა. მათ კონიდიატომტარები ანუ კონიდიოფორები ეწოდება, ხოლო კონიდიატომტარების წვერზე განვითარებულ სპორებს კონიდიოსპორები. კონიდიოსპორები სოკოს გავრცელების მთავარი სა-შუალებაა. კონიდიატომტარები სხვადასხვა აგებულებისაა - მარტივი, დატოტვილი, უფერული, შეფერილი და სხვ.



სურ. 4-7- უსქესო გამრავლების ორგანოები: 1-ზოოსპორანგიუმი (ა. ორშოლტიანი ზოოსპორები; ბ-ერთშოლტიანი ზოოსპორები); 2-სპორანგიუმი სპორანგიოსპორებით; 3-კონიდიუმები კონიდიატომტარებით

კონიდიოსპორების წარმოქმნის ორ ფორმას არჩევენ: პირველი - აკროპეტალური, როდესაც კონიდიატომტარებზე შექმნილი ახალი სპორა ძეწკვის წვეროზე ვითარდება და, მეორე - ბაზიპეტალური, რომელიც

აგროპეტალური ფორმის საწინააღმდეგოა. კონდიუმები შემდეგნაირად ვითარდება: კონდიოფორის წვერი თანდათან იბერება და ერთდროულად შიგნით გადადის პლაზმა ბირთვებით, შემდეგ გაბერილი ნაწილის ქვედა მხრიდან ჯერ ოდნავ შესამჩნევი ნაჭდევი იწყებს განვითარებას და იგი შემდეგ განივ ტიხრად გადადის, ამით ახალი კონდიოსპორა გამოცალკავდება. მარტივი კონდიოფორები ხშირად ერთმანეთისაგან განცალკევებულია (ნაცროვანები).

მრავალი ფიტოპათოგენური სოკო ვეგეტაციის განმავლობაში უსქესო გამრავლების სპორების რამდენიმე გენერაციას იძლევა, რაც უზრუნველყოფს საინფექციო საწყისის მასიურ გავრცელებას და მცენარეთა მრავალჯერად განმეორებით დასენიანებას.

სოკოების ყველა უსქესო რეპროდუქტიულ სტრუქტურებს ანამორფების სახელწოდება აქვს მიღებული.

სოკოების სქესობრივი გამრავლება. სოკოების სქესობრივი გამრავლება მაშინ იწყება, როცა ორი სხვადასხვა ინდივიდის ჰიფებში წარმოიქმნება სქესობრივი გამრავლების სასიგნალო მოლეკულები - ფერომონები. სხვადასხვა ინდივიდის ფერომონები ხდება ერთმანეთს და ხდება ჰიფების შერწყმა. ფერომონები ხელს უშლის გენეტიკურად იდენტური მიცელიუმების შეხვედრას და, შესაბამისად, იდენტური ჰიფების შერწყმას. ორი მშობლიური მიცელიუმის ციტოპლაზმის შერწყმას პლაზმოგამია ეწოდება.

სოკოების უმრავლესობაში მშობლიური ჰაპლოიდური ბირთვების შერწყმა არ ხდება ჰიფების შერწყმისთანავე და მიცელიუმი ხშირად ორივე მშობლის ბირთვებს შეიცავს. ასეთი მიცელიუმი ჰეტეროკარიონის (განსხვავებული ბირთვები) სახელითაა ცნობილი. ზოგიერთ სახეობაში ჰეტეროკარიონული მიცელიუმი მოზაიკურად ვრცელდება სოკოს მთელ სხეულში.

ზოგიერთი სახეობის სოკოებში ჰიფების შერწყმის შემდეგ გენეტიკურად სხვადასხვა ბირთვები ერწყმის ერთმანეთს, ხდება გენების მიმოცვლა კროსინგოვერის გზით. ზოგჯერ სქესობრივი გამრავლების შედეგად, მიცელიუმი დიკარიოტული (ორ ბირთვიანი) ხდება. მიცელიუმის ზრდასთან ერთად ბირთვების გაყოფა ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად ხდება, შერწყმის გარეშე. საათები, დღეები, შესაძლოა საუკუნეებიც კი გავიდეს პლაზმოგამიასა და კარიოგამიას შორის. კარიოგამიის დროს ხდება ორი მშობლიური ბირთვის

შერწყმა და დიპლოიდური უჯრედების წარმოქმნა. ზიგოტა არის სოკოს უმრავლეს სახეობაში სასიცოცხლო ციკლის ერთადერთი დიპლოიდური სტადია.

ჰაპლოიდური სტადია მიიღწევა ბირთვის მეიოზოს გზით.

არსებობს სქესობრივი გამრავლების რამდენიმე ფორმა. მარტივ ფორმას წარმოადგენს ჰოლოგამია, რომელიც მიმდინარეობს საფუარა სოკოებში. ამ გამრავლების პრინციპი ისაა, რომ მდედრობითი და მამრობითი ორგანოების გარჩევა შეუძლებელია. ცალკე ინდივიდების შეერთების შედეგად წარმოიქმნება ზიგოტა.

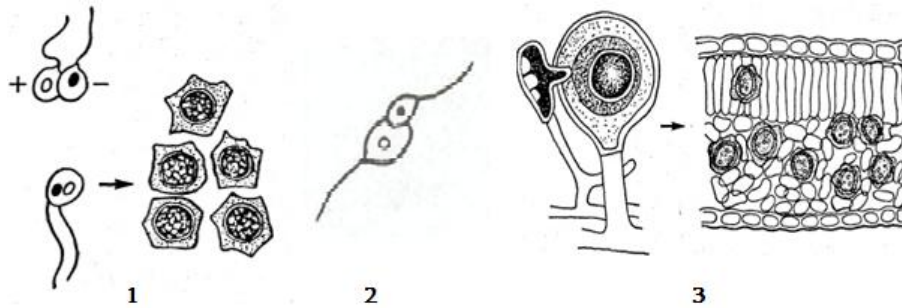
სქესობრივი გამრავლების სრულყოფილი ფორმაა გამეტოგამია (სურ. 4-8). ამ დროს ხდება სპეციალიზირებული სასქესო უჯრედების - გამეტების შერწყმა. სასქესო უჯრედები წარმოიქმნება განსაკუთრებულ სასქესო სტრუქტურებში - გამეტანგიებში.

გამეტოგამიის უმარტივეს ფორმას წარმოადგენს იზოგამია, რომლის დროსაც ხდება განსხვავებულ სქესიანი, მაგრამ ერთნაირი აგებულებისა და ზომის მოძრავი გამეტების (პლანოგამეტების) შერწყმა. მოძრავი გამეტები (პლანოგამეტები) გარეგნულად არ განსხვავდებიან უსქესო გამრავლების ზოოსპორებისაგან. კოპულაციის შედეგად წარმოიქმნება პლაზმოზიგოტა, რომელიც მკვებავი-მცენარის ქსოვილებში შეჭრის შემდეგ გარდაიქმნება ე. წ. ზამთრის სპორად ანუ ცისტად. ზოგიერთ სოკოებში (მაგალითად, ქიტრიდიომიქსომიციტებში) იზოგამიის ტიპის სქესობრივი პროცესის პროდუქტია დიპლოიდური პლაზმოდიუმი.

ჰეტეროგამია ანუ ანიზოგამია (განსხვავებული ზომის) - ხდება განსხვავებულ სქესიანი მოძრავი გამეტების შერწყმა. მდედრობითი გამეტა ზომით დიდია მამრობითზე.

გამეტოგამიის უფრო რთული და სრულყოფილი ფორმაა ოოგამია, რომლის დროსაც ერთმანეთს ერწყმის განსხვავებული აგებულებისა და ზომის უჯრედები - მდედრობითის ანუ ოოგონიუმის (უფრო დიდი და სფეროსებრი) და მამრობითის ანუ ანთერიდიუმის (უფრო პატარა და მოგრძო). ანთერიდიუმის შიგთავსი იღვრება ოოგონიუმში. ოოგონიუმში მიმდინარეობს ციტოგამია (ორი გამეტის ციტოპლაზმის შერწყმა), რის შედეგად წარმოიქმნება ზიგოტა ოოსპორად წოდებული. მოსვენების პერიოდის გავლის შემდეგ

ოლსპორაში მიმდინარეობს კაროგამია (ბირთვების შერწყმა). შემდეგ ისინი ღვიძებიან და პირდაპირ ზოოსპორანგიუმს (Albugo) ან მიცელიუმს (Perenospora) იძლევიან.



სურ.4-8 გამეტოგამია: 1- იზოგამია (ქიტრიდიომიცეტებში) ; 2 - ჰეტეროგამია; 3 -
ოგამია

გამეტოგამია დამახასიათებელია დაბალი საფეხურის სოკოებისათვის. მაღალ ორგანიზებულ სოკოებში გამეტოგამია იცვლება გამეტანგიოგამიით.

გამეტანგიოგამია – სქესობრივი პროცესის სახელწოდება განასახიერებს მის სპეციფიკას. გამეტანგიოგამიის დროს ერთმანეთს ერწყმის არა გამეტები არამედ სქესობრივი სტრუქტურები - გამეტანგიუმები, რომლებიც არ არიან დიფერენცირებული გამეტებად. შეიძლება ამ პროცესის ორი ვარიანტის გამოყოფა: 1. საკუთრივ გამეტანგიოგამია და 2. ზიგოგამია.

საკუთრივ გამეტანგიოგამია აღინიშნება ჩანთიან სოკოებში (სურ. 4-9). ჰაპლოიდურ მიცელიუმზე წარმოიქმნება მდერობითი სასქესო ორგანო - ასკოგენი და მამრობითი სასქესო ორგანო - ანთერიდიუმი. ასკოგენი შედგება ორი უჯრედისაგან: დიდი მრავალბირთვიანის და მის ზედა ნაწილში მოთავსებული წვრილი მილისებრი ფორმის - ტრიქოგენისაგან. განაყოფიერების წინ ასკოგენი (ტრიქოგენი) მიეზრდება ანთერიდიუმის წვერს და ანთერიდიუმის შიგთავსი გადაიღვრება ასკოგენში. ამ დროს

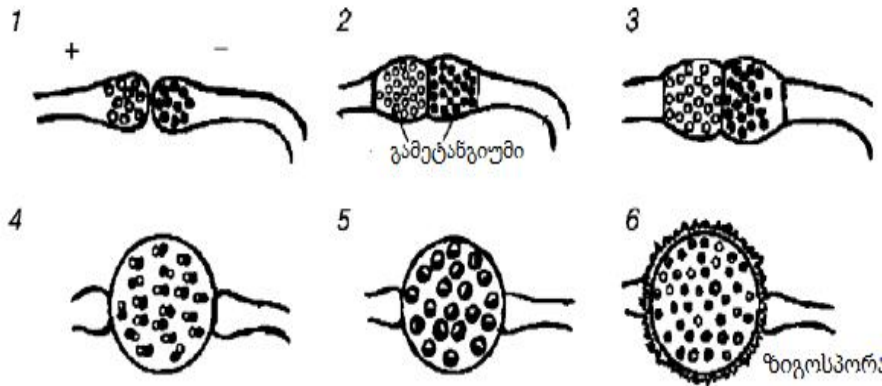


სურ. 4-9-საკუთრივ გამეტანგიოგამია

ადგილი აქვს მხოლოდ ციტოპლაზმების შეერთებას (პლაზმოგამია). დასაწყისში ასკოგენში შერეული ანთერიდიუმის ბირთვები ასკოგენის ბირთვებს კი არ უერთდებიან, არამედ წყვილ-წყვილად განლაგდებიან. ბირთვების ასეთ წყვილს დიკარიონი ეწოდება. სოკოების განვითარების აღნიშნული ფაზა დიკარიოფაზად იწოდება. დიკარიონების წარმოქმნის შემდეგ იწყება მათი გამრავლება. ასკოგენიდან (გამეტანგიუმებიდან) ამოიზრდებიან ე. წ. ასკოგენური ჰიფები. თითოეულ ასკოგენურ ჰიფაში თითო დიკარიონი (n+n) გადადის. ამ ჰიფების წვეროებზე ან ბოლოსწინა ორბირთვიანი უჯრედიდან წარმოიქმნება ჩანთა, ანუ ასკი. ისინი წარმოადგენენ სხვადასხვა ფორმის ტომრისებრ უჯრედებს. ჩანთაში ორი ბირთვი საბოლოოდ ერთმანეთს ერწყმის (კარიოგამია) და მიიღება პირველადი დიპლოიდური ბირთვი, რომელიც რედუქციულად სამჯერ იყოფა და წარმოქმნილი 8 ჰაპლოიდური ბირთვის ირგვლივ ვითარდება 8 ჩანთოსპორა, ანუ ასკოსპორა, რომლებიც გაღვივების დროს საწყის აძლევენ ჰაპლოიდური ფაზის განვითარებას.

ზიგოგამია - ასეთი ტიპის სქესობრივი პროცესი ზიგომიცეტებისათვის არის დამახასიათებელი. ზიგოგამიის დროს სხვადასხვა არასეპტირებული (ერთუჯრედიანი) მიცელიუმის ბოლოები ერთმანეთს ეხება (სურ. 4-10), შემდეგ ამ ჰიფების ნაწილი რამდენიმე ბირთვით გამოიყოფა ტიხრებით, რომლებიც ფუნქციონირებენ როგორც გამეტანგიუმები (სურ. 63,2,3). მათი შიგთავსი ბირთვების ჩათვლით ერთმანეთს ერწყმის (სურ. 63,4,5) და წარმოიქმნება ზიგოსპორა სქელი გარსით (სურ. 68,6). ზიგოსპორაში შეიძლება

იყოს ერთი ან რამდენიმე ბირთვი. მაგრამ გაღვივების დროს როგორც წესი რჩება ერთი.



სურ. 4-10 - ზიგოგამიის განვითარების თანმიმდევრული სტადიები ზიგომიცეტებში

სომატოგამია – აღნიშნული სქესობრივი პროცესის დროს ერთმანეთს ერწყმის მიცელიუმის ჩვეულებრივი სომატური, ანუ ვეგეტატიური უჯრედები. ერთ შემთხვევაში მთლიანად ერთდება ორი ერთუჯრედიანი ორგანიზმი. ასეთი ტიპის სომატოგამია ჰოლოგამიად იწოდება. დამახასიათებელია ჩანთიანი სოკოების უმარტივესი წარმომადგენლების საფუარა სოკოებისათვის (Sacharomycetes). სომატოგამიის ტიპური ფორმა დამახასიათებელია ბაზიდიუმისანი სოკოებისათვის, რომლის დროსაც სქესობრივ პროცესში არ მონაწილეობს არც გამეტები და არც გამეტანგიუმები. სპორები ღვივდება და წარმოქმნის ჰაპლოიდურ პირველად მიცელიუმს. პირველადი მიცელიუმების წვეროს უჯრედების ციტოპლაზმების შერწყმის შემდეგ წარმოიქმნება დიკორიოტული მეორადი მიცელიუმი (სურ. 4-11).

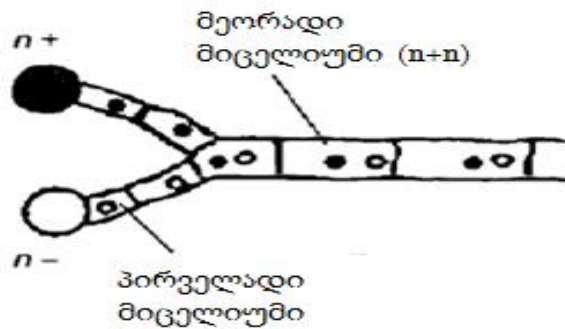
დიკარიოტულ მიცელიუმზე ვითარდება განსაკუთრებული უჯრედები, ბაზიდიუმები, რომლებშიც ხდება ბირთვების შეერწყმა, შემდეგ დიპლოიდური ბირთვების მეიოზური დაყოფა და ბაზიდიოსპორების წარმოქმნა.

ბაზიდიუმები თავის მხრივ წარმოადგენენ კომბლის ან ცილინდრის ფორმის სხეულებს, რომლებზედაც ეგზოგენურად წარმოიქმნება ბაზიდიოსპორები (ჩვეულებრივ ოთხი).

ჩანთები და ბაზიდიუმები ზოგიერთ სოკოებში წარმოიქმნება ღიად უშუალოდ დიკარიოზულ მიცელიუმზე, უმეტესად კი ვითარდება სხვადასხვა ფორმისა და აღნაგობის ნაყოფსხეულებში. ჩანთების და ბაზიდიუმების ფორმები განსხვავებულია და მათ დიაგნოსტიკური მნიშვნელობაც აქვს.

სოკოებში სქესობრივი გამრავლება და სქესობრივი ნაყოფიანობის წარმოქმნა ხშირად ვეგეტატიური ზრდის დასრულებასა და ზამთრის არახელსაყრელი პირობების დადგომასთანაა დაკავშირებული. ფიტოპათოგენურ სოკოებში სქესობრივი ნაყოფიანობა, როგორც წესი ერთხელ ვითარდება წლის განმავლობაში. სქესობრივი გზით წარმოქმნილი სპორებით მცენარეები გაზაფხულზე ან ზაფხულის დასაწყისში ავადდებიან. თუმცა ზოგიერთი აბედა სოკოები, რომლებიც მრავალწლიან ნაყოფსხეულებს ივითარებენ, ხანგრძლივი დროის განმავლობაში წარმოქმნიან სქესობრივ სპორებს (ბაზიდიოსპორებს) და ასენიანებენ მცენარეებს, ზოგჯერ ეს მრავალი თვის განმავლობაში გრძელდება. სოკოების სქესობრივი ნაყოფიანობა ტელეომორფების სახელწოდებას ატარებს.

სასიცოცხლო ციკლის განმავლობაში სოკოებმა შეუძლება სხვადასხვა ტიპის ნაყოფიანობა წარმოქმნან. ეს მოვლენა პოლიმორფიზმის, ანუ პლეომორფიზმის სახელწოდებას ატარებს.



სურ. 4-11 - სომატოგამია ბაზიდიუმიან სოკოებში

ჩვეულებრივი (მარტივი) განვითარების ციკლი მოიცავს ორი ტიპის ნაყოფიანობას: უსქესოს და სქესობრივს. მაგრამ გვხვდება მრავალი სახეობა, რომლებიც სქესობრივთან ერთად ივითარებს რამდენიმე სხვადასხვა სახის

უსქესო ნაყოფიანობას. განვითარების ასეთ ციკლს უწოდებენ რთულს. რთული ციკლის სოკოების მაგალითად შეიძლება მოყვანილი იქნას ჟანგა სოკოები. მრავალი მიტოსპორული (უსრული) სოკოები ივითარებენ მხოლოდ უსქესო (ანამორფები) ნაყოფიანობას. მაშინ, როდესაც ზოგიერთ ჩანთიან და ბაზიდიუმთან სოკოებში ცნობილია მხოლოდ სქესობრივი ნაყოფიანობა. ისეთი სახეობის სოკოებიც გვხვდება, რომელთა განვითარების ციკლი დღემდე გაურკვეველია.

სოკოების სპორების დანიშნულებაა სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში სწრაფი გაღვივება და გავრცელება. ისინი ჩვეულებრივ თხელი, უფერული გარსითაა დაფარული და არ შეუძლიათ ხანგრძლივი დროის განმავლობაში შეინარჩუნონ სიცოცხლისუნარიანობა. ასეთებია ზოოსპორები, კონიდიუმები და სხვა ანამორფები.

სპორები, რომელთა დანიშნულებაა არახელსაყრელ პირობებში ხანგრძლივი დროის განმავლობაში სიცოცხლის უანარიანობის შენარჩუნება იწოდებიან მოსვენების სპორებად. ისინი როგორც წესი სქელი, პიგმენტირებული გარსითაა დაფარული (მაგალითად, ოოსპორები, ზიგოსპორები, ჟანგა სოკოების ტელეიტოსპორები).

სოკოების უმრავლესობას სპორების წარმოქმნის დიდი უნარი გაჩნიათ. მაგალითად, მუკორის სოკოების ერთი სპორანგიუმში შეიძლება იყოს რამდენიმე ათეული ათასი სპორანგიოსპორა. ჟანგა სოკოების თითოეულ პუსტულაში მწიფდება რამდენიმე ასეული სპორა. ზოგიერთი ჩანთიანი სოკოების ნაყოფსხეულში მილიონობით სპორაა, მრავალი აბედა სოკოების ნაყოფსხეული სპორულაციის მთელ სეზონში მილიარდობით ბაზიდიოსპორას გამოჰყოფს. სოკოების მიერ წარმოქმნილი სპორების რაოდენობა უსქესო ნაყოფიანობის გენერაციის რაოდენობის შესაბამისად მრავალჯერ იზრდება

4.1.5. სოკოების გავრცელება და განსახლება

სოკოები ვრცელდება როგორც ნაყოფსხეულებით, ისე სპორებით. სოკოების ნაყოფსხეულების და სპორების გავრცელება ხდება როგორც პასიურად ისე აქტიურად. მაგალითად, გვარი მუკორის წარმომადგენლები სპორანგიუმის მომწიფებული კედელი ბუნებრივად იშლება და სპორანგიოსპორები

პასიურად თავისუფლდებიან და იფანტებიან მის ირგვლივ გარემოში. პიკნიდიუმებიდან პიკნოსპორების ლორწოვან მასასთან ერთად გამოყოფაც პასიურად ხდება. საჭაერო მიცელიუმზე განვითარებული კონიდიատეტარებიდან სპორების განცალკევებაც ხშირად პასიურ ხასიათს ატარებს. სპორების აქტიური გამოყოფა და გავრცელება სხვადასხვა ჯგუფის სოკოებშია აღნიშნული. ის განსაკუთრებით ტიპიურია ასკომიცეტებში: ჩანთების მომწიფების შემდეგ მისი შემადგენლობა განსაკუთრებული მექანიზმის საშუალებით ძალით გამოიტყორცნება გარეთ, რაც კიდევ უფრო აადვილებს ჩანთოსპორების შემდგომ გავრცელებას.

განთავისუფლებული სპორების ნაწილი ცვივა წარმომშობი ორგანოების ახლოს, ნაწილი კი ვრცელდება ამა თუ იმ მანძილზე. ეს გავრცელება თავის მხრივ შეიძლება იყოს პასიური ან აქტიური. უმეტეს შემთხვევაში ის პასიურად მიმდინარეობს სხვადასხვა აგენტების მეშვეობით, როგორცაა: საჭაერო დინება (განსაკუთრებით ქარი), წყალი, ცხოველები (მათ შორის მწერები), ადამიანი.

ბუნებაში სპორების გავრცელების გზები და საშუალებების მომწიფების მომენტში მათ ფიზიკური მდგომარეობაზეცაა დამოკიდებული. რიგ შემთხვევებში სპორები მშრალია და ადვილად მტვერიანდება (მათ ქსეროსპორებს უწოდებენ). ზოგიერთ შემთხვევებში სპორები ნაყოფსხეულებიდან ლორწოვან ნივთიერებებთან ერთად გამოიყოფა (ე. წ. მიქსოსპორები). ამის შესაბამისად განასხვავებენ სოკოების ორ ტიპს: მშრალსპორიანს და ლორწოვანსპორიანს. პირველი უმთავრესად ვრცელდება ჰაერით, მეორე – წყლითა და მწერებით.

ანემოქორია (ბერძ. ანემო–ქარი, ქორიოს–გავრცელება). ბუნებაში ქარის საშუალებით სპორების გავრცელება ხშირი მოვლენაა. ანემოქორიული გზით ვრცელდება ჟანგა, ნაცროვანი, ობის, აბედა და სხვა მრავალი სოკოები. მათი სპორები წარმოქმნიან ფხვნილისებრ გროვებს ან ნაყოფსხეულებიდან გამოდიან მტვრისებური მასის სახით. მცირე წონის და მასის გამო ადვილად ექცევიან საჭაერო დინების ქვეშ და მის აღმავალ და ჰორიზონტალურ დინებას საკმაოდ შორს მანძილზე გადააქვს. თანაც სპორები ინარჩუნებენ გაღვიების უნარს. მაგალითად სიცოცხლის უნარიანი ფიტოპათოგენური სპორები არერთხელ უნახავთ ოკეანეში ეკვატორიდან ასეული მილის მოშორებით, არქტიკაში და ა. შ.

სპორების გავრცელების მანძილის ზრდასთან ერთად ჰაერში სპორების რაოდენობა მკვეთრად მცირდება (სპორების ძირითადი მასა ილექება 250–300 მეტრის რადიუსში). სპორების შორს მანძილზე გავრცელების და საინფექციო საწყისის დაგროვების საშიშროება ყოველთვის არსებობს. იმის სფუძველის არსებობს, რომ ვიფიქროთ მრავალი საშიში მცენარის დავადების გამომწვევი ორგანიზმი ამერიკიდან ევროპაში და პირიქით ევროპიდან ამერიკაში სწორედ ანემოქორიული გზით მოხვდნენ.

ზოოქორია, სინზოოქორია (მცენარის ნაყოფის, თესლის ან სპორების გავრცელება ცხოველების მეშვეობით; აგრ. synzoochory). ცხოველების როლი სოკოს სპორების გავრცელებაში საკმაოდ დიდია. უფრო ხშირად აღინიშნება ეპიქორია ანუ სოკოს მექანიკური გადატანა ცხოველის ზედაპირით. იშვიათად გვხვდება ენდოქორია, როცა ცხოველის სხეულში მოხვედრილი სპორების გავრცელება ხდება. ზოგჯერ ეპიქორიასა და ენდოქორიას შორის სზღვრის გავლება ძნელია. მრავალი მღრნელი (ციყვები, თაგვები, მემინდვრები და სხვა) აგროვებენ რა ქუდიანი და აბედა სოკოების ნაყოფსხეულებს ხელს უწყობენ მათი ბაზიდიოსპორების გავრცელებას. ლოფორთქინები იკვებებიან რა ქუდიანი სოკოების ნაყოფსხეულებით ხელს უწყობენ მათი ბაზიდიოსპორების გავრცელებას. ხერხემლიანი მიწისმთხრელი ცხოველები, შინაური და ველური ჩლიქოსნები მერქნის დამშლელი სოკოების შესაძლო გამავრცელებლად შეიძლება ჩაითვალოს. ითვლებიან. ცხოველების დავადებული მცენარეებით კვებისას საჭმლის მომწელებელ ტრაქტატში მოხვედრილი სპორები ინარჩუნებენ თავის ცხოველმყოფელობას საჭმლის მომწელებელ ტრაქტატში გავლის შემდეგაც.

ცნობილია სოკოს სპორების გავრცელება ფრინველებითაც. მაგალითად, აღნიშნულია წაბლის ენდოთიური კიბოს გავრცელება კოდალას მიერ. მცენარის სოკოვანი ინფექცია შეიძლება გაავრცელოს ე. წ. წვიმის ჭიებმა, ფიტონემატოდებმა, ტკიპებმა.

ენტომოქორია (entoma მწერები, choreo ვვრცელდები). ბუნებაში სოკოების ინფექციური საწყისის გავრცელებაში მნიშვნელოვანი როლი მწერებს ეკუთვნის. უმეტეს შემთხვევაში მწერებს სხეულის ზედაპირით მექანიკურად გადააქვთ სოკოს სპორები. ზოგჯერ გადამტან-მწერებსა და სოკოებს შორის აღინიშნება უფრო მჭიდრო ბიოლოგიური ურთიერთკავშირი. ასე მაგალითად,

თელისებრთა მემერქნიები წარმოადგენენ თელის ჰოლანდიური დაავადების გადამტანებს. მუხის მემერქნიას, ყვითელლაქებიან ხარაბუზას, არაფარდ პარკმხვევიას, ოქროკუდას გადააქვთ მუხის ჭურჭლოვანი მიკოზის გამომწვევი. მწერები სახელდობრ ბუზები მნისვენელოვან როლს ასრულებენ ჟანგა სოკოების გავრცელებაში, სქესობრივ გამრავლებასა და ჰიბრიდიზაციაში, რითაც ხელს უწყობენ ახალი რასების წარმოქმნას

უმეტეს შემთხვევაში ინფექციის გადამტან - მწერებს იზიდავს სოკოს ნაყოფსხეულების შაქრიანი და სუნიანი გამონაყოფი, მათი კაშკაშა შეფერვა. ზოგიერთ სოკოს სპორებზე გააჩნია სპეციალური საშუალებები (კაუჭები, გამონაზარდები და სხვა), რომელთა საშუალებით ისინი ეკრობიან მწერებს და ვრცელდებიან. ჩვეულებრივ მწერები ავრცელებენ სოკოების საინფექციო საწყისს ჩვეულებრივ შეზღუდულ ტერიტორიაზე (მაგალითად, დასენიანებულ მცენარეთა ფარგლებში), მაგრამ მიგრაციის პერიოდში მათ შეუძლიათ ინფექციის გადატანა მნიშვნელოვან მანძილზეც.

ჰიდროქორია (ბერძ. hydōr წყალი და choreō წინ მივიწევ, ვვრცელდები). წყლით ძირითადად ის სოკოები ვრცელდება, რომელთა სპორები წარმოქმნიან ლორწოვან გროვებს ან გამოიყოფიან შეწებებული მასის სახით (მაგალითად, სოკოები - ცელომიციტები). ჰიდროქორიაში მნიშვნელოვანი როლი წვიმას ეკუთვნის. წვიმის დროს მცენარის ორგანოებზე შერჩენილი სპორების ლორწოვანი მასა ან მჭიდროდ შეკრული სპორები ჯირჯვდება, იშლება და ცვივა მის ქვედა ჯანსაღ ორგანოებზე ან მეზობელ მცენარეებზე. წვიმასა და ცვარს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს იმ სოკოებისათვის რომელთა ნაყოფიანობა შესაძლებელია წარმოიქმნას წყლის წვეთის არსებობისას (მაგალითად, ცრუნაცროვანი სოკოები). წვიმის წვეთების და შხეფების სასუალებით ამ სოკოების კონიდიუმები და ზოოსპორები ხვდება მცენარის ორგანოებზე, ღვივდება და აავადებს მათ.

წვიმა რეცხავს ხის ტოტებსა და ღეროებზე შემოკავებულ ფიტოპათოგენური სოკოების სპორებს და შეაქვს ისინი ღეროსა და ფესვებზე არსებულ ბზარებსა და ჭრილობებში და ხელსაყრელ პირობებს ქმნის მცენარეთა დასენიანებისათვის. წვიმები ხელს უწყობს აგრეთვე სიდამპლის და ნეკროზულ კიბოვანი დაავადებების გავრცელებას.

ამგვარად, ჰიდროქორია ძირითადად უზრუნველყოფს ინფექციის ლოკალურ გავრცელებას - მცენარის, მინდვრის ან ნარგაობის ფარგლებში. მაგრამ თავსხმა წვიმების დროს წარმოქმნილმა ღვარებმა, წყალდიდობებმა, სარწყავ წყლებმა, მდინარეებმა შეძლება სხვადასხვა სოკოების ნაყოფსხეულები და სპორები გადაიტანონ შორ მანძილზე.

ანტროპოქორია (Gk anthropos ადამიანი, choreo ვერცელდები). ადამიანის მიერ მცენარეების თესლებისა და ნაყოფების გავრცელება. სოკოების გავრცელებას არც თუ იშვიათად ხელს უწყობს თვით ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა. პარაზიტული სოკოების მიცელიუმი, სპორები, სკლეროციები შეიძლება გავრცელდნენ თესლის, სარგავი მასალის, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის, დეკორატიული მცენარეების, მერქნის ტრანსპორტირების დროს არა მარტო ქვეყნის ფარგლებს შიგნით, არამედ მსოფლიო მასშტაბით. დადგენილია, რომ მაგალითად, ამერიკიდან ევროპაში შემოტანილი იქნა კულტურული და ტყის სახეობების მრავალი დაავადება. მათ შორის ისეთი საშიში დაავადებები, როგორცაა მუხის, ხურტკმელის, ვაზის ნაცარი, კარტოფილის ფიტოფტოროზი. თავის მხრივ ევროპიდან ამერიკაში შეტანილი იქნა ვაშლის ქეცი, წაბლის ენდოთიური კიბო, ვიემუტის ფიჭვის ბუშტა ჟანგა და მცენარეთა სხვა დაავადებები.

სოკოების საინფექციო საწყისი გავრცელება ადამიანის მიერ სატყეო სამეურნეო სამუშაოების შესრულებისპროცესშიც ხდება. სანერგეებსა და სათბურებში მცენარეთა მოვლის პროცესში ადამიანის ხელებზე, ტანისამოსზე, ფეხსაცმელებზე, სამუშაო იარაღებსა და ინსტრუმენტებზე მიკრული საინფექციო საწყისი დაავადებული მცენარიდან გადადის ჯანმრთელ მცენარეზე. ეს განსაკუთრებით ხშირად აღინიშნება ტყისმოვლის სანიტარულ-ჰიგიენური წესების დარღვევის შემთხვევებში.

ავტოქორია (ბოტ. ავტოქორია, თვითგავრცელება). სპორების აქტიური დამოუკიდებელი გავრცელება. დამახასიათებელია ლორწოვნების და ოომიცეტების რიგში შემავალი სოკოებისათვის, რომლებიც თავიანთი განვითარების ციკლში წარმოქმნიან ზოოსპორებს. ზოოსპორებს შეუძლიათ თავისუფლად გადაადგილდნენ წყალში შოლტების საშუალებით. ამ შემთხვევაში ხშირად ადგილი აქვს ფოტოტაქსის (სინათლის წყაროს

მიმართულებით მოძრაობა) და ქემოტაქსის (მიმღები პატრონის გამონაყოფით ზოოსპორების მიზიდვა) მოვლენებს.

4.1.6. სოკოების კვება, პარაზიტიზმი და სპეციალიზაცია

სოკოები და სოკოსმსგავსი ორგანიზმები ჰეტეროტროფებია, რომლებიც ორგანულ ნივთიერებებს (ნახშირწყლებს, ცილებს, ცხიმებს და ა. შ.) იღებენ იმ ჰაბიტატიდან, რომელზედაც არიან დასახლებული. ორგანული და მინერალური შენაერთები სოკოს ორგანიზმში ხვდება ოსმოსური წნევის საშუალებით უშუალოდ ჰიფების უჯრედების გარსიდან. ამიტომ სოკოებს მათი შთანთქმა შეუძლიათ მხოლოდ წყალხსნარის სახით.

ყველა სოკო აერობულ ორგანიზმებს ეკუთვნის, მაგრამ სოკოების სხვადასხვა სახეობებში ჟანგბადის მოხმარება განსხვავებულია. სოკოების უმრავლესობა მოითხოვს მის საარსებო არეში ჟანგბადის მაღალ შემცველობას. მაგრამ მრავალ სოკოს შეუძლია განვითარდეს ჟანგბადის ნაკლებ შეღწევადობის პირობებში. ასეთებია წყლის და ზოგიერთი ობის სოკოები, რომლებიც ცხოვრობენ წყლით გაჯერებულ სუბსტრატებში, აგრეთვე ობლიგატური პარაზიტები, რომლებიც ვითარდებიან ცოცხალ, აქტიურად მსუნთქავ პატრონ მცენარის ქსოვილებში. არსებობს აგრეთვე ისეთი სახეობებიც (მაგალითად, ზოგიერთი საფუარა სოკოები), რომლებსაც შეუძლიათ გარკვეული პერიოდის განმავლობაში სრული უჟანგბადობაც აიტანონ.

აღნიშნული ორგანიზმები იკვებება მძლავრი ფერმენტაციული აპარატის მეშვეობით, რომელიც მოიცავს ეგზოფერმენტებს და ენდოფერმენტებს. ეგზოფერმენტებს სოკო გამოყოფს საკვებ სუბსტრატში და მათი მეშვეობით რთული მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის შენაერთები (ცილები, ცხიმები, პოლისაქარიდები) გარდაიქმნება უფრო მარტივ წყალში ხსნად ნივთიერებებად, რომლებსაც სოკო შეიწოვს ციტოპლაზმაში. ენდოფერმენტების მეშვეობით სოკოების უჯრედებში წარმოებს უკუპროცესები - მაღალმოლეკულური შენაერთების სინთეზი, რომლებიც აუცილებელია სოკოს ნორმალური ნივთიერებათა ცვლის, ზრდისა და გამრავლებისათვის.

ცალკეულ წარმომადგენელს შეუძლიათ გამოიმუშავონ ყველა ძირითადი ჯგუფის ფერმენტი: ჰიდროლიზური, ჟანგვა - აღდგენითი და სხვ. ჰიდროლიზურ ფერმენტებს შორის განსაკუთრებული მრავალფეროვნებით გამოირჩევა კარბოჰიდრაზები - ფერმენტები, რომლებიც ახდენენ ნახშირწყლების (ფიტოპათოგენური სოკოების კვების ძირითადი წყაროს) ჰიდროლიზს. მათგან ფართოდ გავრცელებულია ცელულაზა და ჰემიცელულაზა, რომლებიც ახდენენ უმაღლესი მცენარეების უჯრედის გარსის ძირითადი ნაწილების - უჯრედანასა და ჰემიცელულოზას შენაერთების ჰიდროლიზს; პექტინაზები - მცენარეული ქსოვილების პექტინური ნივთიერებების დამშლელი; ამილაზები - სახამებლის დამშლელი და სხვ. მცენარეული და ცხოველური ქსოვილების ცილოვანი შენაერთების ჰიდროლიზს ახდენს პროტეოლიტიკური ფერმენტების კომპლექსი - პროტეინაზები; ცხიმებს შლიან ლიპაზები. სოკოს ჟანგვითი პროცესების მარეგულირებელი ფერმენტები წარმოდგენილია ოქსიდაზებით (დამჟანგავი ფერმენტები, რომლებიც დასაჟანგ ნივთიერებას ართმევენ წყალბადს და გადასცემენ მას ჰაერის ჟანგბადს) და დეჰიდრაზებით (რომლებიც დაკავშირებულია სუნთქვის და სხვა ფიზიოლოგიურ პროცესებთან), ხოლო აღდგენითი - რედუქტაზებით.

სოკოს ჟანგვითი პროცესების მარეგულირებელი ფერმენტები წარმოდგენილია ოქსიდაზებით (დამჟანგავი ფერმენტები, რომლებიც დასაჟანგავ ნივთიერებას ართმევენ წყალბადს და გადასცემენ მას ჰაერის ჟანგბადს) და დეჰიდრაზებით (რომლებიც დაკავშირებულია სუნთქვისა და სხვა ფიზიოლოგიურ პროცესებთან), ხოლო აღდგენითი - რედუქტაზებით.

სოკოების მიერ გამოყოფილი ფერმენტების შემადგენლობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ის სუბსტრატი, რომელზედაც ვითარდება და რომელზედაც ადაპტირებულია სოკო. მაგალითად, მერქნის სიდამპლის გამომწვევი სოკოები გამოყოფენ ფერმენტ ცელულაზას, რომელიც შლის ცელულოზას, აგრეთვე სპეციალურ ოქსიდაზებს, რომლებსაც შეუძლიათ ლიგნინის ჰიდროლიზი.

სოკოების მიერ წარმოქმნილი ფერმენტების რაოდენობა და შემადგენლობა მჭიდროდაა დაკავშირებული მათი ცხოვრების წესთან და სპეციალიზაციის ხარისხთან. ასე მაგალითად, არასპეციალიზირებული საპროფიტი სოკოები, რომლებიც დასახლებული არიან მკვდარ მცენარეულ და ცხოველურ

ნაწილებზე, ორგანულ ნარჩენებსა და სხვა სუბსტრატზე მოიცავენ მდიდარ, მრავალფეროვან ფერმენტების კრებულს, რომლთა საშუალებით შეუძლიათ გამოიყენონ მეტად განსხვავებული კვების წყაროები. რამდენადაც ვიწროა სოკოების სპეციალიზაცია მკვებავი სუბსტრატის მიმართ, მით უფრო ღარიბია მათ მიერ გამოიმუშავებული ფერმენტების ასორტიმენტი. მაგალითად, ობლიგატური პარაზიტების ფერმენტების კრებული ვიწროა. ფაკულტატური პარაზიტების ფერმენტების კრებული პირიქით უფრო მრავალფეროვანი და მრავალრიცხოვანია. შედარებით ნაკლები ფერმენტები გააჩნიათ ფაკულტატურ საპროფიტებს.

აღნიშნულ ფერმენტების აქტიურობა შეიძლება შეცვლილი იქნეს ტემპერატურის, ტენიანობის, pH სიდიდის და გარემოს სხვა ფაქტორების ზეგავლენით.

ყველა ინფექციური დაავადების შემთხვევაში მკვებავ მცენარეში აღინიშნება ღრმა ფუნქციონალური დარღვევები, რომლებიც გამოწვეულია მრავალი ფაქტორის მოქმედებით, მათ შორის ფერმენტების გარდა დიდი მნიშვნელობა აქვს დაავადების გამომწვევი ორგანიზმების მიერ გამოყოფილ ტოქსიკურ ნივთიერებებს.

როგორც ცნობილია ტოქსინები - მომწამვლელი ნივთიერებებია, რომლებიც წარმოიქმნება პათოგენური მიკროორგანიზმის უჯრედებში და გამოიყოფა მათ მიერ ცხოველმყოფელობის პროცესში ან ორგანიზმის სასიკვდილო ავტოლიზის დროს. ტოქსინები - პათოგენების ნივთიერებათა ცვლის გვერდითი პროდუქტებია.

ობლიგატური პარაზიტების მიერ ტოქსიკურ ნივთიერებათა გამოყოფის შესახებ განსხვავებული შეხედულებები არსებობს. მაგალითად, ზოგიერთი მკვლევარი აღნიშნავს, რომ ობლიგატური პარაზიტები საერთოდ არ გამოყოფენ ტოქსიკურ ნივთიერებებს. ზოგიერთი კი უარყოფს აღნიშნულ შეხედულებას. მაგალითად, ა. გრეჩუშნიკოვმა (1936). ჟანგა სოკოებიდან გამოყოფილ ფიტოტოქსინები, რომელთა მოქმედ საწყის წარმოადგენდა შარდოვანასა და ამიაკის მარტივი შენაერთები.

ფიტოტოქსინების მრავალფეროვან კრებულს წარმოქმნის ფაკულტატური საპროფიტები და განსაკუთრებით ფაკულტატური პარაზიტები. ფაკულტატური პარაზიტები უშუალოდ ამ ტოქსინებით კლავენ მკვებავი

მცენარის უჯრედებს, შემდეგ ფერმენტების დახმარებით ითვისებენ მათ შემადგენლობას. ზოგიერთი მკვლევარი მიუთითებს, რომ მცენარეში რომელიმე პარაზიტის ტოქსინების შეყვანისას შეიძლება განვითარდეს ამ პარაზიტით დაავადებული მცენარისათვის დამახასიათებელი ნიშნები.

სოკოები ნორმალური ცხოველმყოფელობისათვის საჭიროებენ კვების მრავალრიცხოვან ელემენტებს, რომელთა შორის პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა აქვთ ნახშირბადს, აზოტს, ზოგიერთ ნაცრის ელემენტებს, ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს, მიკროელემენტებს.

ფიტოპათოლოგიაში მცენარეთა დაავადების გამომწვევი ორგანიზმები კვების თავისებურების მიხედვით იყოფა საპროფიტებად და პარაზიტებად. საპროფიტები სახლდებიან მკვდარ მცენარეულ ორგანოებზე და იკვებებიან მკვდარი მცენარეული უჯრედების ორგანული ნივთიერებებით. პარაზიტები ვითარდებიან მცენარის ცოცხალ ორგანოებზე. პარაზიტი სოკოები თავის მხრივ განსხვავდებიან მკვებავი მცენარის ქსოვილებზე მოქმედების ხასიათით.

ნეკროტოფები (ბერძნ. toxikon შხამიანი, gennao წარმოქმნი) - თავიანთი ფერმენტების და ტოქსიკური ნივთიერებების მოქმედებით პირველად კლავენ მცენარის უჯრედებს, შემდეგ კი იკვებებიან მკვდარი უჯრედების შემადგენლობით. ზოგჯერ ნეკროტოფები მთლიანდ კლავენ პატრონ მცენარეებს, შემდგომ კი ვითარდებიან მკვდარ მცენარეებში. სოკოების ამ ჯგუფს მიეკუთვნება ე. წ. ტოქსიგენური პარაზიტები; ისინი გამოყოფენ ძლიერმოქმედ ტოქსინებს, რომლების ვრცელდებიან მკვებავ-მცენარეთა გამტარი სიტემაში და სწრაფად იწვევენ მის სიკვდილს. ასეთია მაგალითად, Fusarium-ის გვარის სოკოების ტოქსიკური ნივთიერებები, რომლებიც იწვევენ მერქნოვან და დეკორატიულ ყვავილოვან მცენარეთა ახალგაზრდა ნერგების ჭკნობას.

ბიოტოფები (Gk. bios სიცოცხლე, trophe კვება) - ჩვეულებრივ არ გამოყოფენ ტოქსინებს და მათ მიერ გამოყოფილი ფერმენტებითაც ძალიან რბილად მოქმედებენ დაავადებულ ქსოვილებზე და ითვისებენ საკვებ ნივთიერებებს უშუალოდ მცენარის ცოცხალი უჯრედებიდან, რომლებიც შედარებით ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ინარჩუნებენ სიცოცხლის უნარიანობას.

საპროფიტული კვების ტიპი მიჩნეულია სოკოების არსებობის ყველაზე უძველეს ფორმად. პარაზიტული ფორმების წარმოქმნამიმდინარეობდა ხანგრძლივი ევოლუციური მსვლელობის პერიოდში, რომლის დროსაც მათ გამოუმუშავდათ განსაკუთრებული თვისებები (სპეციალური ფერმენტების და ტოქსინების წარმოქმნის უნარი, ცოცხალ უჯრედებში შეჭრის უნარი, ჟანგბადის უკმარისობის და ნახშირწყლების სიჭარბის პირობებში ცხოვრების უნარი და ა. შ.), რომელთა საშუალებით ისინი ეგუებოდნენ ცხოვრების ახალ წესს.

ევოლუციის პროცესში ნამდვილ საპროფიტებსა და ნამდვილ პარაზიტებს შორის წარმოიშვა და ჩამოყალიბდა მრავალი გარდამავალი ფორმები, რომლებსაც გააჩნდათ როგორც საპროფიტული ასევე პარაზიტული თვისებები. ამგვარად, კვების თავისებურებისა და პარაზიტული აქტიურობის მიხედვით შეიძლება გამოვყოთ სოკოების რამდენიმე ჯგუფი, რომლებიც განლაგებული არიან „ევოლუციური კიბის“ შესაბამის საფეხურებზე.

ობლიგატური საპროფიტები - სოკოების ისეთი ჯგუფია, რომლებსაც შეუძლიათ დასახლდნენ და განვითარდნენ მცენარის ან ცხოველის მხოლოდ მკვდარ ნაწილებზე და სხვა ორგანულ ნარჩენებზე. ისინი კარგად იზრდებიან სხვადასხვა ხელოვნურ საკვებ არეებზე. მათ მიეკუთვნება ცნობილი საჭმელი სოკოების უმრავლესობა. განსაკუთრებით დიდ ჯგუფს შეადგენს საპროფიტული ნიადაგის სოკოები, რომლებიც მეტად მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ნიადაგწარმოქმნელ პროცესებში. მცენარეულ ნარჩენების დაშლით ისინი ხელს უწყობენ ჰუმუსის დაგროვებას და ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებას. ზოგიერთი მათგანი ანტიბიოტიკების წარმომქმნელებია. საპროფიტი სოკოები ცოცხალ მცენარეებს არ უქმნიან საშიშროებას, მაგრამ მათ დიდი ზარალი მოაქვთ მერქნის დაშლით საწყობებში და ღია ნაგებობებზე (საწყობის სოკოები), გამთბარ შენობებში (სახლის სოკოები). საპროფიტული სოკოების მრავალი სახეობა იწვევს ნაყოფების, თესლის, კვების პროდუქტების, ქაღალდის და სხვა საქონლის გაფუჭებას.

ფაკულტატური პარაზიტები - ეს ორგანიზმები ბუნებაში ჩვეულებრივ ეწევიან საპროფიტულ ცხოვრებას. კვების აღნიშნული ტიპი მათთვის ძირითადია. მაგრამ გარკვეულ პირობებში (ამიტომ უწოდებენ მათ ფაკულტატურ, ანუ პირობით პარაზიტებს) ისინი პარაზიტობენ ცოცხალ,

უფრო მეტად დასუსტებულ მცენარეებზე ყველა ფაკულტატური პარაზიტებისათვის დამახასიათებელია ნეკროტროფული კვების ტიპი, რომელიც მათში მკვეთრად არის გამოხატული. ეს სოკოებიც ადვილად კულტივირდებიან ხელოვნურ საკვებ არეებზე. ფაკულტატურ პარაზიტებს მიეკუთვნება, მაგალითად, მერქნიანი მცენარეების აღმონაცენის ჩაწოლის გამომწვევი სოკოები, მრავალი აბედადა ობის გამომწვევი სოკოები. შესაბამისი ცოცხალი მცენარის დეფიციტის დროს ისინი ნორმალურად ვითარდებიან და მრავლდებიან მკვდარ მერქანზე ან ორგანულ ნარჩენებზე ნიადაგში.

ფაკულტატური საპროფიტები - გამოირჩევიან პარაზიტული აქტიურობის უფრო მაღალი ხარისხით. მათ შორის, გვხვდება როგორც ნეკროტროფები, ისე ბიოტროფები. ზოგიერთ ფაკულტატურ საპროფიტებს შეუძლიათ ნეკროტროფული კვების ტიპიდან გადავიდნენ ბიოტროფული კვების ტიპზე და პირიქით. ჩვეულებრივ ისინი ეწევიან პარაზიტულ ცხოვრებას. მთელი ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში ვითარდებიან ცოცხალ მცენარეებზე და წარმოქმნიან უსქესო გამრავლების სპორებს. მაგრამ არც თუ ისე იშვიათად თავიანთი განვითარების ციკლს ამთავრებენ როგორც საპროფიტები. ამ სოკოების სქესობრივი ნაყოფიანობა უფრო მეტად წარმოიშობა მცენარის მკვდარ ნაწილებზე (ჩამოცვენილფოთლებზე და წიწვებზე, გამხმარტოტებზე და ა. შ.). ფაკულტატური საპროფიტები შეიძლება გამოზრდილი იქნას განსაზღვრულ ხელოვნურ საკვებ სუბსტრატზე. ამ ჯგუფის სოკოებს მიეკუთვნება მრავალი ფიტოპათოგენური სოკო ჩანთიანი და უსრული სოკოებიდან. მაგალითად ფოთლების ლაქიანობის, ქეცის, ანთრაკნოზის, შუტეს გამომწვევი სოკოები და სხვ.

ფაკულტატურ პარაზიტებსა და საპროფიტებს შორის გამოყოფენ ჭრილობის პარაზიტების ჯგუფს. ამ სოკოებს შეუძლიათ შეიჭრან მცენარის ცოცხალ ქსოვილებში მხოლოდ ჭრილობებიდან ან საფარი ქსოვილების მკვდარი ადგილებიდან. დაზიანებული ქსოვილებზე საპროფიტული განვითარების ეტაპის გავლის შემდეგ ჭრილობის პარაზიტები ჩვეულებრივ გადადიან მეზობელ ცოცხალ უჯრედებზე. ასეთებია მაგალითად, მერქნიანი მცენარეების საფეხუროვანი კიბოს გამომწვევები.

ობლიგატური პარაზიტები - სოკოების ისეთი ჯგუფია, რომლებიც ხასიათდებიან პარაზიტული აქტიურობის უმაღლესი ხარისხით. მათ

მთლიანად დაკარგული აქვთ საპროფიტული განვითარების უნარი და შეუძლიათ მკვებავი მცენარის მხოლოდ ცოცხალი უჯრედებით კვება. ობლიგატური პარაზიტები დაავადების განვითარების პირველ ეტაპზე არ იწვევენ ცოცხალი უჯრედების ძლიერ დაზიანებას და არც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ მკვებავი მცენარის ნივთიერებათა ცვლის პროცესებზე. ეს იმითაა განპირობებული, რომ მკვებავი მცენარის უჯრედებში შეჭრილი ობლიგატური პარაზიტების ჰაუსტორები გარს შემოვლებულია განსაკუთრებული მემბრანით, რომელიც არბილებს პათოგენის მიერ გამოყოფილი ფერმენტების მოქმედებას უჯრედის სტრუქტურებზე. პირიქით ზოგჯერ ობლიგატური პარაზიტები სტიმულს აძლევენ მცენარის ნივთიერებათა ცვლის პროცესებს, რომელიც ვლინდება სუნთქვის, ფოტოსინთეზის გაძლიერებით და ა. შ. როდესაც პარაზიტის მოქმედებით დაავადებული ქსოვილები კვდება, მაშინ პარაზიტი მკვდარ ქსოვილებში ვეღარ ვითარდება და მოსვენების ფაზაში გადადის, ან მოზამთრე სტადიას იძლევა ან კვდება. ობლიგატური პარაზიტები აავადებენ სრულიად ჯანსაღ, სიცოცხლისუნარიან მცენარეებს. მათი კულტივირება (ზოგიერთი გამონაკლისის გარდა) ვერ ხერხდება ხელოვნურ საკვებ არეებზე. ობლიგატური პარაზიტებს მიეკუთვნება ნაცროვანი სოკოები, პლაზმოდოფოროვანი, ტაფრინას გვარის სოკოები, ჟანგა სოკოების უმრავლესობა და სხვა. ობლიგატური პარაზიტებია ვირუსებიც.

ცალკედ გამოყოფენ აგრეთვე ეკოლოგიური ობლიგატური პარაზიტების ჯგუფს, რომლებიც ბუნებაში ყოველთვის არსებობენ როგორც ობლიგატური პარაზიტები. მაგრამ ლაბორატორიულ პირობებში შეიძლება გამოყოფილი იქნან სპეციალურად მომზადებულ საკვებ არეებზე. ასეთებია გუდაფშუტოვანი სოკოები, ჩანთიანი და ჟანგა სოკოების ზოგიერთი სახეობა.

სოკოს ვეგეტატიური სხეულის სუბსტრატში გავრცელების თავისებურების მიხედვით განასხვავებენ ენდო და ექტოპარაზიტებს. ენდოპარაზიტების მიცელიუმი ვითარდება დაავადებული ორგანოების ქსოვილებში. ის შეიძლება გავრცელდეს როგორც უჯრედშორისებში ისე თვით უჯრედებში, ან მხოლოდ უჯრედშორისებში (ამ შემთხვევაში უჯრედებში იჭრება სოკოს განსაკუთრებული გამონაზარდები -ჰაუსტორები). თუ სოკოს ვეგეტატიური სხეული პლაზმოდოფია, მაშინ მისი განვითარება მხოლოდმცენარის

უჯრედებშია შესაძლებელი. ენდოპარაზიტების მიცელიუმი შეიძლება იყოს ადგილობრივი და დიფუზიური, ერთწლიანი ან მრავალწლიანი. ენდოპარაზიტოზში აღნიშნულია ფიტოპათოგენური სოკოების უმრავლესობაში.

ექტოპარაზიტების მიცელიუმი ვითარდება მცენარის ზედაპირზე, რომელიც უჯრედებში აღწევს ჰაუსტორების მეშვეობით. ჰაუსტორების საშუალებით სოკო იკვებება უჯრედის შემადგენლობით და ამავდროულად მაგრდება სუბსტრატზე. ტიპიურ ჰაუსტორებს ივითარებს ნაცროვზანი სოკოები.

ობლიგატურ საპროფიტებს გააჩნიათ ფერმენტების დიდი კრებული, რომელთა საშუალებით შეუძლიათ სხვადასხვა სუბსტრატიდან ორგანული ნივთიერებების დაშლა და გადაყვანა მათთვის შესათვისებელ ფორმაში. აქედან გამომდინარე ობლიგატური პარაზიტების უმრავლესობას ახასიათებს არასპეციალიზირებული კვება, ე. ი. მათ შეუძლიათ დასახლდნენ და იკვებონ მრავალნაირ ორგანულ ნარჩენებზე.

მათგან განსხვავებით პარაზიტი სოკებისათვის დამახასიათებელია სპეციალიზაცია, ე. ი. ისინი სახლდებიან და აავადებენ ფილოგენეტიკურად მონათესავე მცენარეებს ან მცენარის გარკვეული ორგანოებს და ქსოვილებს ან კიდევ გარკვეული ხნოვანების მცენარეებს და ქსოვილებს. აქედან გამომდინარე განასხვავებენ პათოგენების ფილოგენეტიკურ, ონტოგენეტიკურ, ორგანოტროპულ და ჰისტოტროპულ სპეციალიზაციას.

ფილოგენეტიკურ სპეციალიზაციაში იგულისხმება პათოგენის უნარი იპარაზიტოსერით ან რამდენიმე (ზოგჯერ მრავალ), მაგრამ ყოველთვის განსაზღვრულ მკვებავ მცენარეებზე. ფილოგენეტიკური სპეციალიზაცია ჩამოყალიბდა პარაზიტის და მისი მკვებავი მცენარის ხანგრძლივი შეუღლებული ევოლუციის (ფილოგენეზის) შედეგად. ფართო სპეციალიზაციის, საკვები სუბსტრატის ნაკლებად განმასხვავებელ პათოგენებს პოლიფაგებს უწოდებენ, ხოლო ვიწროსპეციალიზაციის პარაზიტებს, რომლებიც გამოირჩევიან მკაცრი ამორჩევითობით მკვებავი მცენარეების მიმართ - მონოფაგებს უწოდებენ.

განასხვავებენ ძალიან ფართო ფილოგენეტიკური სპეციალიზაციის პათოგენებს, რომლებიც აავადებენ მცენარეთა მრავალ სახეობას სხვადასხვა ბოტანიკური ოჯახიდან. ასეთებია, მაგალითად, სოკოები *Sclerotinia*

graminearum და *Typhula graminearum*, რომლებიც იწვევენ ხორბლეულის, ზოგიერთი სხვა ბალახოვანი მცენარეების და აგრეთვე წიწვიანი და ფოთლოვანი ტყის მცენარეულობის ნერგების სიდამპლეს.

შედარებით ნაკლებად ფართო სპეციალიზაცია ახასიათებს იმ პარაზიტებს რომლებიც აავადებენ ერთი ოჯახის ფარგლებში შემავალ სხვადასხვა გვარის მცენარეებს. მაგალითისათვის შეიძლება მოვიყვანოთ სოკო *Plasmodiophora brassicae* - ჯვაროსანთა კილას გამომწვევი, რომელიც პარაზიტობს ამ ოჯახში შემავალ მცენარეთა მრავალ სახეობაზე.

ვიწრო სპეციალიზაციას ამჟღავნებს სხვადასხვა სისტემატიკურ ჯგუფში შემავალი მრავალი ფიტოპათოგენური სოკო. ის შეიძლება იყოს გვარობრივი, როცა პათოგენი აავადებს ერთი გვარის ყველა ან ცალკეულ სახეობას.

ობლიგატურ პარაზიტებს შორის (ნაცროვანი, ჟანგა სოკოები) გვხვდება ისეთი სახეობები (ზოგჯერ მათ კრებულ სახეობებს უწოდებენ), რომლებიც წარმოდგენილია ფორმათა ერთობლიობით. ეს ფორმები მორფოლოგიურად არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, მაგრამ განსხვავდებიან სპეციალიზაციით. ისინი მკვებავ მცენარეთა ვიწრო წრეს აავადებენ, სახელდობრ, ერთი გვარის მცენარეთა ფარგლებში მხოლოდ ცალკეულ სახეობებზე პარაზიტობენ. სოკოს ერთი და იმავე სახეობის შიგნით არსებულმა ასეთმა ფორმებმა სპეციალიზირებული ფორმების (ლათინური სახელწოდება *forma specialis*, შემოკლებით *f. sp.* ან უბრალოდ *f.*) სახელწოდება მიიღო. მაგალითად, ნაცროვანი სოკოების ერთ-ერთი სახეობა *Phyllactinia suffulta* პარაზიტობს თხილზე, იფანზე, არყის ხეზე, წიფელზე და სხვა გვარის სახეობებზე. მის შემადგენლობაში გამოიყოფა სპეციალიზებული ფორმები: *Ph. suffulta f. coryli*, *Ph. suffulta f. fraxini*, *Ph. suffulta f. betulae*, *Ph. suffulta f. carpini* და ა. შ. რომლებიც აავადებენ ზემოთ ჩამოთვლილი გვარის მცენარეებიდან მხოლოდ ერთ-ერთს.

როცა სოკო მხოლოდ ერთი სახეობის მცენარეს აავადებს სახეობრივი სპეციალიზაცია მხოლოდ იმ შემთხვაში აღინიშნება, მაგალითად შეიძლება დასახელდეს სოკო *Peridermium pini* – ჩვეულებრივი ფიჭვის ფისისებრი კიბოს გამომწვევი.

მრავალი გამოკვლევით დადასტურებულია, რომ სპეციალიზირებული ფორმები იყოფა უფრო წვრილ სისტემატიკურ ერთეულებად ფიზიოლოგიურ

რასებად. ფიზიოლოგიური რასები აავადებენ ერთ სახეობაში შემავალ მცენარეთა მხოლოდ გარკვეულ ჯიშებს. ფიზიოლოგიური რასები აღინიშნება ციფრებით (მაგ., *Puccinia graminis f. tritici* 37).

ფიზიოლოგიური რასები იყოფა უფრო წვრილ ერთეულებად ე. წ. ბიო ტიპებად, რომლებიც აავადებენ ერთ სახეობაში შემავალ ცალკეულ ჯიშებს. დაავადება არ გადადის ერთი ჯიშიდან მეორე ჯიშზე.

ონთოგენეტიკური სპეციალიზაციაში იგულისხმება პათოგენის უნარი იპარაზიტოს მცენარის ინდივიდუალური განვითარების გარკვეულ ასაკობრივ ეტაპზე. ე. ი. როცა პათოგენს შეუძლია დაავადოს მხოლოდ გარკვეული ხნოვანების მცენარეები. მაგალითად, ნათესების ჩაწოლის გამომწვევი პათოგენები აავადებენ მხოლოდ ერთ თვემდე ასაკის აღმონაცენს. სოკო *Melampsora pinitorqua*, ფიჭვის ტოტების დეფომაციის გამომწვევი აავადებს 10-12 წლამდე ასაკის ფიჭვის მცენარეებს. მუხის ნაცრის გამომწვევი სოკო *Podosphaera pannosa*, როგორც ყველა ნაცრის გამომწვევი სოკო აავადებს ვარდისა და ატმის მხოლოდ ახალგაზრდა მოზარდ ფოთლებსა და ყლორტებს. მაშინ როცა სოკო *Lophodermium* და სხვა გვარის წარმომადგენლები ვითარდებიან მხოლოდ ძველ წიწვებზე ან ფოთლებზე, ან კიდევ ტოტებზე ან ღეროზე.

სპეციალიზაციის განხილულ ტიპებს (ფილოგენეტიკური და ონთოგენეტიკური) დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, ვინაიდან უშუალოდ დაკავშირებული არიან მცენარის გამძლეობასთან ინფექციური დაავადებების მიმართ. ისინი შეიძლება გამოყენებული იქნას სელექციური მუშაობის დროს მერქნიან მცენარეთა გამძლე ჯიშებისა და ფორმების შერჩევისას, მცენარეთა დაცვის სისტემაში კონკრეტული სატყეო-სამეურნეო და ქიმიური ღონისძიებების დასაბუთებისათვის და ნარგაობის გამძლეობის ამალღებისათვის.

ორგანოტროპული სპეციალიზაცია - გულისხმობს პათოგენის უნარს დაავადოს მკვებავი მცენარის მხოლოდ გარკვეული ორგანოები, ხოლო ჰისტოტროპული მკვებავი მცენარის მხოლოდ გარკვეული ქსოვილები. მაგალითად, ქეცის გამომწვევი სოკოების ზოგიერთი სახეობები (*Venturia* - ს გვარის წარმომადგენლები) ხასიათდებიან შედარებით ფართო ორგანოტროპული სპეციალიზაციით, ვინაიდან აავადებენ ფოთლებს,

ყლორტებს და ზოგჯერ ნაყოფებსაც. მათ საპირისპიროდ, მაგალითად, სოკო *Septoria populi*, არყის ხის ფოთლების ლაქიანობის გამომწვევი აავადებს მხოლოდ ფოთლებს, ფოთლებში კი მხოლოდ პარენქიმულ ქსოვილებს. მერქნიანი სახეობათა ზოგიერთი სიდამპლის და ნეკროზულ-კიბოვანი დაავადებების გამომწვევ სოკოებს შეიძლება ჰქონდეს ერთნაირი ორგანოტროპული სპეციალიზაცია, ვინაიდან ისინი უმთავრესად აავადებენ ხის ღეროებს, მაგრამ მათი ჰისტოტროპული სპეციალიზაცია სრულიად განსხვავებულია: პირველი ვითარებიდან ღეროს მერქანში, მეორე კი აავადებენ ქერქსა და კამბიუმს.

4.1.7. სოკოების ეკოლოგია

სოკოების ნორმალური ზრდა განვითარება და ცხოველმყოფელობა, მათი პარაზიტული აქტიურობა პირველ რიგში დამოკიდებულია გარემო პირობებზე. უპირველეს ყოვლისა ტენიანობაზე, ტემპერატურაზე, მჟავიანობაზე, ჟანგბადის არსებობაზე, განათებაზე. ყოველი ამ ფაქტორის გავლენა შეიძლება სოკოებზე შეიძლება შეიცვალოს სხვა პირობების ცვლილებასთან დაკავშირებით. დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ცალკეული ფაქტორების განსაზღვრულ შეთანწყობას და მათი ზემოქმედების ხანგრძლივობას. აღსანიშნავია შემდეგი ძირითადი ფაქტორები:

ტემპერატურა - ძალიან დიდ გავლენას ახდენს სოკოების ზრდა-განვითარებაზე, გამრავლებასა და ფიზიოლოგიურ აქტიურობაზე. სხვადასხვა ჯგუფის და სახეობის სოკოების მოთხოვნილება ტემპერატურის მიმართ არაერთგვაროვანია. იმ სოკოებთან ერთად, რომელთა ტემპერატურული ოპტიმუმი დაახლოებით 25-30⁰-ის ფარგლებში დევს (ზოგჯერ უფრო მაღალიც), ცნობილია ისეთი სახეობებიც, რომელთა ოპტიმალური ტემპერატურა 0 დან 10⁰C ფარგლებშია. ისეთი სახეობებიცაა ცნობილი, რომელთა აქტიური განვითარება 0-3⁰C (თოვლ ქვეშ) ფარგლებში მიმდინარეობს. მაგალითად, ფიჭვის თოვლის შუტეს და ნერგების სიდამპლის გამომწვევი სოკოები. სოკოების უმრავლესობისათვის ოპტიმალური ტემპერატურა 18-25⁰ C ფარგლებშია.

ოპტიმალური ტემპერატურის ფარგლებში ნივთიერებათა ცვლის პროცესები, ზრდა და სპორების წარმოქმნა ჩვეულებრივ უფრო ინტენსიურად

მიმდინარეობს. თუმცა ზოგჯერ ზრდის ოპტიმალური ტემპერატურა არ ემთხვევა იმავე სოკოს სპორების წარმოქმნისა და ფიზიოლოგიური პროცესის ოპტიმალურ ტემპერატურას. პარაზიტი სოკოს მაქსიმალური პათოგენურობაც ყოველთვის არ ვლინდება მის ოპტიმალურ ტემპერატურაზე. გადამწყვეტ როლს აქ ხშირად თამაშობს დაავადებული მცენარის ასაკობრივი და ფიზიოლოგიური მდგომარეობის შეთანწყობა გარემოს სხვა ფაქტორებთან. სოკოს სპორების გაღვივებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს არის ტემპერატურას. ზოგჯერ ტემპერატურაზე დამოკიდებულია არა მარტო სპორების გაღვივების შესაძლებლობა, არამედ გაღვივების სისწრაფეც.

თუ სახეობის საუკეთესო განვითარებისათვის აუცილებელია ოპტიმალური ტემპერატურა, ბუნებაში მათი სიცოცხლის შენარჩუნებისა და შენახვისათვის არანაკლებ მნიშვნელოვანია მინიმალური და მაქსიმალური ტემპერატურები, რომლებსაც კრიტიკულ ტემპერატურებს უწოდებენ. მინიმალური ტემპერატურის დროს იწყება სოკოს ცხოველმყოფელობის პროცესები, მაქსიმალურ ტემპერატურაზე ისინი მკვეთრად სუსტდება და თითქმის ჩერდება. ზოგიერთი სოკოების მოსვენების სპორებს, სკლეროციუმებს, ნაყოსხეულებს უნარი აქვთ გარკვეული დროის განმავლობაში გაუძლონ ექსტრემალურ ტემპერატურებს, რომლის დროს მთლიანად წყდება სასიცოცხლო პროცესები. მაგალითად, აბედა სოკოების მრავალწლიანი ნაყოფსხეულები სიცოცხლისუნარიანობას ინარჩუნებენ მაღალი (- 40° C-მდე) ყინვების დროს.

მაღალი ტემპერატურის ფუნგიციდური მოქმედება გამოიყენება სოკოებით დასენიანებული ხის მასალების, ნაკეთობების და სუბსტრატების დეზინფექციისათვის, თესლისა და სარგავი მასალის გაუსნებოვნებისათვის. მაღალი ტემპერატურის და ქიმიური დამუშავების შეთანწყობილ გამოყენებას ეფუძნებასტერილიზაციის თერმოქიმიური მეთოდი.

ტენიანობა - სოკოების ერთ-ერთი სასიცოცხლო პირობას წარმოადგენს წყლის ამა თუ იმ ფორმით არსებობა. ამ ფაქტორზე დამოკიდებულების მიხედვით განისაზღვრება სოკოს კუთვნილება ამა თუ იმ ეკოლოგიური ჯგუფისადმი, ხოლო ფიტოპათოგენურ სოკოებში ტენიანობასთან დაკავშირებულია აგრეთვე მათი პარაზიტიზმის თავისებურებანი. საკვები სუბსტრატის ტენიანობაზე ბევრადაა დამოკიდებული სოკოების დასახლების

გარკვეული სახეობების მიერ მათი გამოყენების შესაძლებლობა. გარემომცველი ჰაერის ტენიანობა ხშირად განსაზღვრავს სოკოების სპორების წარმოშობის ინტენსივობას და ინფექციური საწყისის გავრცელებას.

წყლის სოკოები როგორც ვეგეტატიური ზრდის, ასევე გამრავლების პერიოდში საჭიროებენ სრულიად წყალში ყოფნას, ვინაიდან მათი გამრავლება ხდება ზოოსპორებით. ნიადაგის სოკოების მრავალი წარმომადგენელი, რომელთა განვითარების ციკლში წარმოიქმნება ზოოსპორები უფრო კარგად ვითარდებიან ნიადაგის მაღალი ტენიანობის პირობებში. თუმცა ჟანგბადის მომთხოვნი სოკოებისათვის ნიადაგისჰარბტენიანობა არახელსაყრელია, ვინაიდან ამ დროს მკვეთრად უარესდება მისი აერაცია.

მერქნის დამშლელი სოკოების უმრავლესობისათვის ოპტიმალურია მერქნის ზომიერი ტენიანობა (30-80 % -ის ფარგლებში), მაგრამ ცალკეულ სახეობებში სუბსტრატის ტენისადმი მოთხოვნილება გამოდის ამ ფარგლებიდან. თითქმის ყველა ხმელეთის სოკოები მოითხოვენ სუბსტრატის მაღალ ტენს მიცელიუმის ზრდის პერიოდში, ე. ი. ვეგეტატიური მასის აქტიური დაგროვების პერიოდში.

ჰაერის მაღალი ფართობითი ტენიანობა (ზოოსპორების წარმომქმნელი სოკოებისთვის - წყლის წვეთი ცვარისა და ნამის სახით) უფრო მეტად აუცილებელია უსქესო გამრავლების ორგანოების წარმოშობის დროს. სქესობრივი გამრავლების ორგანოების წარმოშობის დროს წყლისადმი მოთხოვნილება ზოგჯერ მცირდება, ტენისადმი მოთხოვნილება განსაკუთრებით მკვეთრად მცირდება სოკოს მოსვენების სტადიაში გადასვლის პერიოდში. მაგალითად, სკლეროციუმების წარმოშობის დროს. ჰაერის მაღალი ტენიანობა ან წყლის წვეთი სოკოების უმრავლესობისათვის აუცილებელია ნაყოფსხეულებიდან სპორების გამოთავისუფლებისათვის და მათი გავრცელებისა და გაღვივებისათვის. ჰაერის დაბალი ატმოსფერული ტენიანობის პირობებში მიცელიუმის განვითარება და უხვი ნაყოფიანობის წარმოქმნა მხოლოდ ზოგიერთი სოკოებისათვისაა დამახასიათებელი (მაგალითად, ნაცროვანი სოკოები).

ფიტოპათოგენური სოკოები, განსაკუთრებით ობლიგატური პარაზიტები მათთვის აუცილებელ წყალს მკვებავი მცენარის ცოცხალ ქსოვილებში

ნახულობენ. ამიტომ მათი განვითარება ვეგეტატიური ზრდის პერიოდში ნაკლებად დამოკიდებულია ჰაერის ტენიანობის ცვალებადობაზე.

მჟავიანობა - არის რეაქციას დიდი მნიშვნელობა აქვს სოკოების ზრდასა და ცხოველმყოფელობაში. ის წარმოადგენს ერთ-ერთ მთავარ ფაქტორს, რომელიც განაპირობებს სოკოების მიერ გარკვეული სახეობების მცენარეების ან მისი ორგანოების დაავადებას, მათ დასახლებას სხვადასხვა ბუნებრივ სუბსტრატებზე, საკვებ პროდუქტებზე, სამრეწველო მასალებზე და ა. შ.

სოკოების დიდი ნაწილი ირჩევს არის სუსტ რეაქციას (pH 4,0-6,0), მაგრამ არის სოკოების ისეთი სახეობები, რომლებსათვისაც სასარგებლოა უფრო მჟავე, ნეიტრალური ან ტუტე რეაქციის სუბსტრატები. ტუტე საკვები არეები ესაჭიროება, მაგალითად, ცხოველების პარაზიტ სოკოებს (სახელდობრ, ენტომოპათოგენურ სოკოების) ან ცხოველური წარმოშობის ნარჩენების დამშლელ სოკოების.

არის რეაქციის (pH-ის) ოპტიმალური და კრიტიკული მნიშვნელობა სოკოების ვეგეტატიური ზრდის, მეტაბოლიზმის პროცესების, ნაყოფიანობის, სპორების გაღვივებისათვის რამდენადმე განსხვავებულია. არის რეაქციისადმი სოკოების მოთხოვნილება შეიძლება შეიცვალოს სუბსტრატში საკვები ნივთიერებების შემადგენლობის, ტემპერატურის, აერაციისადმი დამოკიდებულებასთან დაკავშირებით. სოკოების ზოგიერთ სახეობას უნარი აქვს ფერმენტების ან მეტაბოლიზმის პროდუქტების გამოყოფით თავად გაამჟავონ ანაამალღონ საკვები არეების ტუტიანობა.

სინათლე - სოკოების უმრავლესობა კარგად ვითარდება გაბნეულ სინათლეზე. სოკოს მიცელიუმი სინათლისადმი ჩვეულებრივ ნაკლებად მგრძნობიარეა, მაგრამ სპორათწარმომქნელი ორგანოების ნორმალურად განვითარებისათვის სინათლე როგორც წესი აუცილებელია. მრავალი სოკო სიბნელეში სპორებს არ ივითარებს ან სუსტად ივითარებს, სხვები (მაგალითად, ზოგიერთი აბედა) წარმოქმნის მახინჯ, ზოგჯერ სტერილურ ნაყოფსხეულებს. ისეთი სახეობებიც გვხვდება (ნამდვილი სახლის სოკო, შამპიონები, ტრიუფელები), რომლებიც განათებას საერთოდ არ საჭიროებენ.

სოკოებისათვის დამახასიათებელია ფოტოტაქსისის და ფოტოტროპიზმის რეაქციები. ეს რეაქციები შეიძლება იყოს დადებითი ან უარყოფითი. ასე მაგალითად, პლაზმოდუმი და ზოოსპორები შეიძლება აქტიურად

გადაადგილდნენ სინათლისაკენ ან მის საწინააღმდეგოდ (დადებითი და უარყოფითი ფოტოტაქსისი). ფოტოტროპიზმის მოვლენა უფრო მეტად აღინიშნება სოკოების რეპროდუქტიულ ორგანოებში და ვლინდება კონიდიათმტარების, სპორანგიათმტარების, ნაყოფსხეულების სინათლის წყაროს მიმართულებით ზრდით ან გადახრით ან პირიქით. მორიგეობით დაბნელება და განათება არც თუ იშვიათად სტიმულს აძლევს სოკოების ზრდისა და სპორათწარმოქმნის პროცესებს.

პირდაპირი მზის სხივები ჩვეულებრივ აფერხებს მიცელიუმის ზრდას, ხოლო ხანგრძლივი ზემოქმედება იწვევს მის სიკვდილს. პირდაპირ მზის სხივების მოქმედებას ვერ იტანს მრავალი სოკოს გამავრცელებელი სპორებიც, განსაკუთრებით შეუფერავი. გამონაკლისია ნაცროვანი სოკოები. სოკოს სკლეროციუმები, მოსვენების სპორები და ნაყოფსხეულები შემთხვევითი არ არის ამტანი მზის პირდაპირი ნათების მიმართ. მათ როგორც წესი გააჩნიათ სქელი და ინტენსიურად პიგმენტირებული გარსი.

სოკოს სპორების, ნაყოფსხეულების და სხვა ორგანოების გარსში არსებული მოწინგოსფრო-შავი პიგმენტები (მელანინები), იცავს მათ ულტრაიისფერი, ინფრაწითელი, კოსმოსური და სხვა გამოსხივებისაგან. იონიზირებული გამოსხივება დოზაზე, ექსპოზიციაზე, სოკოს ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე, ტერმპერატურაზე, ტენიანობაზე და სხვა ფაქტორებზე დამოკიდებულების მიხედვით სტიმულს აძლევს სოკოს ზრდასა და ნაყოფიანობას, ცვლის მის გენეტიკური თვისებებს (მუტაციის გამოვლენა) ან იწვევს სოკოს სიკვდილს.

4.1.8. სოკოების კლასიფიკაცია

სოკოების კლასიფიკაცია მეცნიერების დიდ ინტერესს წარმოადგენს. მრავალი საკითხის მოლეკულურ - გენეტიკურ დონემდე შესწავლით დადგენილია, რომ ბუნებაში არსებობს ნამდვილი სოკოები და სოკოს მსგავსი ორგანიზმები. დღეისათვის მთლიანად შეცვლილია შეხედულება სოკოების სისტემატიკის შესახებ. სოკოთა (Mycota) სამეფოდან გამოყოფილი იქნა ის ორგანიზმები, რომლებსაც ახასიათებს მოძრავი სტადია. მათ „სოკოს მსგავსი ორგანიზმების“, „ცრუსოკოების“, „მიკოიდების“ სახელწოდება მიიღეს. ისინი გაერთიანებული იქნა პროკარიოტების ზე-სამეფოს Protozoa-ს და Chromista-ს

სამეფოებში, სახელდობრ, ყველა მიქსომიცეტი, ამებასმაგვარ ორგანიზმებთან ერთად გაერთიანდა Protozoa-ს სამეფოში, ხოლო ოომიცეტები და სხვა ცრუ სოკოები - სამეფო Chromista-ში. ამგვარად, თანამედროვე სისტემაში სოკოები და სოკოს მსგავსი ორგანიზმები გაიყო არა მარტო სამ ევოლუციურ ჯგუფად, არამედ გაერთიანდა ცოცხალ ორგანიზმთა სამ სამეფოში: Protozoa (=Protoctista), Chromista და Mycota. თუმც აუნდა აღინიშნოს, რომ სოკოების ერთიანი საყოველთაოდ მიღებული სისტემა ჯერკიდევ არ არის შექმნილი, ანუ ამ მიმართებით, დღესაც მრავალი კითხვა პასუხის გარეშე დარჩენილი. იმის გამო, რომ სხვადასხვა მკვლევარ - სისტემატიკოსი მიკრობიონტთა კლასიფიკაციის სხვადასხვა ვარიანტს იძლევა, ჩვენ ყველაზე მეტი უპირატესობა მივანიჭეთ მსოფლიოში აღიარებული მეცნიერის აგრიოსის კლასიფიკაციას (George N. Agrios, Plantpathology, 2004), ასევე ვიხელმძღვანელებთ უახლოესი ფილოგენეტიკური კლასიფიკაციით, რომელიც მიღებულია მიკოლოგთა 67-ე საერთაშორისო კონგრესზე (Hibbett, David S.; და სხვ.; 2007).

როგორც მცენარეებსა და ცხოველებში, სოკოებსა და სოკოს მსგავს ორგანიზმებშიც სისტემატიკის ძირითად ტაქსონომიურ ერთეულად მიღებულია სახეობა, რომელიც შემოღებული იქნა ჯერ კიდევ კ. ლინეის მიერ. ყოველ სახეობას გააჩნია ლათინური სახელწოდება, რომელიც შედგება ორი სიტყვისაგან: პირველი აღნიშნავს გვარს, რომელსაც მიეკუთვნება მოცემული სახეობა, ხოლო მეორე თავის მხრივ წარმოადგენს სახეობრივ ეპითეტს. ხშირ შემთხვევაში ფრჩხილებში მოცემულია ავტორი, რომელმაც პირველად შემოიტანა მოცემული სახეობისათვის გამოყენებული სახეობრივი ეპითეტი. მაგალითად, ვაშლის ქეცის გამომწვევი სოკოს *Venturia inaequalis-თვის* ეს იყო კუკ-ი, რომელმაც ეს სახეობა პირველად აღწერა როგორც *Sphaerella inaequalis*. შემდეგ მოცემულია ავტორი, რომელმაც შემოიტანა მოცემული სოკოს დღეისათვის გამოყენებული გვარობრივი და სახეობრივი კომბინაცია. *Venturia inaequalis* შემთხვევაში ეს იყო ვინტერი (Winter, 1875). ამგვარად სოკოს სწორი სახელწოდებაა *Venturia inaequalis*. ხოლო, ხეხილის მონილიოზის შემთხვევაში, მისი გამომწვევი სოკოს სწორი სახელწოდებაა *Monilinia fructigena*.

დღეისათვის მოქმედი კლასიფიკაციის თანახმად სახელმძღვანელოში განხილულია ის ტაქსონომიური ერთეულები, რომელთა შემადგენლობაში შედის მცენარეთა დაავადების გამომწვევი ფიტოპათოგენური სოკოები.

4.2. სამეფო Protozoa, ანუ Protoctista

ამ სამეფოში გაერთიანებულია სოკოს მსგავსი ორგანიზმები, რომლებიც შედიან ორ ძირითად განყოფილებაში: *Myxomycota* და *Plasmodiophoromycota*. ვეგეტატიური სხეული პლაზმოდუმი. უსქესო გამრავლება ხორციელდება ზოოსპორებით. სქესობრივი პროცესი იზოგამიურია, რომლის დროსაც წარმოიქმნება დიპლოდიური პლაზმოდუმი.

4.2.1. განყოფილება მიქსომიცეტები - Myxomycota

ამ განყოფილების წარმომადგენლებს ახასიათებთ პლაზმოდუმის ან მისი მსგავსი სტრუქტურა. მიქსომიცეტების დიდი ნაწილი - ტყის საპროფიტყებია, რომელთა პლაზმოდუმები ბინადრობენ ტყის მკვდარ საფარში ყოველნაირ მერქნიან ნარჩენებზე (წაქცეულ ხეებზე, ჯირკვებზე და ა. შ.). ლორწოვანი სოკოები წარმოქმნიან განსაკუთრებულ, მრავალნაირი ფორმისა და აგებულების სპორათწარმოქმნელ ორგანოებს-ეტალიებს, რომელთა მომწიფების შემდეგ ფორმირდება მოსვენების სპორები.

განყოფილებაში გაერთიანებულია ერთი კლასი ლორწოვნები - Myxomycetes, ერთი რიგი ფიზარალები - *Physarales* და სამი გვარი.

ლორწოვნების სხეული შიშველი, ამორფული პლაზმოდუმი. წარმოქმნიან ზოოსპორებს, იზრდებიან მცენარეებზე, მაგრამ არ აინფიცირებენ მათ.

ფიზარალების საპროფიტული პლაზმოდუმი დასაბამს აძლევს მკვრივ ნაყოფსხეულს, რომელიც შეიცავს ორმოლტიან ზოოსპორებს.

მიქსომიცეტების ყველაზე ფართოდ გავრცელებული გვარებია: *Fuligo*, *Mucilago*, *Physarum* და სხვა, რომლებიც წარმოქმნიან ლორწოს (on low-lying plants).

განყოფილება პლაზმოდოფორომიცეტები - Plasmodiophoromycota

ამ განყოფიების წარმომადგენლები ენდოპარაზიტული ლორწოვნებია. მასში გაერთიანებულია ერთი რიგი პლაზმოდოფორალები – Plasmodiophorales. პლაზმოდოფორომიცეტები ობლიგატური შიგა უჯრედული პარაზიტებია. მათი ვეგეტატიური სხეული მრავალბირთვიანი პროტოპლაზმაა, რომელსაც არ შეუძლია დამოუკიდებელი მოძრაობა და ცხოვრობს მკვებავი მცენარის უჯრედებში. პათოგენის გავლენით უჯრედებში ირღვევა ფენოლური და ინდოლური შენაერთების წარმოქმნა, რაც იწვევს მათი უჯრედების მოცულობის ზრდას (ჰიპერტროფია) და გამრავლების სტიმულაციას (ჰიპერპლაზმია). ვეგეტაციის ბოლოს პლაზმოდოფი იშლება მრავალრიცხოვან ცალკეულ სპორებად, რომლებიც დაფარულია მკვრივი გარსით. დაავადებული ქსოვილების დაღვრის შემდეგ ნიადაგში მოხვედრილი სპორები გარდაიქმნება მოსვენების სპორებად, რომლებიც რამდენიმე წლის განმავლობაში ინარჩუნებენ სიცოცხლისუნარიანობას. ხელსაყრელი პირობების დადგომისას ისინი ღვივდებიან და წარმოქმნიან ამებისმაგვარ ზოოსპორებს, ეს უკანასკნელნი კვლავ აავადებენ მცენარეებს.

პლაზმოდოფორომიცეტებიდან აღსანიშნავია ორი გვარი: Plasmodiophora და Polymyxa.

გვარი პლაზმოდოფორა – Plasmodiophora აერთიანებს ფართოდ გავრცელებულ პარაზიტ სახეობას - Plasmodiophora brassicae (სურ. 4-12),



სურ. 5-12 (მარცხნიდან მარჯვნივ)-კომბოსტოს კილათი დაავადებული ფესვები, Plasmodiophora brassicae-ს სპორები, Polymyxa graminis -ის სპორები

იწვევს ჯვაროსანთა დაავადებას. იგი ცნობილია კომბოსტოს კილას სახელწოდებით. დაავადებული კომბოსტოს ფესვებზე და ფესვის ყელთან უვითარდება კორძები. ამ დროს მცენარე იწყებს ზრდაში ჩამორჩენას, გაყვითლებას და შეიძლება გახმეს კიდეც. კორძების გამომწვევი პარაზიტი, რომელიც მოქმედებს მცენარეზე, იწვევს მისი უჯრედების გაღიზიანებას და გამრავლებას. მცენარის დაავადება ხდება ფესვის საწოვრიდან, სადაც იჭრება სოკოს ზო ოსპორა. უჯრედში შეჭრილი ზოოსპორა იზრდება და ქმნის პლაზმოდიუმს. პლაზმოდიუმი სხვა უჯრედებში იჭრება, რის შედეგადაც წარმოქმნება კორძები. დაავადების გავრცელებას ხელს უწყობს მჟავე და თიხნარი ნიადაგები.

მეორე გვარის (*Polymyxa*) ერთ-ერთი წარმომადგენელი *Polymyxa graminis* პარაზიტობს ხორბალზე და სხვა მარცლოვანებზე.

4.3. სამეფო Chromista (ფსეუდოსოკოები) - სოკოს მსგავსი ორგანიზმები

4.3.1. ქვესამეფო Heterocontae

სოკოს მსგავს ორგანიზმებს გააჩნიათ ძირითადად მილისებრი მიტოქონდრიები, ფრთისებრი შოლტები, მათი უჯრედის კედლების შემადგენლობაში უფრო ხშირად შედის ცელულოზა და არა ქიტინი.

სამეფო წარმოდგენილია 3 განყოფილებით, რომელთა შორის ორი განყოფილების წარმომადგენლები უფრო მეტად საპროფიტებია, ზოგი კი წყლის მცენარეებისა და უმარტივესების პარაზიტები. მათი ვეგეტაციური სხეული ფილამენტური ან კოლონიურია, ძირითადად წარმოდგენილია ფოტოტროფული მიკროორგანიზმებით ტუბულარული შოლტოვანი დანამატებით ან გრანულარულ ენდოპლაზმურ ბადეში არსებული

ქლოროპლასტებით ან ორთავე ერთად აქვთ. აერთიანებს ოქროსფერ წყალმცენარეებს, დიატომებს, ოომიცეტებს და სხვა მსგავს ორგანიზმებს.

ფიტოპათოლოგიური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია განყოფილება ოომიცეტები.

წარმომადგენელთა ვეგეტაციური სხეული - თალუსი ძირითადად ერთუჯრედიანი დიპლოიდური მიცელიუმი. უჯრედის კედლის შემადგენლობაში ჭარბობს გლიუკანი - ცელლოზა; ნაკლები რაოდენობით შეიცავს ქიტინს. ძირითადი საამარაგო ნივთიერებაა B - გლიუკანი და მიკროლამინორანი. უსქესო გამრავლება მიმდინარეობს ორშოლტიანი ზოოსპორებით (შოლტები ჰეტერომორფულია გლუვი, პერისტული, წინა გრძელი და უკანა მოკლე) ან კონიდიებით. სქესობრივი პროცესი ოოგამიურია, რის შედეგად წარმოიქმნება ტელომორფა - ოოსპორა. ოომიცეტების განყოფილება აერთიანებს მხოლოდ ერთ კლასს - *Oomycetes*.

კლასი Oomycetes (წყლის ობი, თეთრი ჟანგა და ჭრაქი) აერთიანებს 9 რიგს, რომელთა შორის მნიშვნელოვანია:

რიგი **Saprolegniales**. აქვთ კარგად განვითარებული მიცელიუმი. ზოოსპორები წარმოიქმნება გრძელ, ცილინდრულ ზოოსპორანგიუმში, რომელიც მიცელიუმზე არის მიმაგრებული (სურ. 4-13). ოოგონიუმში რამდენიმე ოოსპორაა.

გვარი *Aphanomyces*-ის ერთ-ერთი წარმომადგენელი *A. euteiches* – იწვევენ ბარდას ფესვის სიდამპლეს (სურ. 4-14).



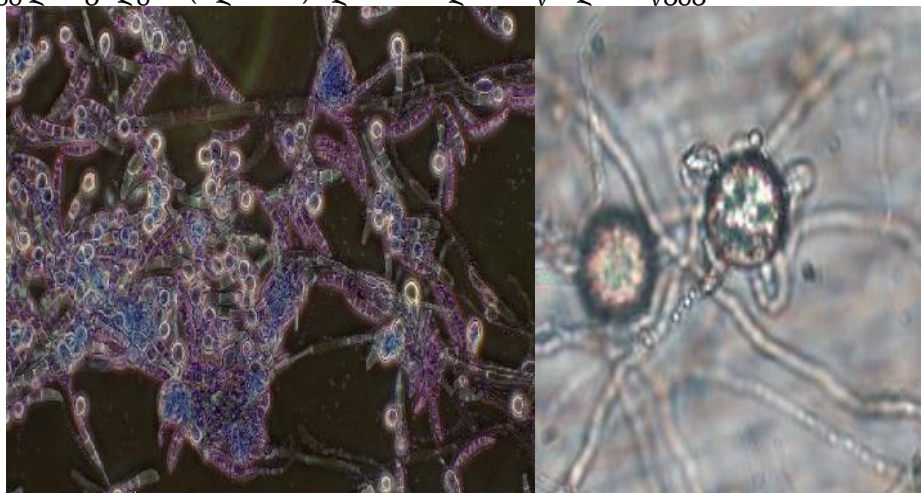
სურ. 4-13-ობის გამომწვევი სოკო *Saprolegnia* (მარცხნივ); სურ. 4-14-ბარდას სიდამპლის გამომწვევი *Aphanomyces euteiches* და დავადებული მცენარე (მარჯნივ)

რიგი პერენოსპოროვანები - Peronosporales. ოომიცეტების კლასის ყველაზე დიდი რიგია, რომელიც 20 გვარის 300-ზე მეტ სახეობას ითვლის. ვეგეტატიური სხეული წარმოდგენილია კარგად განვითარებული, დატოტვილი, უტიხრო (ერთუჯრედიანი) მიცელიუმით. ზოოსპორანგიუმები ოვალური, კვერცხის ან სფეროსებრია. ორშოლტიანი ზოოსპორების ერთი შოლტი ფრთისებრია და წინ არის მიმართული. მეორე შოლტი კი გლუვია და უკანაა მიმართული.

სქესობრივი პროცესი ოოგამიურია, ივითარებს მხოლოდ ერთ კვერცხუჯრედს. ოომიცეტების ევოლუციურ პროცესში კარგად არის ასახული ორი მიმართულება. პირველი დაკავშირებულია სოკოების წყლიდან ხმელეთზე ამოსვლასთან, ხოლო მეორე საპროფიტული კვების ტიპიდან ცოცხალი ორგანიზმების ორგანული ნივთიერებებით კვების ტიპზე გადასვლასთან. ხმელეთზე გადმოსვლის შედეგად ზოოსპორები თანდათან იცვლება კონიდიუმებით, პარაზიტული ცხოვრების პირობებთან შეგუების შედეგად კი წარმოიქმნება პარაზიტული კვების სპეციალური ორგანოები - ჰაუსტორები, რომლებიც მხოლოდ ობლიგატური პარაზიტებისათვის არის დამახასიათებელი. სპორანგიათმტარების აგებულების და ზოოსპორანგიუმების გაღვივების თავისებურებების საფუძველზე რიგი იყოფა ოთხ ოჯახად: ფიტასებრნი, ფიტოფტორასებრნი, პერენოსპოროვანები და ალბუგოსნაირები.

ოჯახი ფიტასებრნი - Pythiaceae. ზირითადად წყლისა და ნიადაგის სოკოებია გაერთიანებული, რომელთა შორის გვხვდება უმაღლესი მცენარეების ფაკულტატური პარაზიტები, რომლებიც მაღალი ტენის პირობებში ვითარდებიან. პითიუმის (*Pythium*) გვარის სოკოებს ძალიან წვრილი მიცელიუმი აქვთ. სპორანგიათმტარები ნაკლებად განსხვავდებიან ჰიფებისაგან. ცილინდრსებური ზოოსპორანგიუმები უშუალოდ მიცელიუმზე ღვივდებიან და წარმოქმნიან ზოოსპორებს. სპორანგიუმი წარმოიქმნება სომატურ ჰიფაზე ან ჰიფის წვერზე. ოოგონიუმი თხელკედლიანია.

ფიტასებრთა ოჯახის წარმომადგენლებიდან ყველაზე ფართოდ გავრცელებული გვარია ფიტუმი - *Phytium* (სურ. 4 -15). მისი ერთ-ერთი ფართოდ გავრცელებული წარმომადგენელია *Phytium de Barianum*, რომელიც ნიადაგის სოკოდ ითვლება და სათბურებში მცენარის აღმონაცენის ფესვის ყელს ავადებს (ალპობს) და ჩითილის ჩაწოლას იწვევს.



სურ. 4-15-ფიტუმის სხეული გამრავლების ორგანოებით

ოჯახი ფიტოფტორასებრნი - *Phytophthoraceae*

ძირითადი გვარია ***Phytophthora*** (სურ. 4-16). მიცელიუმი შეიძლება უშუალოდ უჯრედის კედლებიდანაც შეიჭრას მცენარეში და გამოიწვიოს მკვებავი მცენარის ქსოვილების სიკვდილი, რომელიც ვლინდება დაავადებულ ფოტლებზე მურა ლაქების გაჩენით. ლაქების ქვედა მხარეს წარმოიქმნება მოთეთრო ფერის ფიფქი, რომელიც წარმოადგენს სოკოს ნაყოფიანობას - სპორანგიათმტარებს სპორანგიუმებით (ანუ კონიდიუმებით). ისინი ამოდიან ბაგეებიდან და იფანტებიან.

გვარი *Phytophthora*-ს ფართოდ გავრცელებული წარმომადგენელია კარტოფილის ფიტოფტოროზი - *Phytophthora infestans*, რომელიც ყველგან გვხვდება, ავადებს კარტოფილის ფოთლებს, ღეროს ტუბერებს და სხვ. გარდა კარტოფილისა იწვევს პომიდორის დაავადებასაც;

Phytophthora citricola ავადებს ციტრუსებს;

Phytophthora parasitica - პომიდორს და სხვა კულტურებს;

phytophthora sojae - პარკოსნებს;

Phytophthora cactorum - სხვადასხვა სახეობის მცენარეთა ნერგების სიდამპლეს.



სურ. 5-16-ფიტოფტორა და მის მიერ გამოწვეული დაავადებული მცენარე ოჯახი პერენოსპოროფანები - Peronosporaceae. აერთიანებს მცენარეთა ობლიგატურ პარაზიტებს. კონიდიათმტარები მორფოლოგიურად მკვეთრად განსხვავდებიან მიცელიუმისაგან. სპორანგიუმები სპორანგიათმტარებს სცილდება და ვრცელდება როგორც დამოუკიდებელი სპორები - კონიდიუმები, რომელიც ღვივდებიან და წარმოქმნიან ზოოსპორებს ან ჰიფებს. ტენიან ამინდებში ფოთლის ქვედა მხარეზე კონიდიათმტარები კონიდიუმებით კონებათ გამოდიან ბაგეებიდან და წარმოქმნიან მოთეთრო ფერის ფიფქს. დაავადების ასეთი ხასიათის გამო ამ რიგის სოკოებით გამოწვეულმა დაავადებმა ცრუ ნაცრის სახელწოდება მიიღო. პერონოსპოროფანთა ოჯახიდან ფართოდ გავრცელებული გვარებია: *Plasmopara*, *Peronospora*, *Bremia*, *Pseudoperonospora* (სურ. 4-17).

გვარი *Plasmopara*, *Plasmopara viticola* ცნობილია ვაზის ჭრაქის სახელწოდებით. იგი მევენახეობას დიდ ზიანს აყენებს, აავადებს ვაზის ყველა

ორგანოს და იწვევს მოსავლის მკვეთრ შემცირებას, ხელსაყრელი კლიმატური პირობების დროს კი მოსავლს მთლიანად ანადგურებს.

გვარი *Peronospora*, *P. tabacina* იწვევს თამბაქოს ჭრაქს;

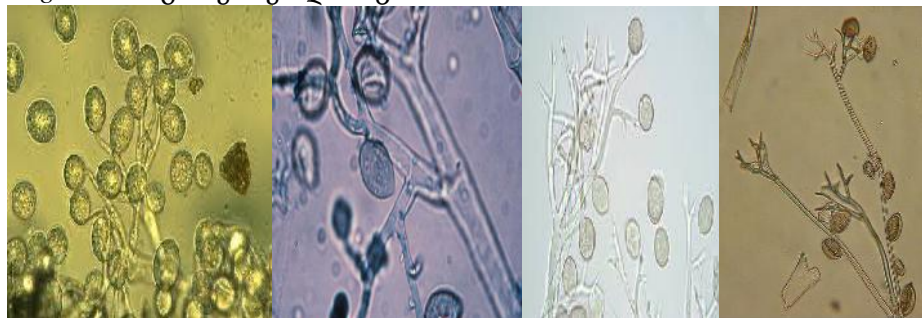
გვარი *Bremia*, *B. lactucae* - სალათის ფოთლების ჭრაქს;

გვარი *Pseudoperonospora*, *P. cubensis* - გოგრის ჭრაქს.

ფიტოპათოლოგიური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია ასევე შემდეგი

გვარები: *Peronosclerospora* და *Sclerophthora* (სურ.4-18).

გვარი *Peronosclerospora*, *P. sacchari* იწვევს შაქრის ჯარხლის ჭრაქს, ხოლო *P. Sorghi* - სორგოს ჭრაქს და სხვ.

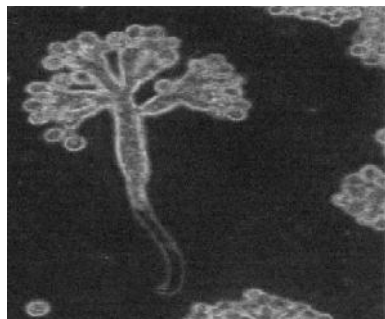


სურ.4-17

(მარცხნიდან მარჯვნივ) - *Plasmopara viticola*, *Peronospora tabacina*, *Bremia lactucae*, *Pseudoperonospora cubensis*

გვარი *Sclerophthora*, *S. rayssiae* var. *zeae* - სიმინდის მილდიუს;

გვარი *Sclerospora*, *S. sorghi* იწვევს ფეტვის ჭრაქს.



სურ. 4-18-მარცხნიდან მარჯვნივ: *Peronosclerospora rayssiae* var. *Zee*, *Sclerophthora sorghi* (სპორანგიოფორები და სპორანგიუმები)

ოჯახი ალბუგოსნაირები - Albuginaceae. ყველა წარმომადგენელი ობლიგატური წარაზიტია. ავადებენ მრავალ კულტურულ და ველურ მცენარეებს. ერთ - ერთი ფართოდ გავრცელებული წარმომადგენელია *Albugo candida* (Cystopus), რომელიც ცნობილია თეთრი ჟანგას სახელწოდებით, აავადებს ჯვაროსანთა ოჯახის წარმომადგებლებს - კომბოსტოს (სურ.4-19), ბოლოკს, თაღგამს, წიწმატს და სხვ. მათი კონიდიუმები ეპიდერმის ქვეშ პატარა თითისტარისებრ კონიდიათმტარებზე ერთიმეორეს მიყოლებითაა განლაგებული და სპორების ძეწკვებს ქმნიან (სურ. 4-20) ძეწკვების ზრდის გამო ეპიდერმისი ირღვევა და მცენარე ვადდება.



სურ.4-19-დაავადებული კომბოსტოს ფოთოლი; სურ.4-20-დაავადების გამომწვევი *Albugo candida*

4.4. სამეფო ნამდვილი სოკოები *Mycota, Fungi, cetalia*

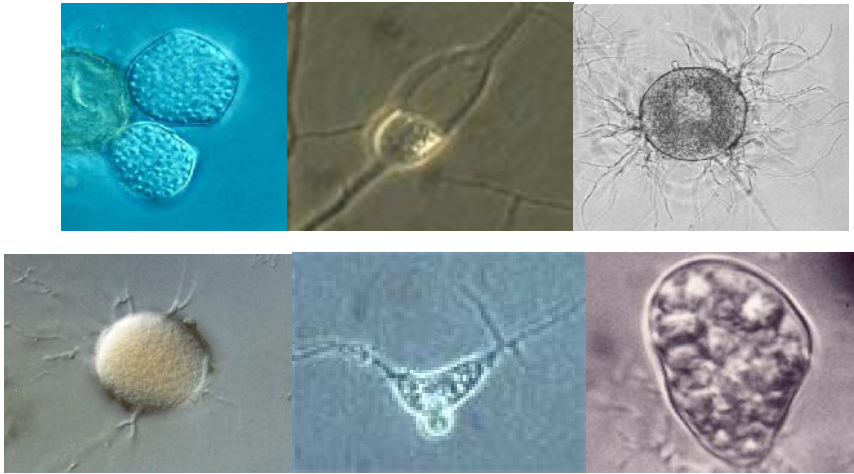
ცოცხალ ორგანიზმთა სამყაროში ნამდვილი სოკოები მრავალრიცხოვანი და მრავალფეროვანი ჯგუფია. მათი უჯრედის გარსი შეიცავს ქიტინს, რომელიც გლუკოზასთან, ან (*Zygomycota*-ს განყოფილებაში) ქიტოზანთან კომპლექსშია წარმოდგენილი. განვითარების ციკლში მოძრავი სტადია (ზოოსპორები, გამეტები) მხოლოდ ქიტრიდიომიცეტების წარმომადგენლებს გააჩნია. ზოოსპორები წარმოდგენილია ერთი გლუვი უკან მიმართული შოლტით.

სოკოთა სამეფო მოიცავს ოთხ განყოფილებას: ქიტრიდიომიცეტები-*Chytridiomycota*, ზიგომიცეტები-*Zygomycota*, ასკომიცეტები ანუ ჩანთიანი სოკოები-*Ascomycota*, და ბაზიდიომიცეტები-*Basidiomycota*. სამეფო მოიცავს ასევე უსრულ (მიტოსპორულ ანუ ანამორფულ) სოკოებს, რომლებსაც განვითარების ციკლში არ გააჩნიათ სქესობრივი სტადია და განიხილებიან როგორც ფორმალური ჯგუფი - (*Mitosporic Fungi Anamorphic Fungi*), რომლებსაც არ აქვს ტაქსონომიური სტატუსი. აღსანიშნავია, რომ ორი განყოფილების — ქიტრიდიომიცეტების და ზიგომიცეტების ვეგეტატიური სხეული შედგება არასეპტირებული მიცელიუმისაგან, ხოლო ასკომიცეტების და ბაზიდიომიცეტების განყოფილებების და უსრული სოკოების ჯგუფის ვეგეტატიური სხეული წარმოდგენილია მრავალუჯრედიანი დატიხრული მიცელიუმით.

4.4.1. განყოფილება ქიტრიდიომიცეტები - *Chytridiomycota*

მოლეკულური კვლევებით დადგენილია, რომ ქიტრიდიები სოკოების ყველაზე ადრინდელი ჯგუფია. ისინი საკმაოდ ახლოს დგანან ზიგომიცეტებთან. თანამედროვე სისტემატიკით ქიტრიდიების განყოფილება აერთიანებს ერთ კლას (*Chytridiomycetes*) და 6 რიგს (*Rhizophidiales*, *Cladochytriales*, *Polychytriales*, *Spizellomycetales*, *Rhizophlyctidiales*, *Lomycetales* (სურ. 4-20).

4.3.2. განყოფილება ოომიცეტები - *Oomycota*



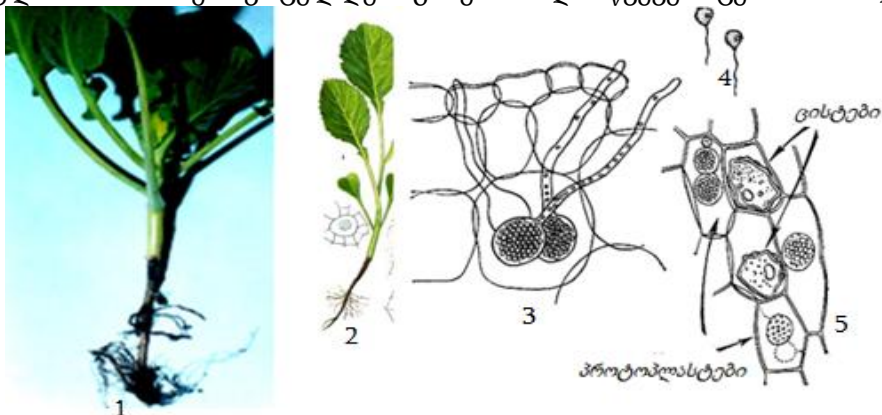
სურ. 4-20 (მარცხნიდან მარჯვნივ) Polychytriales,
Rhizophidiales, Cladochytriales Spizellomycetales, Rhizophlyctidiales,
Lomycetales

ქიტრიდიომიცეტების მეტი ნაწილი წყალში და ტენიან ადგილებში ბინადრობს. სოკოების ნაწილი პარაზიტობენ უმაღლეს მცენარეებზე, ნაწილი ბინადრობს ნიადაგში და მაღალი ტენიანობის პირობებში. უმრავლესობა - წყალმცენარეების, წყლის სოკოების, წყლის უხერხემლო ცხოველების პარაზიტებია. ხმელეთის ქიტრიდიომიცეტების სახეობრივი შემადგენლობა 500 აღემატება. ვეგეტატიური სხეული წარმოდგენილია პლაზმოდუმიტ ან ძალიან სუსტად განვითარებული მიცელიუმით (რიზომიცელიუმით). განვითარების ციკლში გააჩნიათ მოძრავი სტადია უკან მიმართული ერთი შოლტით. უჯრედის გარსის პოლისაქარიდული კომპლექსი შეიცავს ქიტინს გლუკოზასთან კომპლექსში. სქესობრივი პროცესი ჰოლოგამია, იზოგამია, ჰეტერო და ოოგამიურია. უსქესო გამრავლება ერთშოლტიანი ზოოსპორებით ცხოველურ ნარჩენებზე.

ფიტოპათოლოგიური თვალსაზრისით ხდება, რომლებიც წარმოიქმნება ზოოსპორანგიუმებში. თხელკედლიანი ზოოსპორანგიუმების გარდა ქიტრიდიომიცეტებს მოეპოვებათ მოსვენების სტადია სქელგარსიანი სხეულების ე. წ. ცისტების სახით. ცისტებში ხშირად ზოოსპორები

ვითარდება, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ იგი ზოოსპორანგიუმის როლსაც ასრულებს. სოკოები მნიშვნელოვან ნაწილს შეადგენს საპროფიტული სოკოები, რომლებიც სახლდებიან მკვდარ მცენარეულ და

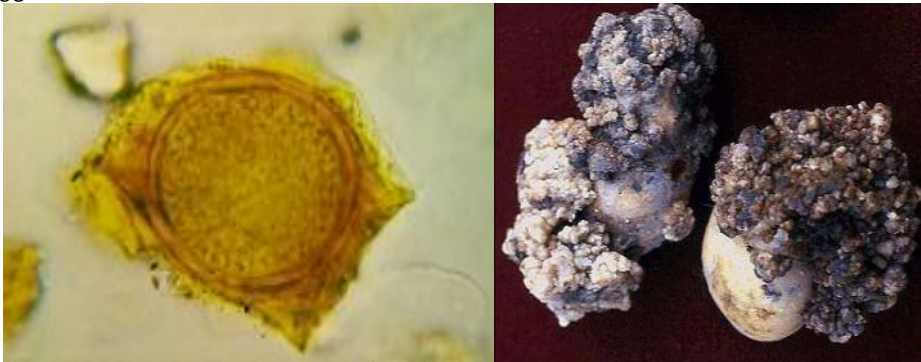
ქიტრიდიომიცეტების ერთ-ერთი ფართოდ გავრცელებული და დიდიზიანის მომტანი სახეობაა *Oplidium brassicae*, რომელიც იწვევს კომბოსტოს დაავადებას. იგი ცნობილია „კომბოსტოს შავფეხას“ სახელწოდებით (სურ. 4-21). დაავადებული მცენარის ორგანოები იწყებს გამუქებას და ბოლოს ილუპებიან. მცენარის დაინფიცირება მიმდინარეობს სათბურში პირველი ფოთლების გამოჩენისთანავე. ფესვის ზედაპირზე პათოგენის მოხვედრისას ზოოსპორა გარს შემოიკრავს და იჭრება პატრონ მცენარის უჯრედებში, სადაც იყოფა მრავალ ბირთვად, შეიმოიკრავს გარს და მთლიანად გარდაიქმნება ზოოსპორანგიუმად. ზოოსპორანგიუმი არღვევს პატრონ მცენარის უჯრედის კედელს და გამოდის გარეთ. ზოოსპორანგიუმში არსებული ზოოსპორები ვრცელდება გარემოში და იწვევენ მცენარის ახალ



სურ. 4-21- კომბოსტოს ოლპიდიუმი: 1,2-დაავადებული ახალგაზრდა კომბოსტოს მცენარეები; 3-ზოოსპორანგიუმები კომბოსტოს ფესვის ყელის უჯრედებში; 4-ზოოსპორები; 5- შიშველი პროტოპლასტები და ცისტები დაინფიცირებას. ზოოსპორებმა შეიძლება ერთმანეთს შეერწყას და წარმოქმნას ზიგოტა, რომელიც მეპატრონე მცენარის უჯრედს აინფიცირებს ისეთი გზით, როგორც ზოოსპორა. ის შეიმოსება სქელკედლიანი გარსით და გარდაიქმნება ცისტად. მოსვენების პერიოდის შემდგომ მისგან ვითარდება

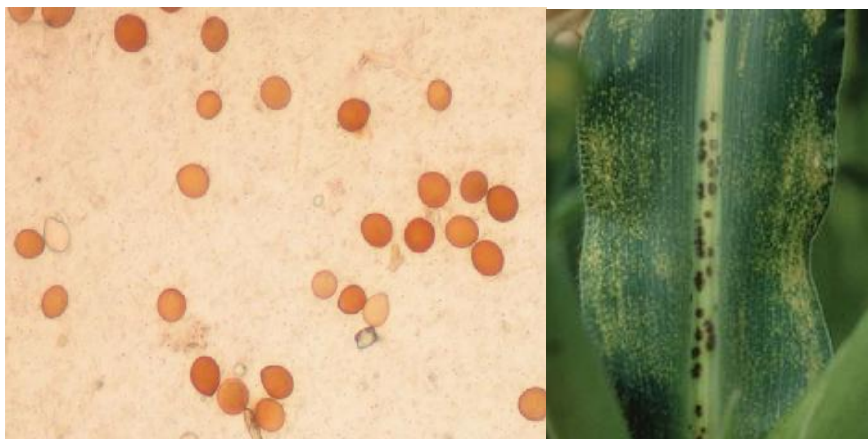
ზოოსპორები.განყოფილების მეორე მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია *Synchytrium endobioticum*, სახელწოდებით. კიბოთი ავადდება მცენარის ყველა ორგანო, მეტადრე ტუბერები. დაარომელიც ცნობილია კარტოფილის „კიბოს“ ვადების გარეგნული ნიშნებია: სხვადასხვა ზომის კორძების წარმოქმნა ტუბერებზე, რომელიც თანდათანობით შავდება, რაც იმის მაჩვენებელია რომ იწყება კორძების ღპობა და ტუბერების გაფუჭება (სურ.4-22).

დაავადების გამომწვევია ერთ შოლტიანი ზოოსპორა, რომელიც ხვდება ახალგაზრდა ტუბერის ზედაპირზე. მისი პლაზმა გადადის ახალგაზრდა ტუბერის ეპიდერმისის უჯრედში და მისი გავლენით იწყება უჯრედის ძლიერი გამრავლება. დაავადებულ ორგანოზე შექმნილი ახალგაზრდა უჯრედების მასა ქმნის კორძებს. ამის გამო ამ დაავადებას უწოდებენ კიბოს. ზოოსპორის პლაზმა ზომაში იზრდება და მისი შიგთავსი გარდაიქმნა ზოოსპორად (ზაფხულის სპორა ანუ ცისტა). ზოოსპორები კოპულაციის დროს ისევ ქსოვილში იჭრება და დაზამთრებისას შესვენების სტადიას ანუ ცისტას იძლევა.



სურ. 4-22-*Synchytrium endobioticum*-ის სპორანგიუმი და კიბოთი დაავადებული კარტოფილის ტუბერი

განყოფილების მესამე გვარიდან აღსანიშნავია *Physoderma maydis*, რომელიც სიმინდის საშიშ დაავადებად ითვლება. აავადდება სიმინდის ღერო, ფოთლები, ვაგინა, ტაროს ფუჭოების გარეთა ნაწილები. აღსანიშნავია, რომ დიდი ხნის დაავადებულ ადგილებზე ქსოვილი შავდება (სურ. 5-23).



სურ. 4-23 - *Physoderma maydis*-ის სპორანგიუმები და ფიზოდერმათი დაავადებული სიმინდის ფოთოლი

4.4.2. განყოფილება ზიგომიცეტები - Zygomycota

განყოფილება მოიცავს 1000-მდე სახეობას. თითოეული სახეობის უჯრედის გარსი აგებულია ქიტინისაგან ქიტინოზასთან კომპლექსში, რაც ამ განყოფილებას განასხვავებს *Ascomycota*-ს და *Basidiomycota*-ს განყოფილებებისაგან. ვეგეტატიური სხეული წარმოდგენილია უხვად დატოტვილი, არაუჯრედული მრავალბირთვიანი სუბსტრატული ან საჰაერო მიცელიუმით. განვითარების ციკლში არ გააჩნიათ მოძრავი სტადიები. ზოგიერთი სახეობა რეპროდუქტიული უჯრედების ფორმირების დროს ივითარებს ტიხრებს. მწერების და სხვა უხერხემლო ცხოველების ვიწრო სპეციალიზაციის პარაზიტების მიცელიუმი მრავალუჯრედიანია. სამარაგო ნივთიერება გლიკოგენია.

უსქესო გამრავლება უძრავი ენდოგენური სპორანგიოსპორებით ხდება, რომლებიც წარმოიქმნება სპორანგიუმებში, იშვიათ შემთხვევაში უსქესო გამრავლება შეიძლება მოხდეს ეგზოგენური კონიდიუმებით. სქესობრივი პროცესი ზიგოგამიურია (საიდანაც წარმოსდგება განყოფილების სახელწოდება). სქესობრივი პროცესის დროს ორი ჰიფა ერთმანეთის მოპირისპირედ დგება. ორივე ჰიფაზე ტიხარით თითო მრავალბირთვიანი

უჯრედი გამოეყოფა დედა მიცელიუმს. ისინი ერთმანეთს ეხება, შეხების ადგილას ტიხარი იხსნება და ორი უჯრედის შიგთავსი ერთმანეთს ერწყმის. ერთმანეთს შეიძლება შეერწყან როგორც ერთბირთვიანი, ასევე მრავალბირთვიანი უჯრედები. შეერწყმის შედეგად წარმოიქმნება ზიგოტა. მოსვენების მდგომარეობის გასვლის შემდეგ ზიგოტაში იწყება დიპლოიდური ბირთვის რედუქციული დაყოფა. შემდეგ ზიგოტიდან ამოიზრდება მიცელიუმის პატარა ძაფი სპორანგიუმის ჩანასახით, რომელიც ჩვეულებრივი უსქესო გამრავლების სპორანგიუმისაგან განსხვავებით შეიცავს გენეტიკურად არაერთსქესიანი სპორანგოსპორებს. ამგვარად, ამ სოკოების სასიცოცხლო ციკლის ძირითადი ნაწილი ჰაპლოიდურ ფაზაში მიმდინარეობს.

ზიგომიცეტების უმრავლესობა ხმელეთზე მცხოვრებია. ძირითადად ნიადაგის საპროფიტებია. მათი უმნიშვნელო ნაწილი პარაზიტობს მწერებზე და სხვა უხერხემლო ცხოველებზე, თევზებზე, უმაღლეს მცენარეებზე, თბილსისხლიან ცხოველებზე და ადამიანზე.

ზიგომიკოტას განყოფილება შეიცავს ორ კლასს ზიგომიცეტები (*Zygomycetes*) და ტრიქომიცეტები (*Trichomycetes*). მათ შორის პრაქტიკულ ინტერესს იწვევს ზიგომიცეტების კლასი.

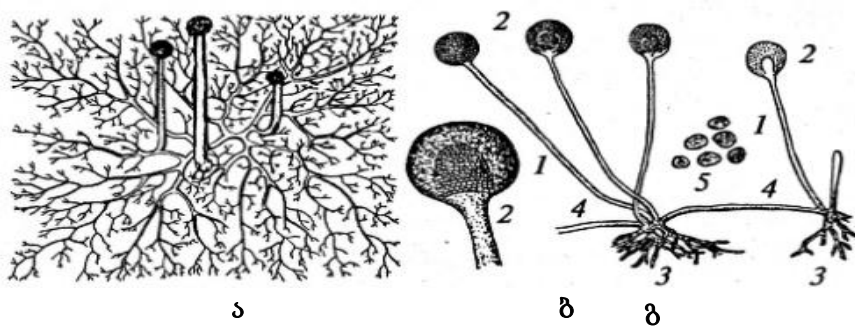
კლასი *Zygomycetes*. აერთიანებს 6 რიგს. მათ შორის მნიშვნელოვანი რიგებია მუკოროვანები ანუ ობის სოკოები (*Mucorales*) და ენტომოფტოროვანები (*Entomophthorales*).

ამ კლასის წარმომადგენლები მცენარეების, ადამიანების, ცხოველების საპროფიტები ან პარაზიტებია. მათ ნაყოფსხეულებში - სპორანგიუმში წარმოქმნიან უმოძრაო, უსქესო სპორებს. მსვენებარე სპორაა ზიგოსპორა, რომელიც წარმოიქმნება მორფოლოგიურად მსგავსი ორი გამეტის შერწყმით.

რიგი *Mucorales*- ობის სოკოები ანუ მუკოროვანნი. მუკორისებრთა რიგი მოიცავს 400-მდე სახეობას. მათ უმრავლესობას კარგად განვითარებული ობლაზუდასმაგვარი ერთუჯრედიანი კარგად განვითარებული მიცელიუმი აქვს (სურ. 5-24). უმთავრესად საპროფიტებია, აქვთ შინაგანი და გარეგანი მიცელიუმი. მოძრაო, უსქესო სპორები წარმოიქმნება სპორანგიუმში.

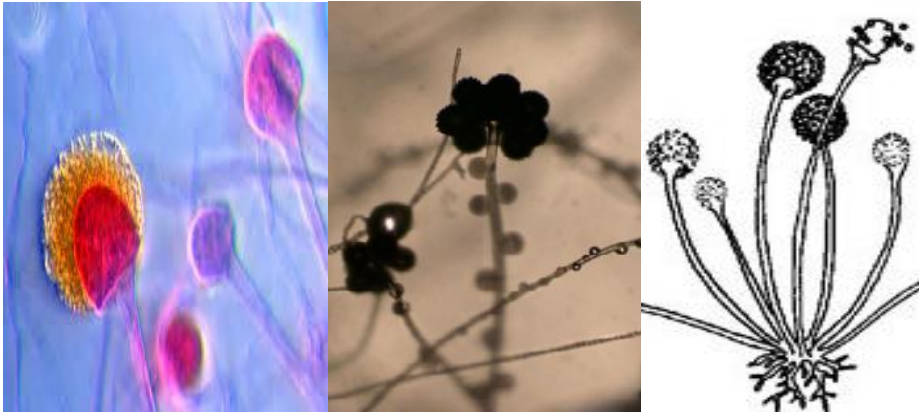
რიგის ყველაზე ცნობილი გვარია *Rhizopus*-ი, იწვევს ობს და ხილისა და ბოსტნეულის რბილ სიდამპლეს. მისი ჰორიზონტალური ჰიფი ვრცელდება ჰაერით, სახლდება საკვებზე, იჭრება და იწოვს მისი

ცხოველმყოფელობისთვის აუცილებელ საკვებ ნივთიერებებს. ობის სოკოს ჰიფი კონოსტიკურია, სეპტა ჩნდება მხოლოდ მაშინ, როცა ხდება რეპროდუქტიული უჯრედების ფორმირება. არასქესობრივი სასიცოცხლო ციკლის დროს ჰიფის ბოლოში ხახვის თავისმაგვარი შავი სპორანგიუმი ვითარდება. სპორანგიუმში ასეულობით ჰაპლოიდური სპორა მწიფდება. სპორები მცირე ზომისაა და ჰაერის ნაკადით ვრცელდება. ტენიან საკვებ არეზე მოხვედრის შემდეგ, განაგრძნობს განვითარებას და ხდება ახალი მიცელიუმის განვითარება.



სურ. 5-24- მუკორისებრთა რიგის სოკოები: ა. გვარი *Mucor*-ის ერთუჯრედიანი დატოტვილი მიცელიუმი და სპორანგიუმი; ბ. გვარი *Rhizopus*-ის ვეგეტაციური სხეულის აგებულება და უსქესო გამრავლების სპორათწარმოქმნის ორგანოები: 1. სპორანგიათმტარი; 2. სპორანგიუმები; 3. რიზოიდები; 4. სტოლონები; 5. სპორანგიოსპორები); გ. სოკო *Thamnidium elegans*-ის სპორათწარმოქმნა

მუკოროვანთა წარმომადგენლებიდან ფართოდ გავრცელებული სახეობებია (სურ. 5-25):



სურ. 5-25-მარცხნიდან მარჯვნივ: *Rhizopus stolonifer*, *Choanephora cucurbitarum*, *Mucor muucedo*

Rhizopus stolonifer, იწვევს ობს;

Choanephora cucurbitarum - გოგრის რბილ სიდამპლეს;

Mucor muucedo - პურის ობს და ხილ-ბოსტნეულის სიდამპლეს, უფრო მეტად შენახვის დროს.

რიგი გლომანასნაირნი - Glomales

რიგის წარმომადგენლები მცენარის ფესვებთან წარმოქმნიან მიკორიზას (სურ. 5-26), ცნობილია არბუსკულარული მიკორიზა (წარმოქმნება მასპინძელი მცენარის ფესვებში) ენდომიკორიზა და ეგზომიკორიზა. ისინი ქლამიდიოსპორების მსგავსი სპორები წარმოქმნება ცალკე ნიადაგში, ფესვებში ან სპოროკარპში. სქესობრივი გამრავლება იშვიათია. რიგის დამახასიათებელი გვარებია: *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Scutellospora*. მათ შორის ფართოდ გავცელებულია გლომუსის წარმომადგენლები. ესენია *Glomus aggregatum*, *G. macrocarpum* და სხვ.



სურ.5-26-მარცხნიდან მარჯვნივ: მიკორიზა; არბუსკულარული მიკორიზის გამომწვევი; ენდომიკოროზის გამომწვევი; ეგზომიკოროზის გამომწვევი

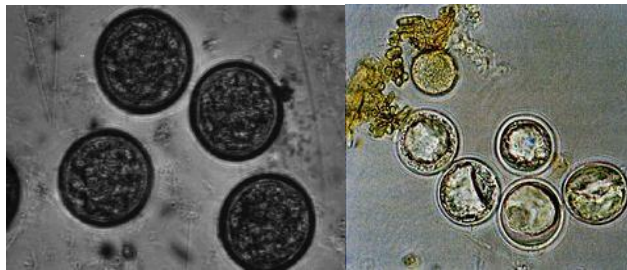
რიგი Entomophthorales - ენტომოფტოროზენები. ამ რიგის წარმომადგენლები მწერების პარაზიტებია, რომელთა მიცელიუმი ვითარდება მწერების შინაგან ორგანოებში, ხოლო მწერების სხეულის ზედაპირზე წარმოიქმნება სოკოს უსქესო გამრავლების ორგანოები - კონიდიატმტარები. კონიდიატმტარები სასუნთქი ხვრელებიდან დაქიტინოვანი საფარველის თხელი ქსოვილებიდან გამოდიან გარეთ. კონიდიატმტარებზე წარმოიქმნება კონიდიუმები. მომწიფებისას ისინი გამოიტყორცნებიან და ხვდებიან ჯანმრთელ მწერებზე. სპორები ღვივდება და წარმოქმნის ზრდის მილს, რომლებიც საფარველიდან იჭრება მწერების სხეულში, სადაც კვლავ ინვითარებს მიცელიუმს და უსქესო

ნაყოფიანობის ორგანოებს. ფართოდ გავრცელებული სახეობაა *Entomophthora muscae* (სურ.4-27).

პრაქტიკულ ინტერესს იწვევს მცენარეთა დაავადების გამომწვევი სოკოები ენტომოფტოროზების რიგიდან. ცნობილი სახეობებია *Entomophthora muscae* და *E. Maimaiga aulicae* (სურ.4-28), რომლებიც აავადებენ მზომელებს, ფოთოლხვევიებს, სწორფრთიანებს, ბუზებს, ხერხიებს და სხვ.



სურ.4-27 - სოკო *Entomophthora muscae* და მის მიერ დაავადებული მწერები ენტომოფტოროზები შეიძლება მწერების მასიური დაავადების და მათი რიცხოვნობის შემცირების მიზეზი გახდეს. რაც საშუალებას იძლევა ეს სოკოები გამოყენებული იქნას მავნებლებთან ბიოლოგიური მეთოდებით ბრძოლაში.



სურ.4-28 - *Entomophaga grylli* (მარცხნივ) და *E. Maimaiga aulicae* (მარჯვნივ)

განყოფილება ასკომიცეტები ანუ ჩანთიანი სოკოები - *Ascomycota*

განყოფილება მოიცავს 35000 სახეობას, რომლებიც გაერთიანებული არიან 3 ძირითად კლასში, 46 რიგსა და 264 ოჯახში, რაც ცნობილი სოკოების 35%-ს შეადგენს. უმრავლესობას აქვს სქესობრივი (ტელეომორფი) და უსქესო (ანამორფი) სტადია.

ასკომიცეტები გავრცელებულია თითქმის ყველა სუბსტრატზე - მცენარეებზე, წყლებში, ნიადაგზე, ნიადაგში და სხვ.

ასკომიცეტების ზოგიერთი წარმომადგენელი მცენარეთა პარაზიტია, უმრავლესობა საპოფიტია, 40%-ზე მეტი მწვანე ან ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებთან სიმბიოზში ქმნიან ლიქენებს. ზოგიერთი ასკომიცეტი ფორმირდება მიკორიზად მცენარეებთან, სხვები სახლობენ ფოთლებში, მეზოფილის უჯრედებს შორის, სადაც ისინი გამოყოფენ ტოქსიკურ ნივთიერებებს, რაც ხელს უწყობს მცენარეების დაცვას მავნე მწერებისგან.

ასკომიცეტებს აერთიანებს უმნიშვნელოვანესი დიაგნოსტიკური ნიშანი - გამრავლების სპეციალური ორგანოს ასკების ანუ ჩანთების განვითარება, რომლებშიც უმეტეს შემთხვევაში 8 ასკოსპორაა. ასკოსპორები ყოველთვის სქესობრივი პროცესი შედეგად წარმოიქმნება. ჩანთიანი სოკოების ვეგეტატიური სხეული წარმოდგენილია დატოტვილი ჰაპლოიდური სეპტირებული მიცელიუმით, რომელიც შედგება ერთ ან მრავალბირთვიანი უჯრედებისაგან.

უსქესო გამრავლება მიმდინარეობს ეგზოგენური კონიდიუმებით, ვეგეტატიური - ოიდიებით, ქლამიდოსპორებით და ა. შ. თავიანთი განვითარების ციკლში ჭარბობს კონიდიულური ნაყოფიანობა, რომელიც უზრუნველყოფს სოკოების მასიურ გავრცელებას ვეგეტაციის პერიოდში. პარაზიტულ ასკომიცეტებში კონიდიალური ნაყოფიანობა უმეტესად ვითარდება მკვებავი მცენარის ცოცხალ ორგანოებზე, ხოლო ჩანთიანი ნაყოფიანობა კი მცენარის უკვე მკვდარ ნაწილებზე: ფოთლებზე, ტოტებზე და ა. შ.

სქესობრივი პროცესია - გამეტანგიოგამია; თანაც უმთავრეს სახეობებში პლაზმოგამია და კარიოგამია გაყოფილია დროში.

ჩანთიანი სოკოების უმეტეს ნაწილში ჩანთების წარმოქმნასთან ერთად ფორმირდება ნაყოფსხეულები - არქიკარპები.

ჩანთების ფორმირების ადგილის, მათი აგებულების თავისებურების და მოლეკულურ-გენეტიკური კვლევის შედეგად მიღებული მონაცემების საფუძველზე ანსხვავებენ შიშველჩანთიან და ნაყოფჩანთიან სოკოებს. პირველი ჯგუფის სოკოები გაერთიანებულია ორ კლასში (არქიასკომიცეტები - *Archiascomycetes* და საქარომიცეტები ანუ საფუარა სოკოები - *Saccharomycetes*), ხოლო მეორე ჯგუფი, რომელიც ძალზე მრავალრიცხოვან სახეობას მოიცავს, გაერთიანებულია ერთ კლასში (ფილამენტური ასკომიცეტები ანუ ლოკულოასკომიცეტები - *Loculoascomycetes* (*Dothideomycetes*)).

კლასი არქიასკომიცეტები *Archiascomycetes*

ბიოქიმიური გამოკვლევების შედეგად არქიასკომიცეტები ცალკე ახალ კლასადაა გამოყოფილი. მასში გაერთიანებულია ჰემიასკომიცეტების - *Hemiascomycetes* ზოგიერთი ჯგუფი, კერძოდ კი რიგი შიშველჩანთიანები.

რიგი შიშველჩანთიანები ანუ ტაფრინასნაირნი - *Taphrinales*. როგორც რიგის სახელწოდებიდან ჩანს ჩანთები შიშველია. მიცელიუმი ძირითადად მრავალუჯრედიანია, ენდოფიტური. ჩანთები ქსოვილებში უშუალოდ მიცელიუმზე წარმოიქმნება. ჩანთებს დაკვირტვის უნარიც გააჩნიათ. უსქესო გამრავლება არ შეინიშნება. რიგი დაახლოებით 100-მდე სახეობას მოიცავს, რომლებიც მიეკუთვნება *Taphrina*-ს გვარს. ისინი სახლდებიან ახალგაზრდა მოზარდ ორგანოებსა და ქსოვილებზე. სოკოს გავლენით დაავადებული ორგანოს ზრდის პროცესები ძლიერდება და ორგანოები დეფორმირდება. რომელზედაც ვითარდება ვარდისფერი, მოყვითალო ან ოქროსფერი ფიქი. ფიფქი შედგება უმთავრესად ფენებად განლაგებული სოკოს ჩანთებისაგან (სურ. 4-29).

გვარი *Taphrina*-ს წარმომადგენლები აავადებენ ფოთლებს, ნასკვებსა და ყლორტებს. დაავადებული ფოთლების ქსოვილები არათანაბრად იზრდება, მისი ფორმა და ფერი იცვლება და წარმოიქმნება სიმსივნეები. აღნიშნული ტიპის დაავადებები სიხუჭუჭის ან ბუმბუტას სახელწოდებითაა ცნობილი.

ნასკვების დაავადება მრავალ ხეხილოვან და ფოთლოვან ტყის მცენარეებზეა აღნიშნული. დაავადებული ნასკვების კედლები ძლიერ იზრდება და გარდაიქმნება პარკისებრ წარმონაქმნად, რომელიც საერთოდ არ ჰგავს ნაყოფს.

ტოტების დაავადების შემთხვევაში მერქანში შეჭრილი სოკოს მიცელიუმი მძინარა კვირტებს აღვიძებს, საიდანაც წვრილი ჯგუფებად შეკრული ტეტები ვითარდება ქლოროტულად განუვითარებელი ფოთლებით, რომელიც ხეზე მიკრულ ცოცხს მოგვაგონებს. ასე წარმოიქმნება ე . წ. ქაჯის ცოცხა“.

ფართოდ გავრცელებული და დიდი ზიანის მომტანი სახეობებია:

Taphrina deformans, იწვევს ატმის ფოთლის სიხუჭუჭეს;

T. pruni - ქლიავისა და შოთხვის ბოყს;

T. aurea - ალვის ხის ფოთლების სიხუჭუჭეს;

T. alni-incanae - მურყანის ნაყოფების დეფორმაციას;

T. betulina - არყის ხეზე ქაჯის ცოცხას;

T. acerina - ნეკერჩხალზე ქაჯის ცოცხას;

T. epiphylla - მურყანზე ქაჯის ცოცხას;

ანალოგიური დაავადება სხვა ფოთლოვან მცენარეებზეც შეინიშნება.



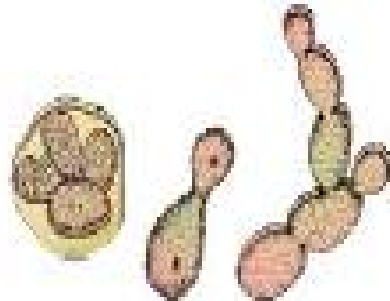
სურ. 4-29- *Taphrina deformans*-ის ჩანთები შიშველ მდგომარეობაში და მის მიერ გამოწვეული დაავადება

კლასი საფუარა სოკოები - *Saccharomycetes*

ამ კლასის წარმომადგენელთა ჩანთები შიშველადაა განლაგებული მიცელიუმზე, ანუ არ წარმოქმნიან ნაყოფსხეულებს, მრავლდებიან დაკვირტვით. ფართო გამოყენება აქვთ სახალხო მეურნეობაში, განსაკუთრებით კი პურის, ლუდისა და ღვინის მრეწველობაში.

მათი ვეგეტატიური სხეული მკვირტავი მიცელიუმითაა წარმოდგენილი. ამ შემთხვევაში ჩანთები ვითარდება როგორც ერთეული უჯრედები უშუალოდ

ზიგოტიდან (სურ. 4-30). დიკარიოზული სტადია არ გააჩნიათ. საქარომიცეტები ცხოვრობენ შაქრით მდიდარ სუბსტრატზე როგორც საპროფიტები. მათ შორის გვხვდება ნიადაგის სახეობებიც. ფართოდაა გავრცელებული და დიდი გამოყენება აქვს საფუარების (*Saccharomyces*) ცალკეული გვარის სოკოებს.



სურ. 4-30-საფუარასოკოს ჩანთები

გვარი *Saccharomyces*, *S. cerevisiae*, იწვევს ცომის აფუებას - ცნობილია პურის საფუარას სახელწოდებით.

S. vini - ღვინის, ლუდის დუღილს და სხვ.

კლასი ფილამენტური ასკომიცეტები ანუ ნაყოფჩანთიანები

ნაყოფჩანთიანებში გაერთიანებულია ჩანთიანი სოლკოების 90 %-ზე მეტი. მათი ვეგეტატიური სხეული წარმოდგენილია კარგად განვითარებული სეპტირებული მიცელიუმით. სქესობრივი პროცესის შედეგად წარმოიქმნება ნამდვილი ნაყოფსხეულები, რომლებიც შეიცავს ჩანთებს ჩანთოსპორებით (ასკოსპორებით). განასხვავებენ ნაყოფსხეულების შემდეგ ტიპებს (სურ. 4-31).

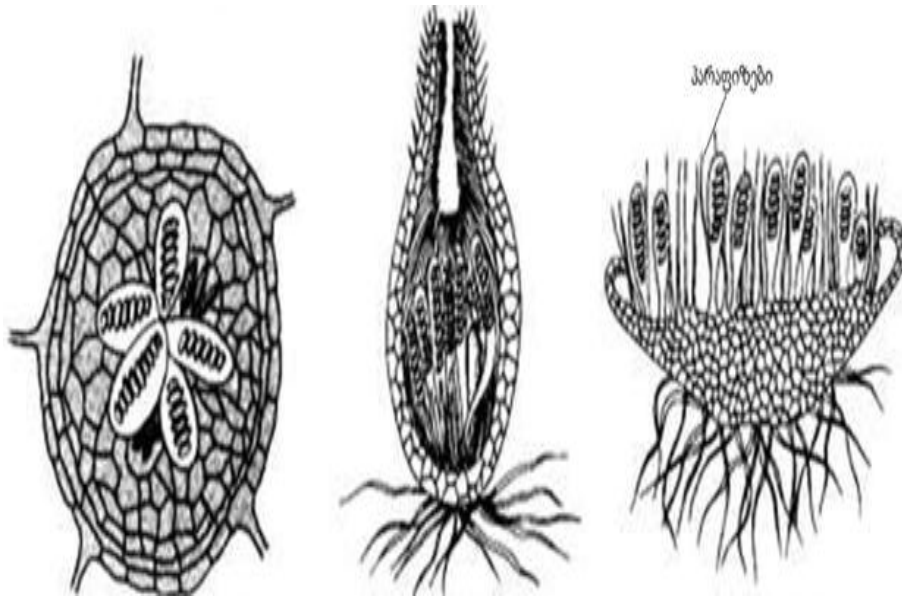
კლეისტოკარპიუმი – ჩაკეტილი, სფეროს ან ოდნავ მოგრძო ფორმის ნაყოფსხეულია, რომელსაც ჩანთების გამოსასვლელი სპეციალური ხვრელი არ გააჩნია და ჩანთების გასაბნევადა აუცილებელია მისი კედლების დაშლა. ჩანთები ნაყოფსხეულებში უწესრიგოდ ან გროვებადაა განლაგებული. მომწიფებული ჩანთოსპორები პასიურად ვრცელდებიან ჩანთებისა და ნაყოფსხეულების გარსის დაშლის შედეგად ან ჩანთების გაჯირჯვების შემთხვევაში აქტიურად გამოიტყორცნებიან ნაყოფსხეულის დახეთქილი

საფარველიდან. კლვისტოკარპიუმები ყოველთვის მიცელიუმზეა წარმოქმნილი.

პერიტეციუმი – სფეროს, მსხლის ან სხვა ფორმის ნაყოფსხეულია კარგად განვითარებული კედლებით. კლვისტოკარპიუმებისაგან განსხვავებით ზედა ნაწილში დატანებულია წვრილი ხვრელი -პორუსი, საიდანაც თავისუფლად ხდება მომწიფებული ჩანთების გამობნევა. ჩანთები ნაყოფსხეულში გროვებად ან უწესრიგოდაა განლაგებული. ჩანთების გამოთავისუფლება უმეტეს შემთხვევაში აქტიურია, ზოგჯერ ჩანთოსპორები პასიურად გამოიყოფიან ნაყოფსხეულის პორუსიდან. ნაყოფსხეულის ზედა ნაწილს სადაც პორუსია მოთავსებული ხშირად მუძისებრი ან ხორთუმისებრი იფორმა აქვს. განაყოფიერების შემდეგ განვითარებული ასკოგენური ძაფებისაგან არამარტო ჩანთები არამედ პარაფიზებიც წარმოიქმნება. რომლებიც ჩანთებს ამაგრებს ვერტიკალურ მდგომარეობაში. ამ ჯგუფის სოკოების ჩანთებს ერთშრიანი გარსი გააჩნიათ. პერიტეციუმები ვითარდება უშუალოდ მიცელიუმზე ან მოთავსებულია სტრომაში. პერიტეციუმები და სტრომები ერთმანეთისაგან შეიძლება განსხვავდებოდეს აგებულებით და შეფერილობით.

აპოტეციუმი – ღია, ზემოდან ჯამნაირი ან სხვა ფორმისნაყოფსხეულია. მის ღია ზედაპირზე ვითარდება ჩანთები. ჩანთები განლაგებულია მჭიდრო ფენებად –ჰიმენიუმად. სპორებისგან თავისუფლება აქტიურია. აპოტეციუმი წარმოიქმნება მიცელიუმზე, სტრომებში ან სკლეროციებში.

ნაყოფჩანთიანი სოკოების განვითარების ციკლში სქესობრივი ნაყოფიანობის გარდა ვითარდება უსქესო (კონიდიალური) ნაყოფიანობა. ფიტოპათოგენურ სოკოებში სწორედ კონიდიალური ნაყოფიანობაა პარაზიტული. სეზონის განმავლობაში შეიძლება განვითარდეს კონიდიალური ნაყოფიანობის რამდენიმე გენერაცია, რაც უზრუნველყოფს დაავადების მუდმივ განახლებას.

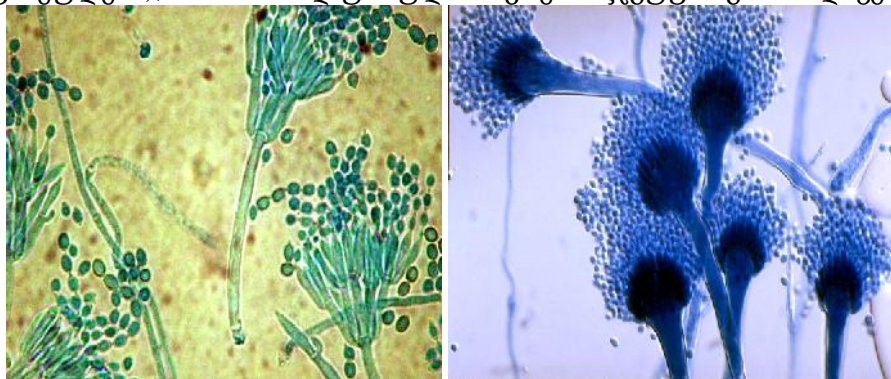


სურ. 5-31 - მარცხნიდან მარჯვნივ: კლეისტოტეციუმი, პერიტეციუმი, აპოტეციუმი
 ნაყოფსხეულების გარეგან და შინაგან აგებულებაზე, ფორმირების
 ადგილზე, ჩანთების აგებულებასა და სხვანიშნებზე დამოკიდებულების
 მიხედვით კლასიფიკაცია მრავალ (17-მდე) რიგად. კლასში შემავალი რიგები
 მსგავსი ნიშნების საფუძველზე (ნაყოფსხეულების ტიპებით, მასში ჩანთების
 განლაგებით და სხვა ნიშნებით) გაერთიანებულია სამ ჯგუფად:
 პლექტომიცეტები, პირენომიცეტები და დისკომიცეტები. სოკოების ზოგიერთ
 სისტემაში ეს ჯგუფები კლასებად ან ქვეკლასებადაა გამოყოფილი.

პლექტომიცეტები - Plectomycetes

პლექტომიცეტების ნაყოფსხეული – ძირითადად კლეისტოკარპიუმებია.
 ნაყოფსხეულებში ჩანთები უწყესრიგოდაა განლაგებული, ჩანთოსპორების
 განთავისუფლება – პასიურია. პლექტომიცეტების რიგებიდან
 ფიტოპათოლოგიური თვალსაზრისით უფრო მეტი მნიშვნელობა აქვს
 Eurotiales რიგს.

რიგი Eurotiales – მოიცავს ორ გვარს პენიცილიუმს - *Penicilium* და ასპერგილუს - *Aspergillus* (სურ.4-32), რომლებიც ინვითარებენ კლეისტოტეციუმებს. მაგრამ იმასათან დაკავშირებით, რომ ამ სოკოების განვითარების ციკლში წამყვანი როლი ანამორფებს ეკუთვნის (კონიდიალურ სტადიას და ნაყოფიანობას) და არა ტელეიმორფებს (ჩანთიანი ნაყოფიანობის ნაყოფსხეულებს), მათ ხშირად უსრული სოკოების ჯგუფში განიხილავენ.



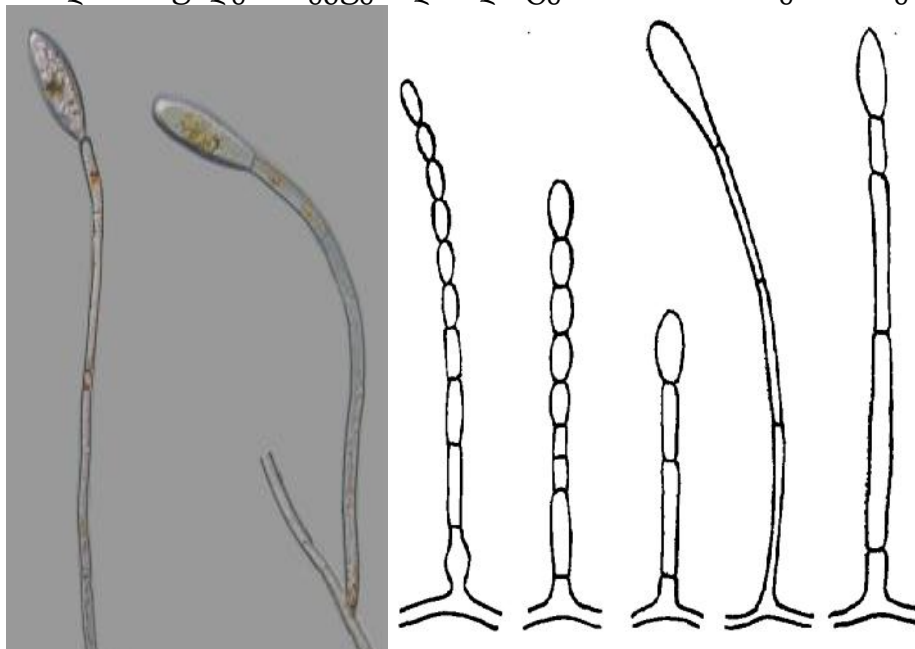
სურ.4-32-პენიცილიუმი - *Penicilium* (მარცხნივ) და ასპერგილუსი - *Aspergillus* (მარჯნივ)

რიგი Erysiphales - ერიზიფესნაირნი ანუ ნაცროვანნი

ნაცროვანი სოკოების მიცელიუმი ზედაპირული ანუ ეგზოფიტურია. დაავადებულ ორგანოებზე წარმოქმნის პირველად თეთრ - ნაცრისფერ ფიფქს, რომელიც ნაცარს მოგვაგონებს. სწორედ ამიტომ უწოდეს მათ ნაცროვანი სოკოები, ხოლო მათ მიერ გამოწვეულ დაავადებას ნაცარი. ყველა ვიწრო სპეციალიზაციის ობლიგატური პარაზიტია. ნაცროვანი სოკოების ციკლი მოიცავს ორ სტადიას - უსქესოს (ანამორფა) და სქესობრივს (ტელეომორფა). უსქესო ანუ კონიდიალური სტადია მორფოლოგიურად წარმოდგენილია მიცელიუმზე განვითარებული კონიდიათმტარებით და კონიდიათმტარების წვერზე ძეწკვისებრ განლაგებული უფერული ოვალური კონიდიუმებით (სურ. 4-34).

მცენარის უჯრედებში სოკო იჭრება ჰაუსტორების დახმარებით. მხოლოდ ერთი გვარის - *Leveillula* მიცელიუმი ვითარდება მცენარის ქსოვილებში და მხოლოდ ნაწილობრივ ამოდის ზედაპირზე.

ნაცროვანი სოკოები ძირითადად გავრცელებულია ცხელი მშრალი კლიმატის პირობებში და შეუძლია წარმოქმნას შიგა უჯრედული მიცელიუმი, რომლის საშუალებით ეგუება დაბალი ტენიანობის პირობებში არსებობას.



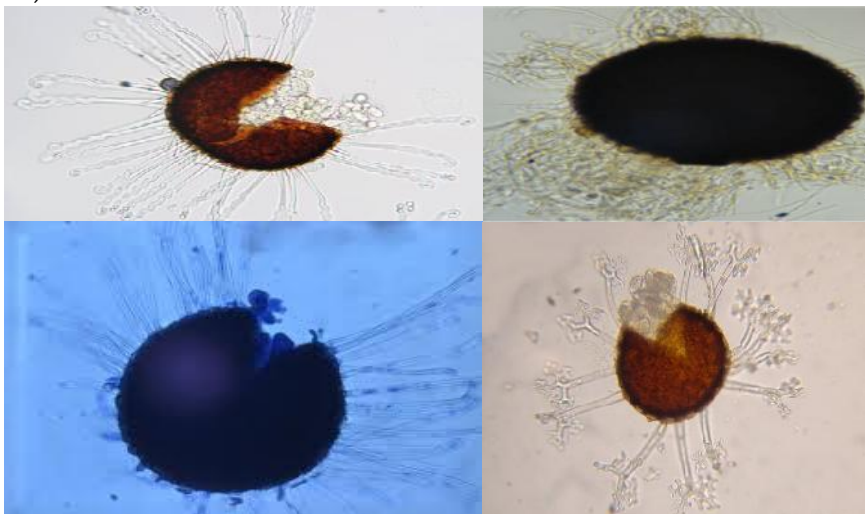
სურ. 4-34 - ნაცროვანი სოკოების კონიდიალური ნაყოფიანობის ტიპები

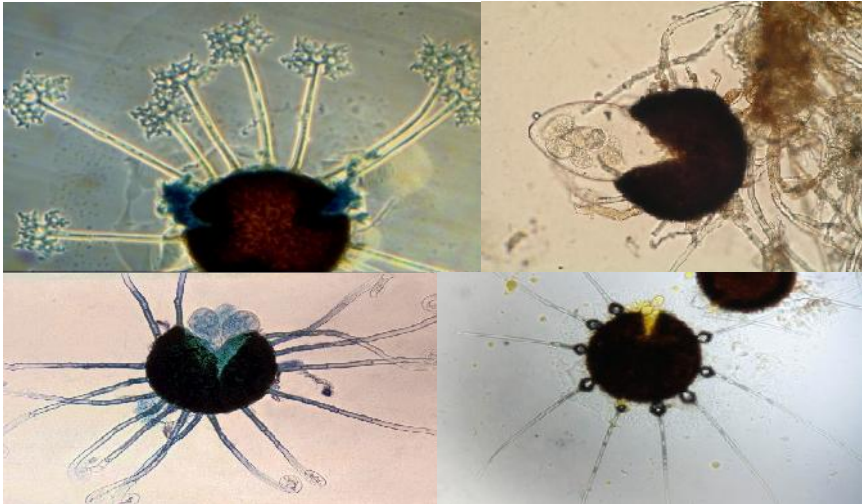
ნაცროვანი სოკოების კონიდიუმები ვრცელდება საჰაერო დინებით. ზაფხულის განმავლობაში შეუძლია რამდენიმე გენერაციის მოცემა და მცენარეთა მასიური დაავადება. ნაცროვანი სოკოების კონიდიუმები შეიძლება მშრალ ამინდებშიც გადვიდნენ, ზოგჯერ 60% ტენიანობის პირობებშიც. სავეგეტაციო პერიოდის მეორე ნახევარში იმავე მიცელიუმზე ისახება ჩანთიანი ნაყოფიანობა – კლეისტოკარპიუმები (სურ. 22). კლეისტოკარპიუმების გარსის უჯრედებზე ვითარდება გამონაზარდები - სხვადასხვა აგებულების ნამეტები. ზოგიერთი ნამეტები მარტივია და მიცელიუმს მოგვაგონებს და გადახლართულია მიცელიუმში. სხვებს ვერტიკალური მდგომარეობა აქვთ მიღებული და ზედა ნაწილში სხვადასხვაგვარი ფორმისა - სპირალურად დახვეული ან დატოტვილი.

პერიტეციუმების მომწიფება უმეტეს სახეობებში ხდება გაზაფხულზე ან გვიან შემოდგომით. პერიტეციუმები ემსახურება არახელსაყრელი პირობების ატანას და გადაზამთრებას ნაყოფსხეული იზამთრებს ნიადაგში, ჩამოცვენილ ფოთლებზე და დაავადებულ ტოტებში. გაზაფხულზე ან ზაფხულის დასაწყისში მომწიფებული კლეისტოკარპიუმები სკდება, ჩანთოსპორები თავისუფლდება ჩანთებიდან და ახდენენ ახალგაზრდა ფოთლებისა და ყლორტების პირველად დასენიანებას.

ნაცროვანი სოკოების სისტემატიკა დაფუძნებულია ნამეტების აგებულებასა და პერიტეციუმებში ჩანთების რაოდენობაზე.

დღეისათვის ნაცროვანი სოკოების დაახლოებით 22 გვარი და 100-ზე მეტი სახეობა და ფორმაა ცნობილი. ცნობილი გვარებია: *Arthrocladiella*, *Blumeria*, *Brasiliomyces*, *Bulbomicrosphaera*, *Bulbouncinula*, *Caespitotheca*, *Cystotheca*, *Erysiphe* (*Oidium*), *Golvinomyces*, *Leveillula* (*Oidiopsis*), *Medusosphaera*, *Microsphaera*, *Neerysiphe*, *Phyllactinia* (*Ovulariopsis*), *Pleochaeta*, *Podosphaera*, *Sawadaea*, *Setoerysiphe*, *Sphaerotheca*, *Typhulochaeta*, *Uncinula*, *Uncinuliella*. მათ შორის ყველაზე ფართოდ გავრცელებული გვარებია: *Erysiphe*, *Blumeria*, *Leveillula*, *Microsphaera*, *Podosphaera*, *Sphaerotheca*, *Uncinula*, *Phyllactinia* (სურ. 4-35).





სურ. 94 - ნაცროვანი სოკოების კლეისტოკარპიუმები მარცხნიდან მარჯვნივ: ერიზიფე (Erysiphe), ბლუმერია (Blumeria), ლევეილულა (Leveillula), მიკროსფერა (Microsphaera), პოდოსფაერია (Podosphaera), სფეროთეკა (Sphaerotheca), უნცინულა (Uncinula), ფილაქტინია (Phyllactinia).

ოჯახი Erysiphaceae

გვარი Erysiphe: მარტივნამატიანი, მრავალჩანთიანი ნაყოფსხეულებია, იწვევს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისა და ბალახოვანი მცენარეების ნაცარს.

E. alphitoides, იწვევს მუხის ნაცარს;

E. betae - ჭარხლის ნაცარს;

E. cichoracearum - კიტრის და სხვა გოგროვანთა ნაცარს;

E. cruciferarum – კომბოსტოს ნაცარს;

E. heraclei - ავადებს ბოსტნეულთა მრავალ სახეობას, უფრო მეტად კი სტაფილოს, ოხრახუშის, კამას და სხვათა ნაცარს;

E. necator - ვაზის ნაცარს;

E. pisi - პარკოსანთა, უფრო მეტად სოიას ნაცარს.

გვარი Blumeria: თავისი ნაყოფიანობით გვარ ერიზიფეს წააგავს, იწვევს ხორბლოვანებისა და სხვა მარცვლოვნების ნაცარს;

B. graminis f.sp. avenae (სინ.: *Erysiphe graminis*), იწვევს შვრიის ნაცარს;

B. graminis f. sp. *hordei* - ქერის ნაცარს;

B. graminis f. sp. *tritici*, იწვევს ხორბლის ნაცარს.

გვარი Leveillula: უმთავრესად ქსეროფიტულ რაიონებში გვხვდება. მრავალჩანთიანი ნაყოფსხეულებით, მრავალი მარტივი ან დატოტვილი ნამატებით.

L. taurica, იწვევს ხახვის ნაცარს;

L. taurica tomato-პომიდორის ნაცარს.

გვარი Microsphaera: გამოირჩევა მრავალჩანთიანი ნაყოფსხეულებით და დიქოტომიურად დატოტვილი ნამატებით. მათ შორის:

M. alphitoides, იწვევს მუხისა და სხვა ფოთლოვანების ნაცარს;

M. alni - მურყანის ნაცარს;

M. platani - ჭადარის ნაცარს.

M. diffusa - ცერცვის, ბარდას და სხვათა ნაცარს;

M. loniceræ - ცხრატყავას ნაცარს;

M. euphorbiae - რძიანას ნაცარს;

M. vaccinii - მოცვის ნაცარს.

გვარი Podosphaera: ზედაპირული მიცელიუმი აქვს, ერთჩანთიანია დიქოტომიურად დატოტვილი ნამატებით. აღსანიშნავია:

P. clandestina var. *clandestina*, იწვევს ატმისა და გარგარის ნაცარს;

P. fusca - ნესვის ნაცარს;

P. leucotricha, იწვევს ვაშლის ნაცარს;

P. macularis (*Sphaerotheca macularis*)-მარწყვის, კაბაყის და სხვათა ნაცარს;

P. pannosa - ვარდისებრთა ოჯახის წამომადგენელთა ნაცარს;

P. tridactyla - კურკოვების ნაცარს;

P. tridactyla var. *tridactyla* - ნუშის ნაცარს.

გვარი Sphaerotheca: ერთჩანთიანი და მარტივნამატიანი სოკოებია. მიცელიუმი გარეგანია, ეგზოფიტური. აღსანიშნავია:

S. pannosa var. *persicae*, იწვევს ატმის ნაცარს;

S. pannosa var. *rosae* - ვარდის ნაცარს;

გვარი Uncinula: მრავალჩანთიანია, ნამატების წვერი სპირალურად დახვეულია ან მოკაუჭებულია. აღსანიშნავია:

U. aceris, იწვევს ნეკერჩხლის ნაცარს;

U. necator - ვაზის ნაცარს, ყველგანაა გავრცელებული და დიდი ზიანის მომტანია;

U. salicis – ტირიფის, ვერხვის და ალვის ხის ნაცარს.

გვარი Phyllactinia: გამოირჩევა ორგვარი ნამეტებით, წვერზე რადიალურად მიმართული ძაფებით, ხოლო ეკვატორულ სიბრტყეში, რამდენიმე სადგისისებრი ნამატია, რომელთა ფუძე ბოლქვისებრია გაბერილი. სიმშრალეში კლეისტოტეციუმი თითქმის ზედაპირზე ზის. საერთოდ, ენდოფიტური მიცელიუმი აქვს. აავადებს მრავალი სახეობის მცენარეს. მათ შორის:

Ph. mali იწვევს მსხლის ნაცარს;

Ph. moricola - თუთას ნაცარს;

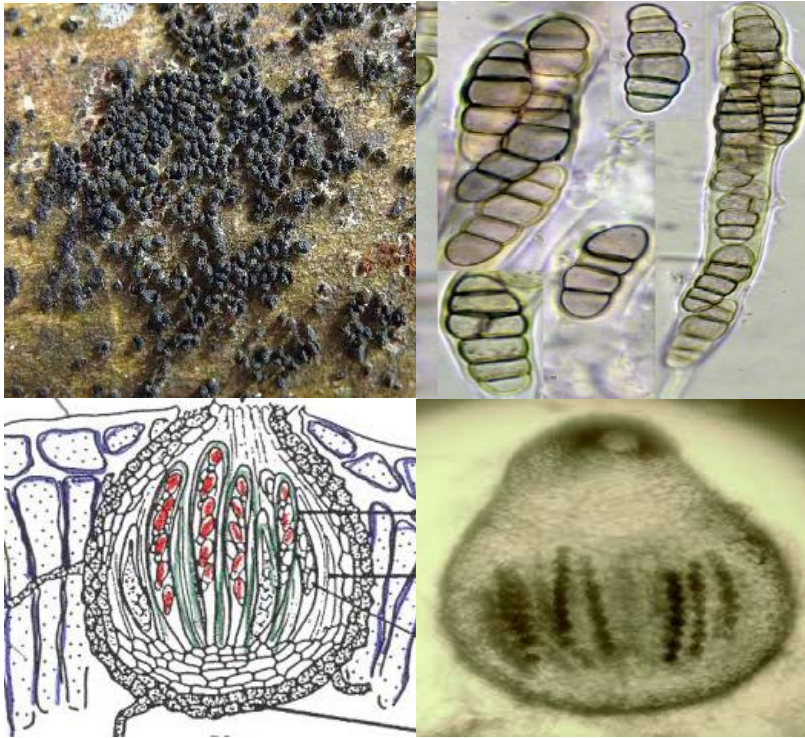
Ph. guttata – თხილის, წაბლისა და სხვათა ფოთლების ნაცარს;

Ph. sufulta – არყის ხის, წიფელის, რცხილას და სხვათა ნაცარს;

Ph. fraxini - იფანის ნაცარს.

პირენომიცეტები - Pyrenomycetes

ამ ჯგუფში გაერთიანებულია ისეთი ჩანთიანი სოკოები, რომლებიც განვითარების ციკლში პერიტეციუმს იძლევა, რომლებსაც პოლიმორფიზმი ახასიათებს. მათი პერიტეციუმი მრგვალია, ღრუიანი, კარგად განვითარებული სქელგარსიანი კედელით. წვერზე პოუსი აქვს დატანებული, საიდანაც ასკოსპორები ცვივა. ამ ჯგუფის სოკოების ნაწილს პერიტეციუმები ერთეულად უვითარდებათ; ნაწილს კი ჯგუფად. უკანასკნელ შემთხვევაში პერიტეციუმები უნაყოფო ქსოვილით ანუ სტრომით ერთმანეთთან არიან შეზრდილი. სტრომა შავია ან შეფერილია ნარინჯისფრად, წითლად, ყვითლად, ლურჯად და სხვ. (სურ. 4-33).



სურ. 4-33-პირენომიცეტების ნაყოფსხეულები და ჩანთები ასკოსპორებით

ამ ჯგუფის წარმომადგენელთა ნაყოფსხეული კლემისტოკარპიუმებიანი პერიტეციუმებია, ჩანთები ნაყოფსხეულებში უწესრიგოდ ან გროვებადაა განლაგებული ჩანთები მომწიფების შემდეგ პასიურად თავისუფლდებიან ნაყოფსხეულებიდან.

აღსანიშნავია, რომ ფიტოპათოგენური პირენომიცეტები კონიდიულურ სტადიაში ავლენენ პარაზიტულ თვისებებს. ისინი ზაფხულში მცენარის ცოცხალ ქსოვილებზე ვითარდებიან და ემსახურებიან სოკოების მასიურ გამრავლებას და გავრცელებას. ჩანთიანი სტადია ხშირად კვდომის პროცესში მყოფ ან მკვდარ ქსოვილებზე (ჩამოცვენილ ფოთლებზე, მკვდარ ქერქზე) წარმოიქმნება და ამ სტადიაში იზამთრებს.

კლემისტოკარპიუმის მქონე მრავალი სოკო იწვევს ხე მცენარეების და ყვავილოვანი კულტურების დაავადებას. დაავადების ტიპები მეტად

მრავალფეროვანია. პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს შემდეგი რიგების წარმომადგენლებს.

კლასი Sordariomycetes

რიგი Hypocreales

ჰიპოკრეალესების წარმომადგენლებს ღია ლურჯი, ნარინჯისფერი ან მუქი წითელი შეფერილობის სტრომა ახასიათებთ. ასკები ანუ ჩანთები ოვალურია ან ცილინდრული, აპიკალური პორუსით. ასკოსპორები სფერულია, ელიფსური ან მაფნაირი, ერთი ან რამდენიმე უჯრედიანი (სურ.5-34). ზოგიერთი წარმოქმნის ნივთიერებებს, რომლებიც ტოქსიკურია ადამიანისა და ცხოველებისათვის, ზოგიერთი კი ზრდის რეგულატორს წარმოადგენს. აღსანიშნავია ასევე ანტაგონისტი და პარაზიტი სახეობები მარცვლეული კულტურებისა და ბალახოვანი მცენარეების.

ოჯახი Hypocreaceae

ამ ოჯახის ყველაზე მრავალრიცხოვანი გვარია *Hypocrea*, რომელიც აერთიანებს 170-ზე მეტი სახეობას, იზრდება დამპალ მერქანზე. მათ შორის ზოგიერთ სახეობას ახასიათებს უსრული სტადია, მაგალითად *Trichoderma* და *Gliocladium*, რომლებიც გამოიყენება როგორც ბიოლოგიური აგენტები მრავალი ფიტოპათოგენური სოკოების წინააღმდეგ. აღსანიშნავია ასევე გვარი *Acremonium* (Syn.: *Cephalosporium*), რომელიც ხასითდება ანტიბიოტიკური თვისებებით. გვარის ერთ-ერთი სახეობა *Acremonium strictum*, გამოიყენება ნემატოდების საწინარმდეგოდ.

ოჯახი Ceratostomataceae

გვარია *Melanospora* (ანამორფა - *Phialophora* და *Gonatobotrys*), პარაზიტობენ ფიტოპათოგენებზე (*Ophiostoma*, *Ceratocystis*, *Fusarium* და *Verticillium*).

ოჯახი Nectriaceae

გვარია *Nectria*, *N. cinnabarina*, იწვევს ხეების, განსაკუთრებით ხეხილის ტოტებისა და ღეროს კიბოს.

გვარი *Gibberella*, *G. malvacearum* - იწვევს სიმინდის ღეროს სიდამპლეს.

ოჯახი Clavicipitaceae

გვარი *Claviceps*, *C. purpurea* – აავადებს მარცლოვანებს, იგი ცნობილია ჭვავის რქის ანუ ჭვაველას სახელწოდებით. ხორბალში სკლეროციების

მოხვედრის შემთხვევაში, საკვებად არ გამოიყენება, ვინაიდან იწვევს ადამიანებისა და ცხოველების დაავადებას (ცნობილია ერგოტიზმის სახელწოდებით). მეორე სახეობა *Cl. paspali* აავადებს შავი ზღვის სანაპიროების სამოვრებზე გავრცელებული *Paspalum*-ის წარმომადგენლებს, იწვევს მსხვილფეხა პირუტყვის დაავადებას, ე.წ. ბანდალას (იგივე ერგოტიზმის ტიპის დაავადება).

გვარი *Epichloe*, *Epichloe tipina*- მარცლოვანების პარაზიტია, აავადებს ღეროს წვერს (მისი ანამორფია *Acremonium*).

Clavicipitaceae ოჯახიდან აღსანიშნავია ასევე: *Balansia*, *Atkinsonella* და სხვ.

რიგი Microascales

ოჯახი Ceratocystidaceae

ახასიათებს გრძელხორთუმინი პერიტეციუმი. ასკები სფეროსებრია ან ოვალური, ასკოსპორები ერთუჯრედიანია.

გვარი: *Ceratocystis*, *C. Fagacearum* - იწვევს მუხის დაავადებას;

C. coerulescens - წიწვანი მცენარეების მოლურჯო დაავადებას და სხვ.

ამ გვარის წამომადგენლთა უმრავლესობა საპროფიტია.

ოჯახი incertae sedis

გვარი: *Monosporascus*, *M. cannonballus* - გოგრის ფესვის სიდამპლის გამომწვევია.

რიგი Phyllachorales

ოჯახი Phaeochoraceae

პერიტეციუმები სტრომაშია ჩამჯდარი, ასკები მოგრძო ცილინდრულია, ასკოსპორები სხვადასხვა ფორმის, მუქი შეფერილობის.

გვარი *Phyllachora*, *P. Graminis*- იწვევს ხორბლოვან მცენარეთა ფოთლების შავ ლაქიანობას;

Ph. maydis - სიმინდის ფოთლების ლაქიანობას.

რიგი Glomerellales

ოჯახი Glomerellaceae

გვარი: *Glomerella*, *G. cingulata* - იწვევს ვაშლის მწარე სიდამპლესა და ანთრაქნოზს. მისი უსრული სტადიაა ანთრაქნოზი - *Colletotrichum gloeosporioides*.

რიგი Ophiostomatales

ოჯახი Ophiostomatacea

გვარი: Ophiostoma - პერიტეციუმები ცალ-ცალკეა, ზედაპირული, იშვიათად სუბსტრატის ქსოვილშია ჩამჯდარი, შავი ან მუქი ყავისფერი, პარაფიზების გარეშე; ძალიან გრძელი ხორთუმი აქვს, რომლის პერიტეციუმის სიგანეს რამდენჯერმე სჭარბობს. ასკები სფეროსებრია ან ოვალური, განცალკევებული. მრავალი სახეობა ვრცელდება ხოჭოების საშუალებით.

O. novo-ulmi, ცნობილია თელის ჰოლანდიური დაავადების სახით, მრავალ ქვეყანაში გაანადგურა თელის უდიდესი კორომები (ანამორფები: *Sporothrix* და *Graphium*).

რიგი Diaporthales

ოჯახი Diaporthaceae

პერიტეციუმები სტრომაშია ან მცენარის ქსოვილშია ჩამჯდარი. სტრომები მომრგვალო ან გაბრტყელებული, შავი. ასკები ცილინდრულია; ასკოსპორები ერთ ან რამდენიმე ტიხრიანია, ყავისფერი.

გვარი: *Diaporthe*, *D. citri* იწვევს ციტრუსების მელანოზს; *D. Vexans*- ბადრიჯნის ნაყოფების სიდამპლეს; *D. Phaseolorum*- პარკოსანთა პარკისა და ღეროს სიდამპლეს (უსრული სტადიაა Phomopsis)

ოჯახი Gnomoniaceae

უმთავრესად ერთეული, იშვიათად ჯგუფად განვითარებული პერიტეციუმები აქვთ. წარმომადგენელთა უმრავლესობა ანთრაქნოზისა და ფოთლების ლაქიანობის გამომწვევია. ერთ-ერთი წარმომადგენელია. აღსანიშნავია:

გვარი: *Gnomonia*, *G. Leptostila* - იწვევს კაკლის ფოთლების ლაქიანობას (უსრული სტადიაა *Marssonia juglandis*, ცნობილია კაკლის მარზონიოზის სახელწოდებით).

რიგი Magnaporthales

ოჯახი Magnaporthaceae

გვარი: *Gaeumannomyces*, *G. graminis* იწვევს მარცვლეული კულტურების - ხორბალის, ბრინჯის, შვრიის და სხვათა დაავადებებს.

გვარი: *Magnaporthe*, *M. Grisea* - ბრინჯის ბლასტის გამომწვევია (ანამორფა *Pyricularia oryzae*).

რიგი Diaporthales

ოჯახი Cryphonectriaceae

გვარი: Cryphonectria, *C. Parasitica* დიდი ზიანის მომტანია, იწვევს წაბლის კიბოს დაავადებას.

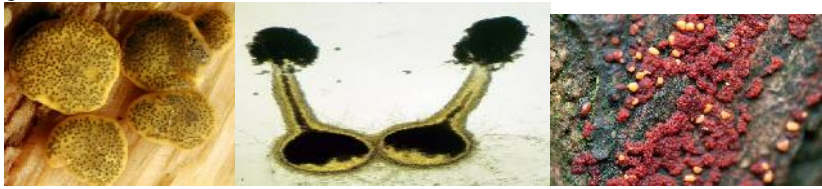
ოჯახი Valsaceae

გვარი Leucostoma, *L. canke* (formerly *Valsa*), იწვევს ატმისა და სხვა ხეების კიბოს.

რიგი Xylariales

ოჯახი Xylariaceae

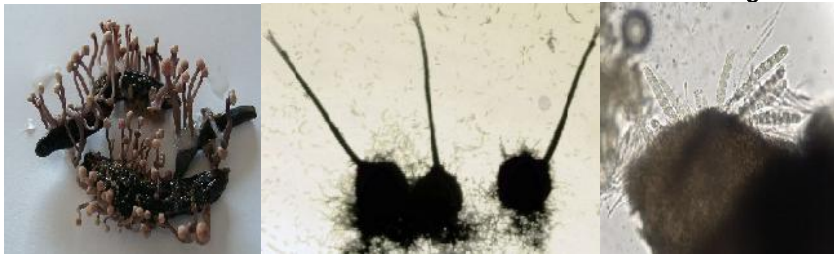
სტრომა ნახევრადსფეროსებრია ან ბალიშისებრი, შავი. პერიტეციუმი მუქია, ტყავისებრი, მაგარი, სტრომაში ჩამჯდარი. ასკები ცილინდრულია, პარაფიზეებით, 8 სპორიანი. ასკოსპორები ერთ ან რამოდენიმე უჯრედიანია, მუქი.



ა

ბ

გ



დ

ო

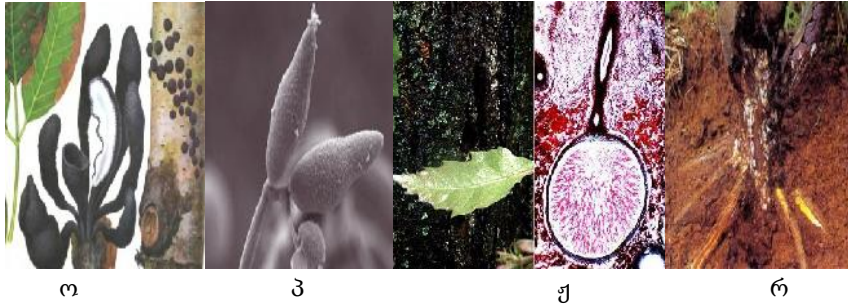
კ



ლ

მ

ნ



სურ. 5-34. პირონომიციტების ნაყოფსხეულები: ა -- *Hypocrea aureoviridis*, ბ - *Ceratostoma*, გ - *Nectria cinnabarina*, დ - *Claviceps purpurea*, ი - *Ceratocystis fimbriata*, კ - *Phyllachora maydis*, ლ - *Glomerella cingulate*, მ - *Ophiostoma ulmi*, ნ - *Diaporthe citri*, ო - *Gnomonia leptostila* პ - *Magnaporthe oryzae*, ჟ - *Cryphonectria parasitica*, რ - *Rosellinia necatrix*

გვარი: Hypoxylon, *H. mammatum* იწვევს ალვის ხის კიბოს.

გვარი: Rosellinia, *R. Necatrix* - ვაზისა და ხეხილის ფესვების კიბოს გამომწვევია.

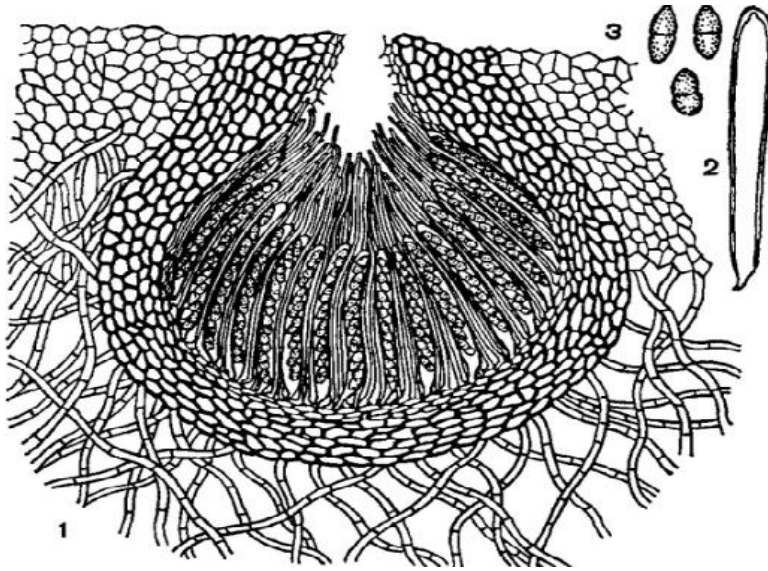
გვარი: Xylaria, ზოგიერთი სახეობა ხე მცენარეთა კიბოსა და მერქნის გახრწნის გამომწვევია.

გვარი: Eutypa, *E. armeniaca* ვაზისა და სხვა მცენარეთა კიბოს გამომწვევია.

ქვეკლასი Dothideomycetidae

ლოკულოასკომიციტები - Loculoascomycetes

ლოკულოასკომიციტების ჩანთები ორგარსიანია (სურ. 4-35). ისინი ვითარდებიან ასკოსტრომის ანუ ჰსეუდოტეციუმის სპეციალურ ღრუებში - ლოკულებში. ასკოსტრომა შეიძლება იყოს მონოლოკულარული ან პოლილოკულარული, რაც ამ ჯგუფის სოკოების სისტემატიკური დაჯგუფების დროს გამოიყენება.



სურ. 4-35- ნაყოფსხეულის განივ განაჭერზე ჩანთებითა და სპორებით; 2- ჩანთა; 3-სპორები

რიგი Capnodiales

ოჯახი Capnodiaceae

მიცელიუმი მუქია, ჭვარტლისებრ-შავი. ფსეუდოტეციები მომრგვალო ან ბალიშაკისებრი, პორუსით ან უპორუსო. ასკოკარპები 2-4 ტიხრიანია, უფერული ან მუქად შეფერილი (სურ. 4-36 ა).

გვარი: Capnodium, სხვადასხვა მცენარეებზე, განსაკუთრებით სუბტროპიკულ კულტურებზე შავი ფიფქისებრი ოზის გამომწვევია.

ოჯახი Mycosphaerellaceae

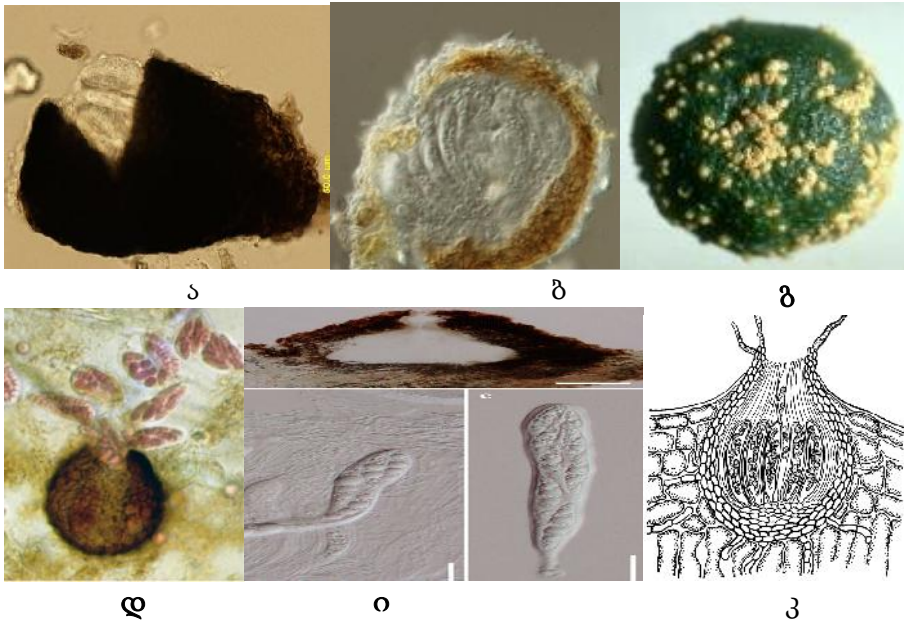
ლოკულები მრავალია, მოკლებულია სტერილურ ჰიფებს, იხსნება აპიკალური პორუსით. ჩანთები ცილინდრულია ან ოვალური, კონებად შეკრებილი. ასკოსპორები ერთი ან მრავალუჯრედიანია, ხშირ შემთხვევაში ყავისფერი (სურ. 4-36 ბ).

გვარი Mycosphaerella, ფოთლების ლაქიანობის გამომწვევია. მათ შორის:

M. Sentina იწვევს მსხლის ფოთლების თეთრ სილაქავეს;

M. musicola - ბანანის ფოთლების სილაქავეს;

M. graminicola - მარცვლეულის სილაქავეს;
M. fragariae - მარწყვის ფოთლების სილაქავეს (ანამორფა შეიძლება იყოს - *Cercospora*, *Septoria* და სხვ.).
 კლასი Dothideomycetes
 ქვეკლასი Dothideomycetidae
 რიგი Myriangiales
 ოჯახი Elsinoaceae:
 გვარი Elsinoë, *E. Fawcetti* იწვევს ციტრუსის სკებს ანუ მეჭეწიანობას (სურ.4-36გ);
E. Ampelina - ვაზის ანთრაქნოზს;
E. veneta – მარწყვის ანთრაქნოზს: და სხვ.
 რიგი Pleosporales
 ოჯახი Pleosporaceae - ასკოსტრომა ცვალებადია. ასკები გარშემორტყმულია ფსეუდოპარაფიზებით. ასკოსპორები ერთ ან მრავალუჯრედიანია, ელიფსური, მოგრძო და სხვ. (სურ.4.36დ)
 გვარი *Cochliobolus*, იწვევს მარცვლოვანთა როგორც კულტურული, ისე ველური ფორმების ფოთლთა სილაქავეს და ფესვის სიდამპლეს (ანამორფა *Bipolaris* ან *Curvularia*).
 გვარი *Pyrenophora*, იწვევს მარცვლეული კულტურების ფოთლების ლაქიანობას (ანამორფა *Drechslera*).
 გვარი *Setosphaera*, იწვევს როგორც კულტურული ისე ველური მარცვლოვანთა ფოთლების სილაქავეს (ანამორფა *Exserohilum*).
 გვარი *Pleospora*, იწვევს პომიდორის სიდამპლეს (ანამორფა *Stemphylium*).
 ოჯახი Leptosphaeriaceae
 გვარი *Leptosphaeria*- კომბოსტოს დაავადებას (ანამორფა *Phoma*).
 ოჯახი Venturiaceae
 გვარი *Venturia*, ქეცის გამომწვევია (სურ. 4.36ი), მათ შორის:



სურ. 4-36: ა- Capnodium, ბ - Mycosphaerella, გ - Elsinoë, დ - Pleospora, ი - Leptosphaeria, კ - Venturia

V. inaequalis იწვევს ვაშლის ქეცს;

V. Pyrina-მსხლის ქეცს (ანამორფა Pollaccia და Spilocaea).

გვარი: Apiosporina, A. morbosa ალუბლის დაავადების გამომწვევია (ანამორფა Fusicladium)

რიგი Botryosphaeriales

ოჯახი Botryosphaeriaceae

გვარი Guignardia, ვაზის ბლევროტის გამომწვევია (ანამორფა Phyllosticta).

დისკომიცეტები - Discomycetes

დისკომიცეტებისათვის დამახასიათებელია აპოტეციუმის ტიპის ნაყოფსხეულები, რომლებსაც ჯამნაირი ანუ ფიალისებრი ფორმა აქვთ (სურ. 4-37). ზოგიერთ წარმომადგენელს აპოტეციუმი განვითარების დასაწყისში თითქოსდა დახურული აქვს, მაგრამ მომწიფებისთანავე მაინც ეხსნებათ. ასკები ცილინდრულია ან ოვალური, ხშირად პარაფიზებით.

რიგი Rhytismales - ასკოკარპები შავია, სფერული, დისკოსებრი ან გრძელი, რომლებიც წარმოიქმნებიან სტრომაში. ჩანთები ცვალებადია. ასკოსპორები ჰიალინური ან ყავისფერი, ოვალური ან ძაფისებრი.

გვარი: Hypoderma, იწვევენ ფიჭვის წიწვების ლაქიანობას.

ქვესამეფო: Pezizomycotina

კლასი: Leotiomycetes

რიგი Rhytismatales

ოჯახი Rhytismataceae

გვარი Lophodermium, იწვევენ ფიჭვი წიწვების დაცვენას;

Rhytisma, R. Acerinum, ნეკერჩხლის ფოთლების ლაქიანობის გამომწვევია;

Rhabdocline, იწვევს ნაძვის წიწვების დაცვენას.

ოჯახი Hemiphacidiaceae:

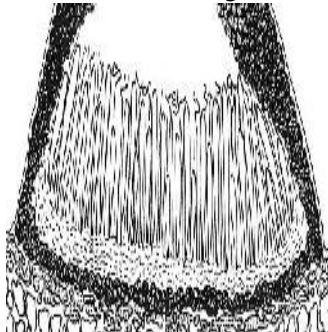
რიგი - Helotiales

ოჯახი Sclerotiniaceae - აპოტეციუმი ფიალისებრია ან დისკის ფორმა აქვს. ასკოსპორები სფერულია, ან გრძელი ძაფისებრი ფორმის, ერთ ან მრავაუჯრედია.

გვარი: Monilinia, იწვევს თესლოვანი და კურკოვანი ხილის ყავისფერი სიდამპლეს;

Sclerotinia, S. sclerotiorum, იწვევს ბოსტნეულის თეთრ ობს ან სველ სიდამპლეს.

Stromatinia, S. gladioli, იწვევს გლადიოლუსების გორგლების სიდამპლეს.



ა



ბ

გ

სურ. 4-37 - დისკომიცეტები: ა - Lophodermium, ბ-Hemiphacidiaceae, გ- Sclerotiniaceae

ოჯახი Dermateaceae

გვარი: Pseudopeziza, *P. trifolii* იონჯას ფოთლების სილაქავის გამომწვევია; Diplocarpon, *D. maculatum* კომშის, ატამის და ვარდის შავი სილაქავის გამომწვევია.

ჯგუფი ანამორფული სოკოები (დეუტერომიცეტები, მიტოსოკოები, უსრული სოკოები - Deuteromycetes, Mitosporis fungi)

დეუტერომიცეტები ანუ უსრული სოკოები მრავალრიცხოვანი და მრავალფეროვანი ჯგუფია. დღეისათვის 25 000-დან 30 000-მდე სახეობაა ცნობილი. უსრული სოკოები ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში. უსრული სოკოები მცენარის, ცხოველის და ადამიანის პარაზიტია. მრავალი მათგანი ბინადრობს ნიადაგში როგორც საპროფიტი. ასევე უხვად გვხვდებიან სხვადასხვა მცენარეულ ნარჩენებზე. ზოგიერთი უსრული სოკო იწვევენ საკვები პროდუქტების და სხვადასხვა სამრეწველო ნაწარმის ლჰობას. დეუტერომიცეტებს შორის გვხვდება ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა პროდუცენტებიც.

უსრული სოკოები - ჰეტეროგენური ჯგუფია, რომელთა სახეობები წარმოშობით დაკავშირებული არიან ასკომიცეტებისა და ბაზიდიომიცეტების განყოფილების სხვადასხვა ტაქსონომიურ ერთეულებთან.

მათი მიცელიუმი კარგად განვითარებულია, სეპტირებული, დატოტვილი. ტიპიური სქესობრივი პროცესი არ ახასიათებთ, მაგრამ შეიმჩნევა

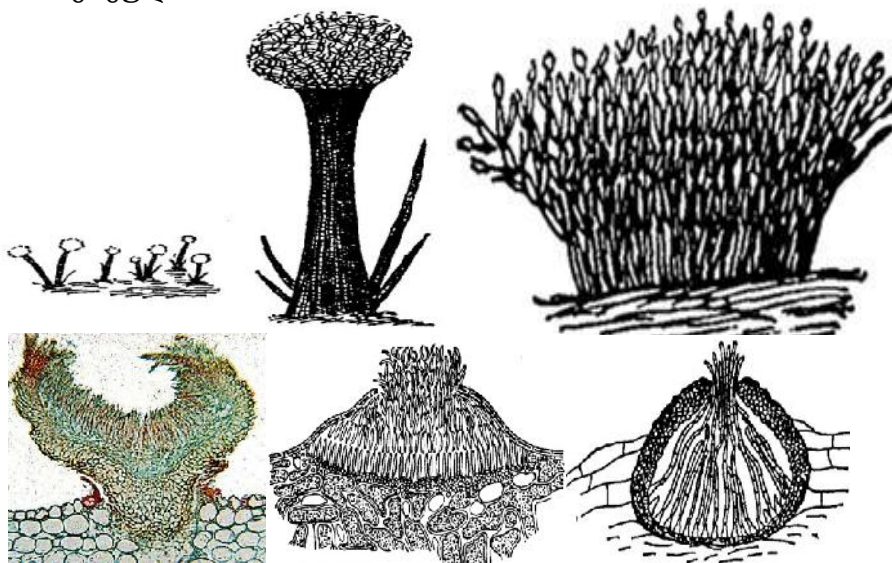
ჰეტეროკარიოზისი და პარასექსუალური პროცესი. კონიდიები წარმოიქმნება კონიდიატმტარებზე ცალკეულად, ან ჯგუფურად სპეციალიზირებულ სტრუქტურებში.

დეუტერომიცეტების კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს მათი კონიდიალური ნაყოფიანობა. ნაყოფიანობის ტიპებია: კორემიუმი, სპოროდოქიუმი, სარეცელი, პიკნიდიუმი და სხვ. (სურ.4-38).

ხშირია შემთხვევა, როდესაც კონიდიატმტარები ერთმანეთთან მტკიცედ არიან შეზრდილი და სვეტს ქმნიან, რომლის წვერზე კონიდიუმებს ინვიტარებენ. ასეთ კონიდიურ ნაყოფიანობას **კორემიუმს** უწოდებენ. სარეცელზე კონიდიატმტარები მესრისებად არიან განლაგებული.

ნაყოფიანობის განსაკუთრებული ფორმაა ე.წ. **სპოროდოქიუმი**. მისი სარეცელი ამობურცულია და შედგება პარენქიმული უჯრედებისაგან წარმოქმნილი მიცელიალური ხლართისაგან, რომლის ზედაპირი მოკლე კონიდიატმტარებითაა დაფარული.

სპოროდოქიუმის მსგავსია ე. წ. **პიონოტი**. იგი ფაშარად შეკრული სარეცელია და და დაფარულია ლაბისებრი ლორწოთი; კონიდიატმტარები ლორწოშია შერეული.

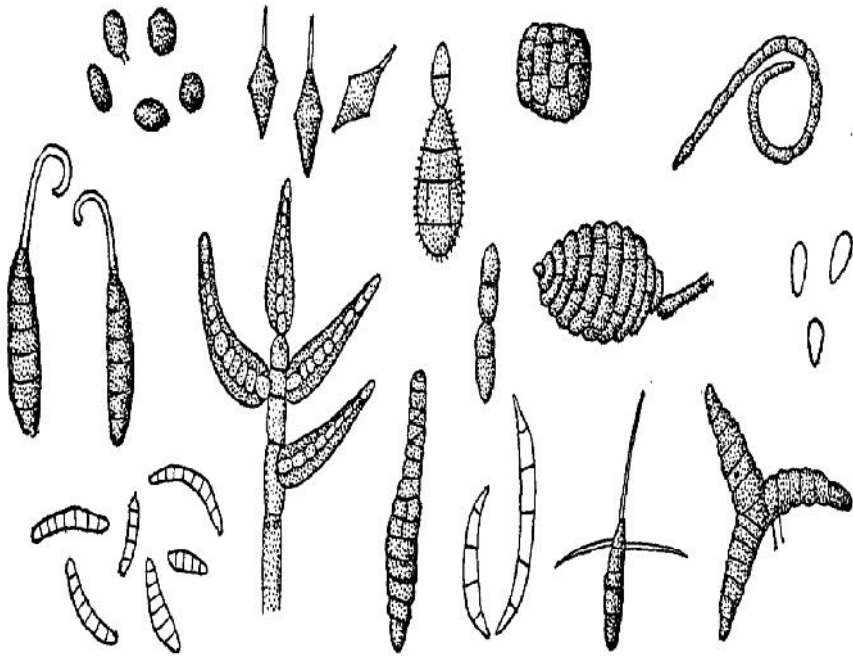


სურ. 4-38 - ნაყოფსხეულის ტიპები (მარცხნიდან მარჯვნივ) კორემიუმი, სპოროდოხიუმი, სარეცელი, პიკნიდიუმი

ნაყოფსხეულის ფართოდ გავრცელებული ფორმაა ე. წ. **პიკნიდიუმი**. იგი დახურული ნაყოფსხეულია, მრგვალია, კარგად განვითარებული პარენქიმული ან პროზენქიმული ჰიფებისაგანაა შემდგარი, მურა ან შავი კედელი აქვს, რომლის წვერზე, უმეტეს შემთხვევაში პორუსია დატანებული. კედლის შიგნითა მხარეზე თეთრი ქსოვილებისაგან შემდგარი შრე გასდევს, რაზედაც კონიდიათმტარებია განვითარებული. პიკნიდიუმები ერთეულებია ან უნაყოფო ქსოვილით ანუ სტრომით ჯგუფადაა შეკრული. ზოგიერთ წარმომადგენელთა პიკნიდიუმის ღრუ ცალკე კამერებადაა დანაწილებული. კამერებიდან სპორები ან ერთი საერთო, ან რამდენიმე ძუძუსებრი, მოგრძო ხორთუმი გამოდის. ზოგიერთი სოკოს პიკნიდიუმები გაბრტყელებულია, ჯამისებრია და განიერი ან ჭვრეტისებრი პორუსი აქვს. მას პსეუდოპიკნიდიუმებს უწოდებენ.

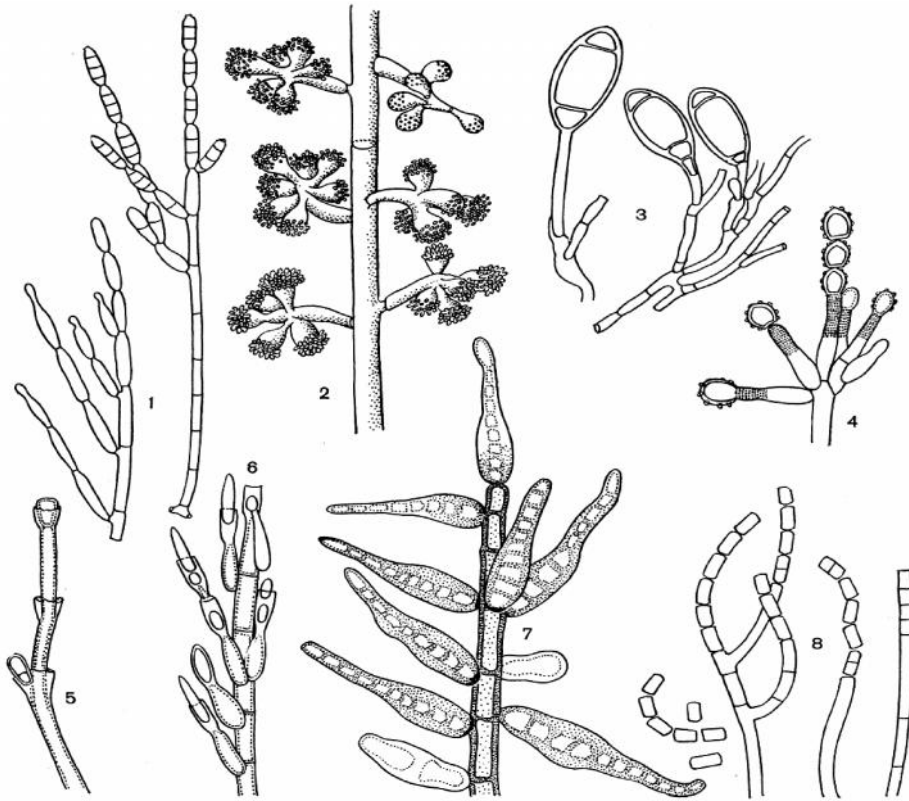
ზოგიერთ უსრულ სოკოებს კონიდიალური ნაყოფიანობაც არ გაჩნიათ. ისინი ხშირად წარმოქმნიან სკლეროციუმებს, ზოგჯერ გვხვდებიან სტერილური მიცელიუმის სახით.

უსრული სოკოების კლასიფიკაციის დროს დიდი ყურადღება ექცევა კონიდიალურ ნაყოფიანობას, კონიდიოსპორების (კონიდიების) აგებულებას, მათ ფორმას, შეფერვას, ზომას, ტიხრიანობის რიცხვს და სხვ. (სურ. 4-39).



სურ. 4-39-ანამორფული სოკოების კონიდიები

კონიდიოფორები ანუ კონიდიატომტარები განსაკუთრებულ ძაფს ანუ ჰიფას წარმოადგენს, რომლის წვერზე კონიდიოსპორები (ბლასტოსპორები, ალევრიოსპორი, ფიალოსპორები, პოროსპორები, არტროსპორები) ვითარდებიან (სურ.4-40).



სურ. 4-40 - სპორების წარმოქმნის პროცესი: 1, 2 - ბლასტოსპორები; 3 - ალევრიოსპორი; 4 - ანნელოსპორი; 5, 6 - ფიალოსპორები; 7 - პოროსპორები; 8 - არტროსპორები

კონიდიები ყველა ფორმისა გვხვდება: მრგვალი, ელიფსური, ოვალური, კვერცხისებრი, მოგრძო, ძაფნაირი, ერთ თუ მრავალტიხრიანი, სწორი თუ მოხრილი: წარმოშობით აკროპეტალურია ან ბაზიპეტალური, ერთეულია თუ ძეწკვებად განვითარებული, ვარსკლავისებრი და სხვ.

კონიდიათმტარები სხვადასხვა სახისაა: მოკლე ან გრძელი, დატოტვილი ან მარტივი, შეფერილი ან უფერული, ზოგჯერ კი ძნელად შესამჩნევი. ისინი ხშირად სუბსტრატის ზედაპირზე სხვადასხვა სახით არიან ამოსული: ხშირად ბაგიდანაა ერთეულად განვითარებულთან მიცელიუმშიდანაა აღმართული და თავისუფლად მდგომია.

უსრული სოკოების კლასიფიკაციის რამდენიმე სისტემა არსებობს. თანამედროვე სისტემატიკით უსრული სოკოები გართიანებულია სამ კლასში (ჰიმენომიცეტები - *Hyphomycetes*, ცელომიცეტები - *Coelomycetes* და ბლასტომიცეტები - *Blastomycetes*).

კონიდიათმტარები სხვადასხვა სახისაა: მოკლე ან გრძელი, დატოტვილი ან მარტივი, შეფერილი ან უფერული, ზოგჯერ კი ძნელად შესამჩნევი. ისინი ხშირად სუბსტრატის ზედაპირზე სხვადასხვა სახით არიან ამოსული: ხშირად ბაგიდანაა ერთეულად განვითარებულიან მიცელიუმიდანაა აღმართული და თავისუფლად მდგომია.

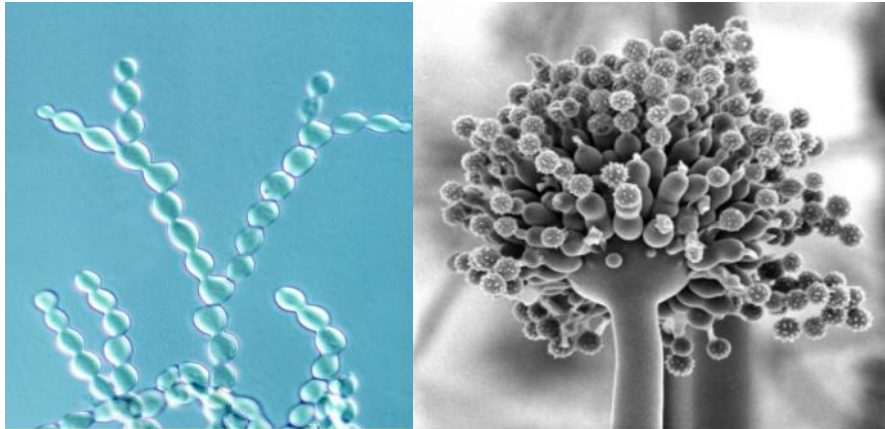
უსრული სოკოების კლასიფიკაციის რამდენიმე სისტემა არსებობს. თანამედროვე სისტემატიკით უსრული სოკოები გართიანებულია სამ კლასში (ჰიმენომიცეტები - *Hyphomycetes*, ცელომიცეტები - *Coelomycetes* და ბლასტომიცეტები - *Blastomycetes*).

ბოლოდრონდელი გამოკვლევები ცხადყოფს, რომ სხვა ტაქსონები (რიგი, ოჯახი, გვარი) მოკლებული არიან ნათესაურ კავშირს, რის გამოც მათ ფორმალური მნიშვნელობა აქვს სისტემატიკაში. აღნიშნული ტაქსონები დაჯგუფებული არიან არა ნათესაური კავშირის მიხედვით, არამედ გარეგანი მორფოლოგიური ნიშნების გათვალისწინებით (ვეგეტაციური სხეულის, კონიდიათმტარების და კონიდიების აგებულება), რაც არასწორად არის დაჯგუფებული.

კლასი ჰიმენომიცეტები - *Hyphomycetes*

ამ კლასში შემავალი სოკოებისათვის დამახასიათებელია სუბსტრატის ზედაპირზე ერთეული ან კონებად (კორემიუმი) ან ბალიშაკებად (სპოროდიქიები) შეკრული კონიდიათმტარების განვითარება.

მათ შორის აღსანიშნავია მონილიასებრნი: მიცელიუმი ენდოგენურია, კონიდიური ნაყოფიანობა მეჭეჭების სახითაა და შედება ვერტიკალურად მდგომი მარტივი ან დატოტვილი კონიდიათმტარებისაგან, რომელთა წვერზე კონიდიოსპორები ძეწკვებად ან ერთეულადაა განვითარებული, ფორმით ლიმონისებრი, ოვალური, მრგვალი (სურ. 4-41), უმრავლესობა მცენარეთა პარაზიტია.

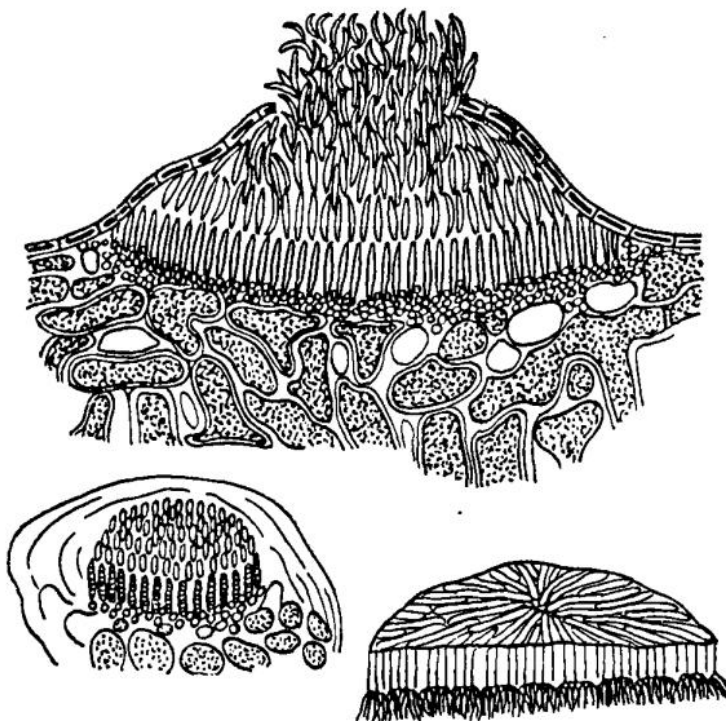


სურ.4-41-მონილიასებრთა წარმომადგენლები: *Monilinia fructicola* (მარჯნივ)
Aspergillus niger (მარცხნივ)

კლასი Coelomycetes - ცელომიცეტები

ამ კლასსში გაერთიანებულ სოკოების კონიდიამტარები ჯგუფურადაა გაერთიანებული. წარმომადგენლები პარაზიტები ან საპროფიტებია, იზრდებიან სხვადასხვა სუბსტრატზე. ამ კლასის ერთ-ერთი ფართოდ გავცელებული ფგუფია მელანკონიალები. მათი ნაყოფიანობა სარეცელის სახითაა განვითარებული (სურ. 4-42). სარეცელი შეიძლება იყოს ჩაზნექილი, ბრტყელი და ამობურცული. ზოგიერთ წარმომადგენელს ჰიფების ფაშარად შეზრდის შედეგად უვითარდება და ზედა მხრიდან კონიდიოფორებითაა დაფარული. კონიდიოსპორები ხან მშრალ მასას ქმნიან და თავისუფლად ვრცელდებიან, ხან კიდევ სოკოების გამოყოფილ ლორწოშია შერეული, ფორმით ერთ ან მრავალუჯრედიანია, უფერული ან შეფერილი.

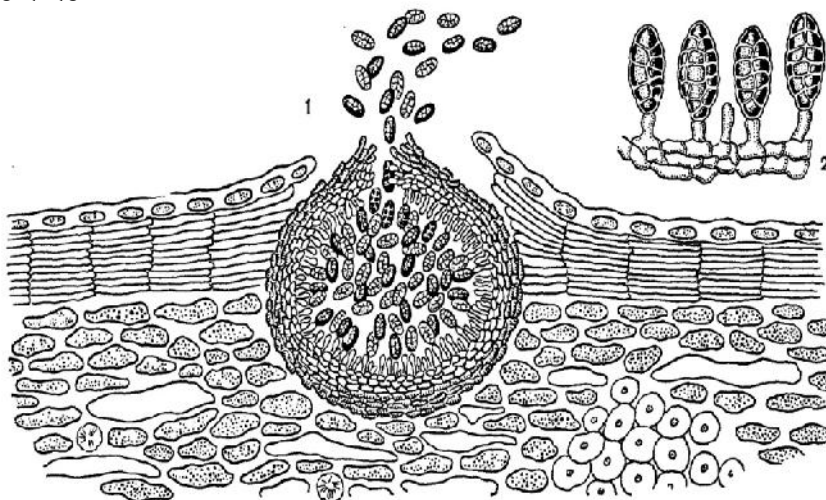
მელანკონიასებრთა დამახასიათებელი გვარებია: *Gloeosporium*, *Colletotrichum*, *Cylindrosporium*, *Marssonina*, *Melanconium*, *Pestalotia*, *Tubercularia* და სხვ.



სურ. 4-42-მელანკონიასებრთა სოკოების ნაყოფსხეულები
 მელანკონიასებრთა მრავალი წარმომადგენელი პარაზიტია და
 კულტურული და ველური მცენარეების დაავადებას იწვევს.

ანამორფულ ანუ უსრულ სოკოებს შორის სფაეროფსიდალები ანუ პიკნიდილები ყველაზე მრავალრიცხოვან სახეობებს აერთიანებს. ნაყოფსხეულები თითქმის ერთნაირია - დახურული პიკნიდიუმებია (სურ. 4-43). გვხვდება ერთმანეთისაგან განსხვავებული ფორმებიც. ხშირ შემთხვევაში მრგვალია, კარგად განვითარებული პარენქიმული ან პროზენქიმული უჯრედებისაგან შემდგარი კედელი აქვს; წვერზე პატარა ხვრელი - პორუსი აქვს დატანებული. ამ ფორმის პიკნიდიუმი თავისი ფუძით სუბსტრატში სხვადასხვა სუბსტრატზეა ჩამჯდარი. ზოგიერთ პიკნიდიუმს პორუსი არ

გააჩნია, ქსოვილიდან ნახევრად ამოწეულია. ნაყოფსხეულის კედლის შიგნითა თეთრი სოკოვანი ქსოვილითაა დაფარული, საიდანაც მარტივი ან დატოტვილი კონიდიოფორებია წარმოქმნილი. თუ უკანასკნელი პიკნიდიუმში არაა, მაშინ კონიდიები უშუალოდ კედლის უფერული შრისაგან წარმოიქმნებიან. პიკნიდიუმში დაგროვილი სპორები პორუსიდან გამოდის შიგ განვითარებულ ლორწოსთ, ან პორუსით მოხვედრილ წყალთან ერთად. თუ პიკნიდიუმს პორუსი არ აქვს, მაშინ პიკნიდიუმში დაგროვილი სპორებისა და ლორწოს წნენის გამო კედელი სკდება და წყლის წვეთის დახმარებით ვრცელდება.



სურ. 4-43-ნაყოფსხეული კონიდიებით (1), კონიდიოფორები კონიდიებით (2)

პიკნიდიუმი განვითარებულია ან ერთეულად ან, კიდევ მიცელიუმის ხლართებით ან სტრომატული ქსოვილით ჯგუფადაა შეკრული.

სტრომაზე პიკნიდიუმი ან მთლიანად ზედაპირულია ან ნახევრად სტრომაშია, ან მთლიანად ჩამჯდარია. ზოგიერთ სოკოს სტრომაში ჩამჯდარი პიკნიდიუმები რამდენიმე სართულად აქვს განწყობილი, მაშინ მათი სპორები პიკნიდიუმის წვერზე განვითარებული ხორთუმით ამოდის ზედაპირზე. არის იშვითი შემთხვევებიც, როდესაც ჯგუფად შეკრულ პიკნიდიუმებს თავისი

საკუტარი კედელი და პორუსი მოეპოვება. მაგრამ ასეთი განვითარებული ნაყოფიანობა პიკნიდიუმში კამერების შექმნით იცვლება. კამერების სიდიდე და ფორმა სხვადასხვანაირია - მომრგვალო, დაკლაკნილი, მრუდე, ხაზისებრი და სხვ. კამერის კედლები მთლიანად კონდიოფორებითაა დაფარული და სპორების გავრცელებისათვის საერთო ხორთუმი აქვთ. აავადებენ მრავალი სახეობის მცენარეს. დამახასიათებელია პიკნიდიალური ნაყოფიანობა.

კლასი Blastomycetes - ბლასტომიცეტები

ამ კლასის სოკოებისათვის დამახასიათებელია საფუარა სოკოების მსგავსი ზრდა («უსრული საფუარები»).

დამახასიათებელი გვარია *Candida* -კანდიდა (განყოფილება *Ascomycot* , კლასი *Saccharomycetes* (საქარომიცეტები - სპირტული დუდილის გამომწვევი საფუარი სოკოები). სოკოს სხეული შედგება ფსეუდოჰიფებისაგან, რომელზეც ვითარდება მრგვალი ფორმის ქლამიდოსპორები და ბლასტოსპორები (სურ. 4.44).



სურ. 4.44 - კანდიდას ფსეუდომიცელიუმი ქლამიდოსპორებითა და ბლასტოსპორებით

გვარის წარმომადგენლები ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში, გვხვებიან ნიადაგში, ხეხილოვნების ფესვებზე, საწყობებში ნაყოფებზე. მიეკუთნებიან პათოგენურ მიკროოგანიზმებს, ითვლება ადამიანის კანდიდომიკოზის გამომწვევ სოკოდაც.

პარაზიტი სოკოების ანამორფული და ტელემორფული ტაქსონები

ანამორფული სტადია ტელემორფული ჯგუფი

გვარი *Geotrichum*, *G. candidum* იწვევს ნაყოფებისა და ბოსტნეულის სიდამპლეს *Saccharomycetales*

კლეისტოტეციალური ასკომიცეტები

გვარი *Penicillium*: ნაყოფების ობის გამომწვევია *Talaromyce*

გვარი *Aspergillus*, იწვევს ობს, თესლის ლპობას და სხვა *Eurotium*

გვარი *Paecilomyces*, გამოიყენება როგორც ბიოლოგიური ბრძოლის აგენტი თეთრფრთიანების წინააღმდეგ *Byssoschlamys*

გვარი *Oidium*, იწვევს ნაცარს *Erysiphe* და სხვ.

პერიტეციალური ასკომიცეტები

გვარი: *Chalara*, იწვევს ხეების კიბოს და სხვ. *Ceratocystis*

Acremonium, ბალახოვანი მცენარეთა დაავადებას *Epichloe*

Sporothrix და *Graphium*, იწვევს თელის დაავადებას *Ophiostoma*

Trichoderma, გამოიყენება როგორც ბიოლოგიური აგენტი პარაზიტი სოკოების წინააღმდეგ

Verticillium, იწვევს მცენარეთა ჭკნობას *Hypocrea*

Fusarium, იწვევს მცენარეთა ჭკნობას, თესლების ინფიცირებას, ფესვებისა და ღეროების სიდამპლეს *Gibberella*

Colletotrichum, იწვევს მცენარეთა ანთრაქნოზს *Glomerella*

ლოკულოასკომიცეტები

გვარი: *Cercospora*, იწვევს მცენარეთა დაავადებებს *Mycosphaerella*

Septoria, იწვევს მცენარეთა ფოთლების სილაქავეს *Mycosphaerella*

Phyllosticta, იწვევს ვაზის ბლეკროტს *Guignardia*

Alternaria, იწვევს ფოთლების სილაქავეს *Lewia*

Stemphylium, იწვევს პომიდორის ნაყოფების სიდამპლეს *Pleospora*

Bipolaris, იწვევს მარცლოვანთა ფოთლების სილაქავეს და ფესვების სიდამპლეს *Cochliobolus*

Drechslera, იწვევს სხვადასხვა მარცლოვანი კულტურების ფოთლების სილაქავეს *Pyrenophora*

Exserohilium, მცენარეთა ფოთლების სილაქავეს *Setosphaera*

<i>Curvularia</i> , იწვევს ბალახების ფოთლების სილაქავეს	<i>Cochliobolus</i>
<i>Cladosporium</i> , <i>C. Fulvum</i> იწვევს პომიდორის ფოთლების მურა ლაქიანობას; <i>C. Carpophilum</i> ატმის და ნუშის ქეცს	<i>Fulvia</i> , <i>Venturi</i>
<i>Sphaeropsis</i> , იწვევს ვაშლის ბლეკროტს და სხვ.	<i>Botryosphaeria</i>

აპოტეციალური ასკომიცეტები

გვარი: <i>Botrytis</i> , <i>B. cinerea</i> ნაცრისფერი ობის გამომწვევია	<i>Botryotinia</i>
<i>Monilia</i> , კურკოვნების ყავისფერი სიდამლის გამომწვევია	<i>Monilinia</i>
<i>Marssonina</i> , ვარდის შავი ლაქიანობის გამომწვევია	<i>Diplocarpon</i>
<i>Entomosporium</i> , მსხლის ლაქიანობის გამომწვევია	<i>Diplocarpon</i>
<i>Cylindrosporium</i> , ფოთლების ლაქიანობის გამომწვევია	<i>Mycosphaerella</i>
<i>Melanconium</i> , ვაზის მწარე სიდამპლის გამომწვევია	<i>Greeneria</i>
<i>Rhizoctonia</i> , <i>R. solani</i> ბოსტნეული კულტურების ფესვისა და ღეროს სიდამპლის გამომწვევია	<i>Thanatephorus Sclerotium</i> , <i>S. rolfsii</i>
<i>rolfsii</i> იწვევს მცენარეთა ჭკნობასა და ხმოზას	<i>Aethalium</i>

განყოფილება Basidiomycota - ბაზიდიომიცეტები

უახლოესი ფილოგენეტიკური კლასიფიკაციით, რომელიც მიღებულია მიკოლოგთა 67-ე საერთაშორისო კონგრესზე (Hibbett, David S.; და სხვ.; 2007), ბაზიდიომიცეტები მოიცავს 31 515 სახეობას, რომლებიც გაერთიანებული არიან 3 ქვეგანყოფილებაში, 16 კლასში, 52 რიში, 177 ოჯახში და 589 გვარში. ქვეგანყოფილებებია: Pucciniomycotina, Ustilaginomycotina, Agaricomycotina.

Agaricomycotina იყოფა 3 კლასად: Tremellomycetes, Dacrymycetes

კლასი Tremellomycetes წარმოდგენილია 3 რიგით, 11 ოჯახით, 50 გვარით და 377 სახეობით.

კლასი Dacrymycetes - ერთი ოჯახით, 9 გვარით და 101 სახეობით არის წარმოდგენილი.

ბაზიდიანი სოკოების ერთ-ერთ დამახასიათებელ თავისებურებას წარმოადგენს სქესობრივი პროცესის შედეგად სპეციალიზირებული ორგანოს - ბაზიდიუმის განვითარება. ბაზიდიუმი რეპროდუქტიული ორგანოა, რომელზედაც ფორმირდება ბაზიდიოსპორები. ბაზიდიანი სოკოების მეორე თავისებურებას წარმოადგენს ორი ტიპის მიცელიუმის განვითარება. ბაზიდიოსპორების გაღვივების შედეგად წარმოიქმნება პირველადი (ჰაპლოიდური) მიცელიუმი, რომელზედაც ზოგჯერ ვითარდება ოიდიუმები და კონიდიუმები. მიცელიუმი ერბირთვიანია, სუსტად განვითარებული და მისი სიცოცხლისუნარიანობა ხანმოკლეა. წყვილი ჰაპლოიდური ჰიფების წვეროს უჯრედების შერწყმის შედეგად წარმოიქმნება მიცელიუმი, რომლის ყოველ უჯრედი შეიცავს ორ ერთმანეთთან დაახლოებულ, მაგრამ არა შერწყმულ ბირთვებს. ასეთი მიცელიუმი მეორეული ან დიკარიოტული (დიკარიოფიტული) მიცელიუმის სახელწოდებას ატარებს. ბაზიდიუმიანი სოკოების განვითარების ციკლში სჭარბობს დიკარიოტული მიცელიუმის ფაზა.

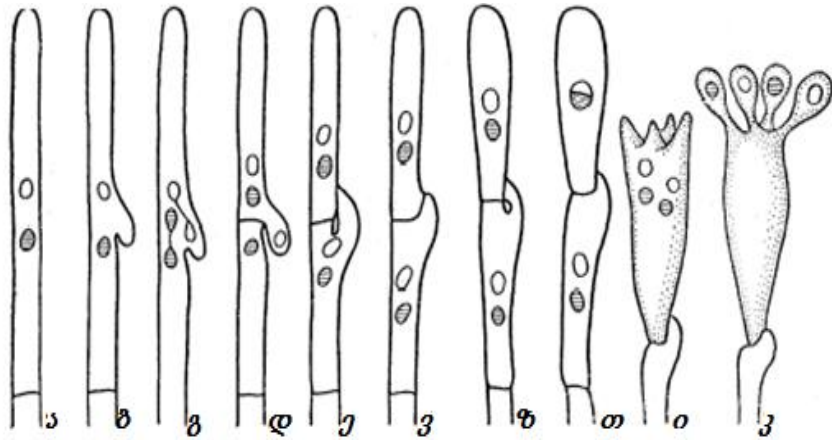
მრავალი ბაზიდიუმიანი სოკოს მეორად მიცელიუმზე ვითარდება ე. წ. აბზინდა. აბზინდა წარმოიქმნება ორი უჯრედის გამყოფი განივი ტიხრის მოპირისპირედ და ამ ორ უჯრედს არხით აერთებს ერთმანეთს. ამ არხის გავლით ერთი უჯრედიდან ბირთვი გადადის მეორე უჯრედში.

განვითარების ბოლოს დიპლოიდურ მიცელიუმზე წარმოიქმნება განსაკუთრებული გამონაზარდები - ბაზიდიუმები.

ბაზიდიუმების წარმოქმნის პროცესი შემდეგნაირად მიმდინარეობს. დიკარიოტული ჰიფას უჯრედის ორი ბირთვი იყოფა, რის შედეგად მიიღება 4 ბირთვი (სურ. 4.45; ა, ბ, გ). ამავდროულად თვით უჯრედიც აბზინდასთან ტიხარით იყოფა ზედა (დედისეულ) და ქვედა (ფეხის) უჯრედად. ზედა (დედისეულ) უჯრედში თავსდება სამი ბირთვი, ხოლო ქვედა (ფეხის) უჯრედში ერთი. ზედა უჯრედში მოხვედრილი მესამე ბირთვი გადადის ადრე ფორმირებულ აბზინდაში, რომელიც ქვემოთ იხრება და მიეზრდება ფეხ უჯრედს. ბირთვი აბზინდადან გადადის ფეხ უჯრედში, რის შემდეგ ფეხ უჯრედი უბრუნდება საწყის დიკარიოტულ მდგომარეობას (სურ. 4.45); დ, ე, ვ). შემდეგ ზედა უჯრედში ხდება სქესობრივი პროცესის დასრულება. აქ ორი არა დედისეული უჯრედი ერთმანეთს ერწყმის და წარმოიქმნება ერთი დიპლოიდური ბირთვი (სურ. 4.45; თ). შემდეგ დიპლოიდური ბირთვი იყოფა მეიოზურად და წარმოქმნის ოთხ ახალ ჰაპლოიდურ ბირთვს (სურ. 4.45; ი, კ) თვით ბაზიდიუმის წვეროზე წარმოიქმნება გამონაზარდები (სტერიგმები), რომლებშიც თითო-თითო ბირთვი გადადის, საიდანაც წარმოიქმნება თითო ბაზიდიოსპორა. შემდეგ გამონაზარდები იბერება, სპორები გადმოცვივდება და იფანტება.

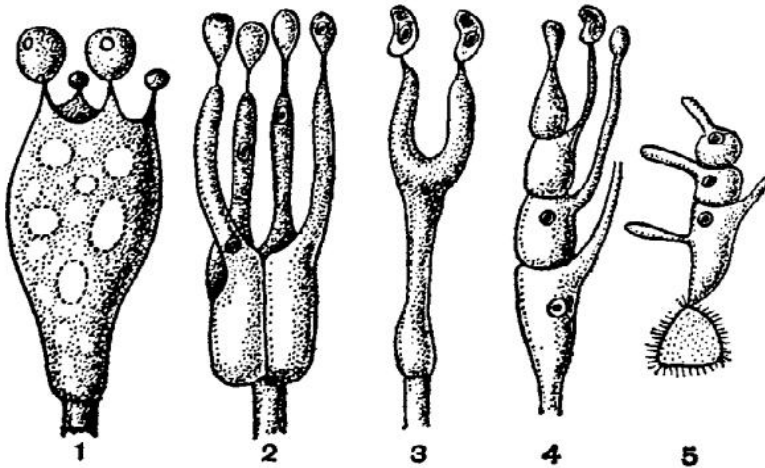
ბაზიდიომიციტებს მრავალუჯრედიანი დატოტვილი მიცელიუმი ახასიათებს. ბაზიდიანი სოკოების დიდ ნაწილს ბაზიდიუმები ერთუჯრედიანი აქვთ, რომელსაც ჰოლმობაზიდიუმი ეწოდება. ეს იმის მაჩვენებელია, რომ ბაზიდიუმიდან დედა უჯრედი თანდათან იზრდება და ერთუჯრედიანი რჩება.

ბაზიდიან სოკოებში ფართოდ გვხვდება ასევე მრავალუჯრედიანი ბაზიდიუმი, რომელსაც ფრაგმობაზიდიუმს ანუ ჰეტერობაზიდიუმს უწოდებენ. ამ შემთხვევაში ბაზიდიუმის დედა უჯრედი ტიხრებით ოთხად იყოფა.



სურ. 4.45- ბაზიდიუმის და ბაზიდიოსპორების განვითარების სქემა

ბაზიდიან სოკოებში ისეთ შემთხვევასაც შევნიშნავთ, როდესაც ბაზიდიუმი მოზამთრე სპორებიდან ან ქლამიდოსპორებიდან ვითარდება (გუდაფუტოვანები, ჟანგები). ასეთ ბაზიდიუმს სკლერობაზიდიუმი ეწოდება (სურ. 4-46)



სურ. 4-46- ბაზიდიუმის ტიპები: 1-ჰოლობაზიდიუმი; 2, 3, 4 - ჰეტერობაზიდიუმი; 5 - სკლერობაზიდიუმი

როდესაც ბაზიდიოსპორები ბაზიდიუმის წვერზე არსებულ სტერიგმებზეა განვითარებული, ასეთ ბაზიდიუმს აკროსპოროვანს უწოდებენ. თუ სტერიგმები გვერდებზეა, პლეუროსპოროვანს უწოდებენ.

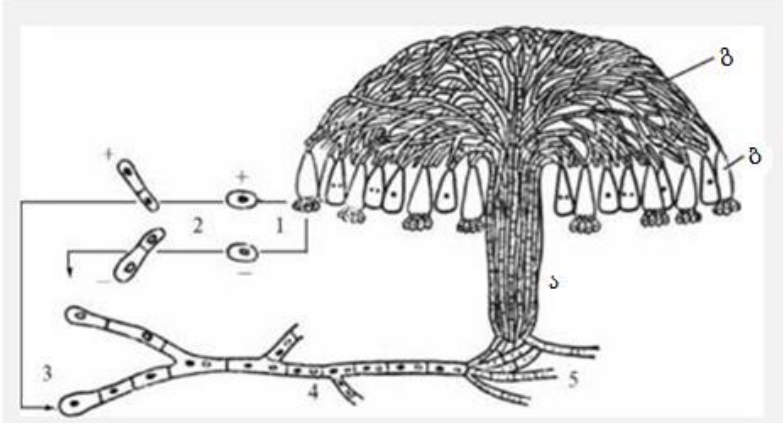
ქვეგანყოფილება Agaricomycotina

Agaricomycotina აერთიანებს ადრე ცნობილ ჰიმენომიცეტებს - Hymenomycetes (მოდველებული მორფოლოგიური კლასი Basidiomycota) და გასტერომიცეტებს - Gasteromycetes (კიდევ ერთი მოძველებული კლასი).

ქვეგანყოფილება Agaricomycotina - აერთიანებს 3 კლასს: Tremellomycetes, Dacrymycetes, Agaricomycetes.

კლასი Agaricomycetes - აგარიკალები. უახლოესი მონაცემებით (2008) კლასში გაერთიანებულია 17 რიგი, 100 ოჯახი, 1147 გვარი და 21000 სახეობა. მათი ბაზიდიუმები შეიძლება წარმოიქმნას პირდაპირ მიცელიუმზე და სხვადასხვა ფორმისა და ზომის ნაყოფსხეულებზე – ღია ან დახურულ არეში. ნაყოფსხეული შედგება ჩვეულებრივი დიკარიოტული მიცელიუმისაგან. მაგრამ მათი ფორმა, ზომა და კონსისტენცია მეტად განსხვავებულია. მათ შეიძლება ჰქონდეთ აფსკის, ქერქის, ჩლიქის ფორმა ან შედგებოდეს ფეხისა და ქუდისაგან (სურ.4-47).

კონსისტენციის მიხედვით ნაყოფსხეული შეიძლება იყოს ფაშარი, ობობასებრი, მკვრივი ქერისებრი, ტყავისებრი და ხისებრი. სიცოცხლის ხანგრძლივობის მიხედვით შეიძლება იყოს ერთწლიანი, ორწლიანი და მრავალწლიანი. ზომის მიხედვით არჩევენ მიკროფიტებს, რომელთა



სურ. 4-47 - ქუდიანი სოკოს სასიცოცხლო ციკლი: 1-ბაზიდიოსპორები; 2-პირველადი მიცელიუმის ბაზიდიოსპორა; 3-სომატოგამია; 4- მეორეული მიცელიუმის ზრდა: ა-ფეხი; ბ-ქუდი; გ - ბაზიდიუმი ბაზიდიოსპორებით ნაყოფსხეული წვრილია და მათი გარჩევა მხოლოდ მიკროსკოპის გამოყენებითაა შესაძლებელი და მაკროფიტებს, რომელთა ნაყოფსხეულის ზომა დიდია. ზოგი სუბსტრატზეა გართხმული, ზოგი ქოლგისებრია, ზოგიც ფლოქვისებრი, ქუდისებრი და ა. შ. მათი გარჩევა მიკროსკოპის გარეშეც შეიძლება. თვით ნაყოფმომცემი შრე, რომელსაც ჰიმენიუმი ეწოდება პრიმიტიულ სახეობებში განლაგებულია ნაყოფსხეულის ზედა მხარეს, ხოლო უფრო მაღალორგანიზებულ სახეობებში ქვედა მხარეს, რაც ხელს უწყობს ბაზიდიუმებისა და ბაზიდიოსპორების დაცვას მექანიკური დაზიანებისაგან, ჭარბი ტენისაგან და სხვ. ჰიმენიუმის შემადგენლობაში შედის ბაზიდიუმი ბაზიდიოსპორებით, ბაზიდიოლები (ახალგაზრდა და განუვითარებელი ბაზიდიუმები) და სტერილური უჯრედები - პარაფიზები, რომლებიც სიმტკიცეს აძლევენ თვით ნაყოფმომცემ ფენას და ამავედროულად ბაზიდიუმებს განაცალკავებენ ერთიმეორისაგან და იცავს ბაზიდიოსპორებს ჩამოცვენისაგან. ზოგიერთ სახეობებს ნაყოფმომცემ ფენაში გააჩნია ცისტიდებიც (დიდი ზომის უჯრედები), რომლებიც ჰიმენიალურ ფენაზე მაღალია. ისინი იცავენ ბაზიდიუმებს ზემოდან დაზიანებისაგან. ცისტიდების ფორმა მრავალი სახეობისათვის მუდმივია და ხშირად გამოიყენება სისტემატიკურ ნიშნად. ჰიმენიუმში შეიზლება იყოს ჯაგრებიც, რომელიც აგრეთვე დაცვით ფუნქციას ასრულებს.

ჰიმენიუმის მქონე ნაყოფსხეულის ზედაპირს ჰიმენოფორი ეწოდება. უმდაბლეს წარმომადგენლებში ის გლუვია, ხოლო უფრო მაღალორგანიზებულ ბაზიდიუმიან სოკოებში მათ მილნაირი, ფირფიტოვანი, ეკლიანი ანუ ზღარბა, ლაბირიტისებრი ფორმა აქვთ (სურ. 4-48), რაც მნიშვნელოვნად ადიდებს ნაყოფმომცემი ფენის საერთო ზედაპირს ჰიმენოფორების შეფერილობაც სხვადასხვა, რაც ძირითადად დამოკიდებულია მომწიფებული ბაზიდიოსპორების შეფერილობაზე. ის შეიძლება იყოს უფერული, მკრთალი-ყვითელი, ვარდისფერი, მუქი იისფერი, შავი და სხვ.



სურ.4-48 - ჰიმენოფორების ტიპები (მარცხნიდან მარჯვნივ): მილნაირი, ფირფიტისნაირი, ეკლიანი ანუ ზღარბა, ლაბირიტისებრი

რიგი Agaricales - ქუდიანი სოკოები

ქუდიანი სოკოები მოსახლეობაში ცნობილია საჭმელი და შხამიანი სოკოების სახით. ბაზიდიუმები უსეპტოა, ვითარდებიან სოკოს ფირფიტაზე. უმრავლესობა მიკორიზული სოკოა. საჭმელ სოკოებიდან ცნობილია: სურ. ქამა, არყა, კალმახა (სურ. 4-49), ალუბლიძირა, არყისძირა, ბებერასოკო, ზღარბა, დათვის სოკო, დუმასოკო, ენასოკო, ვერხვისძირა, ზამთრის სოკო, ნიყვი, ღვინიო და სხ. შხამიან სოკოებიდან: ვირის ჯიშლა, თავჭედილა, მანჭკვალას მატყუარა, უნაგირა სოკო, ყვითელი ბილწა სოკო, შხამა სოკო, წითელი შხამა სოკო და სხვ.



სურ. 4-49 (მარცხნიდან მარჯვნივ) ქამა, არყა, კალმახა

ფიტოპათოლოგიური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია ზოგიერთი წარმომადგენელი, რომლებიც იწვევენ მრავალი მცენარის ღეროსა და ფესვის ყელის დაზიანებას. მათ შორის:

გვარი: Armillaria, A. mellea და სხვა სახეობები იწვევენ ხეების ფესვის ყელის სიდამპლეს;

Crinipellis, C. perniciosus - კაკაოს ხის ქაჯის ცოცხის გამომწვევია;

Marasmius, ბალახოვან მცენარეთა დაავადების გამომწვევია;

Pleurotus, ცოცხალი ხეებისა და მორების თეთრი სიდამპლის გამომწვევია;

Pholiota, ფოთოლმცვენი ხეების მერქნის ყავისფერი სიდამპლის გამომწვევია.

ჯგუფი გუდაფშუკოვანი სოკოები ანუ გასტერომიცეტები - Gasteromycetes

გასტერომიცეტები ხვა ბაზიდიანი სოკოებისაგან განსხვავებით დახულოლ ნაყოფსხეულებს ივითარებენ (სურ. 5-50). ჰიმენური შრე ნაყოფსხეულის მომწიფებამდე დახურულია ერთი ან ორი მფარავი კედლით, ანუ პერიდიუმით. ბაზიდიოსპორები თავისუფლდება ნაყოფსხეულის გახეთქვის ან მთლიანი დაშლის შემდეგ. ნაყოფსხეულის ფორმა მომრგვალო ან სუბსტრატზე მჯდომარეა, ზოგს კი მოკლე ან გრძელი კარგად გამოკვეთილი ფეხი აქვს.



სურ. 5-50 - გასტერომიცეტები

ქვეკლასი incertae sedis

რიგი Polyporales (სინ.: **Aphyllophorales**) - მოიცავს 10 ოჯახს (Brachybasidiaceae, Corticiaceae, Clavariaceae, Cyphellaceae, Dictyolaceae, Fistulinaceae, Polyporaceae, Radulaceae, Tulasnellaceae და Vuilleminiacae),

რომლებშიც გაერთიანებულია დაახლოებით 1800 სახეობას. ისინი აბედა სოკოებს მიეკუთნებიან (მაგრამ ყველა არა) და ზოგიერთი ქუდიანი სოკოებია (გვარი *Lentinus*). უმრავლესობა მერქანზე მობინადრე საპროფიტია. ზოგიერთი გვარის (*Ganoderma*, *Fomes*, *Phellinus*, *Polyporus* (სურ.4-51) და სხვ.) წარმომადგენლები ბინადრობენ ცოცხალ მერქანზე და იწვევენ მერქნის დაშლას. რამდენიმე სახეობა გამოიყენება საკვებად და მედიცინაში. საკმაოდ დიდი ნაწილი ჭრილობის პარაზიტია და იწვევენ როგორც ფოთლოვანი, ასევე წიწვოვანი მცენარეების მერქნის ლპობას. მათ შორის, ფიტოპათოლოგიური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია შემდეგი წარმომადგენლები:

გვარი: *Athelia*, იწვევს ხეებისა და ბუჩქების ფესვისა და ღეროს სიდამპლეს (ანამორფა *Sclerotium*);

Chondrostereum, *C. purpureum* - იწვევს ფოთლოვანთა ვერცხლისფერ შეფერილობას;

Corticium, იწვევს ბალახოვან მცენარეთა დაავადებებს;

Heterobasidion, *H. annosum* - იწვევს ხეების ფესვების სიდამპლეს;

Ganoderma, *G. applanatus* - იწვევს მრავალი სახეობის ხემცენარეთა ფესვისა და ღეროს სიდამპლეს;

Fomes, *F. fomentarius*, იწვევს ხეების ღეროს სიდამპლეს (ყველაზე ფართოდ გავრცელებული ნამდვილი აბედა სოკოა, მას წიფლის აბედასაც უწოდებენ);

Inonotus, იწვევს ცოცხალი ხეებისა და მკვდარი მერქნის გულის სიდამპლეს;

Postia, იწვევს ტყის მცენარეთა ფესვის სიდამპლეს;

Phellinus, იწვევს ფესვისა და მერქნის სიდამპლეს შენობებში;

Peniophora, იწვევს წიწვოვანთა ცოცხალი და დამუშავებული მერქნის სიდამპლეს;

Polyporus, იწვევს ცოცხლი ხეების გულის სიდამპლეს და მკდარი მერქნის დაშლას.



სურ.4-51 - (მარცხნიდან მარჯვნივ) *Ganoderma*, *Fomes*, *Phellinus*, *Polyporus*, რიგი - *Ceratobasidiales*. ცერათობაზიდიანების ბაზიდიოკარპები ობობას ქსელის მსგავსია, ხშირად შეუმჩნეველი. ბაზიდიები უსეპტოა, 4 სტერიგმიანი. გვარი: *Athelia*, იწვევს სხვადასხვა სახეობის მცენარეთა ფესვის სიდამპლეს (ტელეომორფა *Sclerotiu*, *S. cepivorum* ხახვის თეთრი სიდამპლის გამომწვევია); *Thanatephorus*, *T. cucumeris* იწვევს ბოსტნეული და სხვა კულტურების ფესვის, ღეროსა და ნაყოფის სიდამპლეს (ტელეომორფა *Rhizoctonia solani*); *Typhula*, იწვევს სხვადასხვა მცენარეთა დაავადებას.

ქვეგანყოფილება Ustilaginomycotina

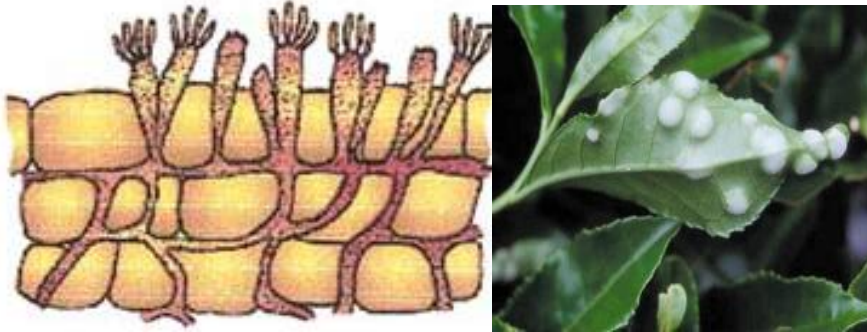
ქვეგანყოფილებაში გაერთიანებულია 3 კლასი: Exobasidiomycetes, Ustilaginomycetes და Entorrhizomycetes. ქვეგანყოფილებაში შემავალ მცენარეთა პარაზიტი სოკოებიდან მეტი წილი მიეკუთნება ეგზობაზიდიანებს (Exobasidiomycetes) და გუდაფშუტებს (Ustilaginomycetes).

კლასი Exobasidiomycetes წარმოდგენილია შემდეგი რიგებით: Ceraceosorales, Doassansiales, Entylomatales, Exobasidiales, Georgefischeriales, Microstromatales, Tilletiales. მათ შორის, ფიტოპათოლოგიური თვალსაზრისით ყველაზე მნიშვნელოვანია: ეგზობაზიდიანები, მიკროსტრომასებრი და ტილეტიასებრი.

რიგი Exobasidiales - ეგზობაზიდიანები ანუ შიშველბაზიდიანები

ეგზობაზიდიანები ნაყოფსხეულს არ ივითარებენ. ბაზიდიუმები ერთუჯრედიანია, რომლებიც ფაშარად განლაგებულია მცენარის დაავადებული ორგანოების პარენქიმულ უჯრედებს შორის და ბაგეებიდან კონებად ამოსული თეთრ ფიფქს ქმნის დაავადებული ორგანოს ზედაპირზე (სურ. 4-52).

ეგზობაზიდიუმის სოკოები მარადმწვანე მცენარეების ობლიგატური პარაზიტებია. ყველა ისინი მიეკუთვნება Exobasidium-ის გვარს და მათ მიერ გამოწვეული დაავადება „ეგზობაზიდიოზის“ სახელწოდებითაა ცნობილი. დაავადების დამახასიათებელი ნიშნია დაავადებული ორგანოების დეფორმაცია და ჰიპერტროფია.

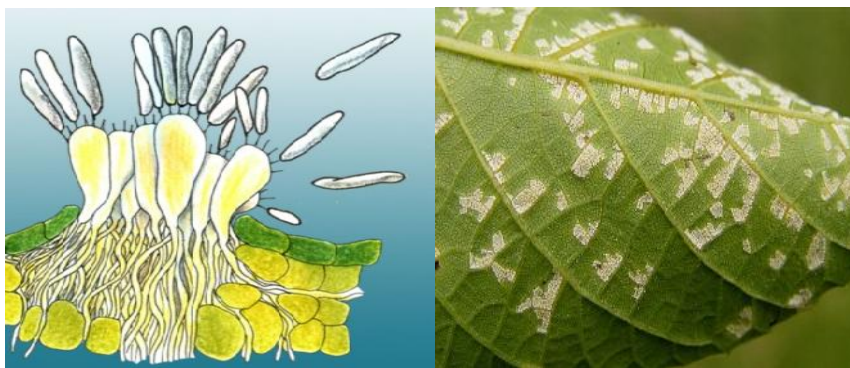


სურ. 4-52 - Exobasidium-ის ბაზიდიუმი ბაზიდიოსპორებით და მის მიერ დაავადებული ჩაის ფოთლი

ეგზობაზიდიუმის წარმომადგენლები ობლიგატური პარაზიტებია. მათ შორის ფართოდ გავრცელებული გვარია Exosobasidium. მისი ერთ-ერთი ცნობილი სახეობაა *E. vexans*, რომელიც იწვევს ჩაის ფოთლების დაავადებას - ჰიპერტროფიას. მეორე სახეობა *E. vaccini var. sasanqua*, იწვევს კამელია სასანქუას ფოთლების დეფორმაციას. მესამე სახეობა *E. Vaccini* აავადებს მოცვს.

რიგი Microstromatales

აერთიანებს 3 ოჯახს: Microstromataceae, Quambalariaceae и Volvocisporiaceae. მათ შორის აღსანიშნავია ოჯახი Microstromataceae და გვარი მიკროსტრომა Microstroma, რომელი ერთ-ერთი წარმომადგენელი *M. juglandis*, აავადებს კაკლის ფოთლებს, იწვევს დაკუთხული თეთრი ფიფქით დაფარულ ლაქას. ფიფქი ბაზიდიუმებია, რომლის წვერზე 6 სტერიგმა განვითარებული, რაც იმას ნიშნავს რომ 6 ბაზიდიოსპორას იძლევა. ბაზიდიუმი თითქმის ცილინდრულია, ხოლო ბაზიდიოსპორები მოგრძო და უფერულია (სურ. 4-53). მეორე წარმომადგენელი *M. album*, ისეთივე ნიშნები აქვს, როგორც კაკლის მიკროსტრომას. იგი აავადებს მუხას.



სურ.4-53– *Microstroma juglandis* ბაზიდიუმი ბაზიდიოსპორებით და მის მიერ დაავადებული კაკლის ფოთოლი

კლასი Ustilaginomycetes

რიგი Ustilaginales - გუდაფშუტოვანნი

ამ რიგის წარმომადგენლები ნამდვილი ანუ ობლიგატი პარაზიტებია. ბუნებაში ფართოდ არიან გავრცელებული და უმთავრესად ერთლებნიან მარცლოვან მცენარეებს აავადებენ. 700 სახეობამდე არიან ცნობილი. მათი მიცელიუმი ენდოფიტურია და, უმთავრესად, უჯრედშორისი. იშვიათად ჰაუსტორიებსაც ივითარებს. უმრავლესობა დაავადებულ მცენარეში დიფუზიურად ვრცელდება და ყველა ორგანოს ასენიანებს; ნაწილი კი, რომელთა მიცელიუმი მცენარის სხეულში ლოკალიზებულია, ერთ ადგილზეადაბუდებული.

დაავადებული მცენარის ორგანოები მთლიანად ან ნაწილობრივ იშლებიან და წარმოქმნიან ქლამიდოსპორებისაგან შემდგარ შავ მტვერს, რომლებიც გუდაფშუტების გამრავლების ორგანოებად ითვლებიან, ე.წ. გუდაფშუტოვანთა სპორებია. ისინი ერთუჯრედიანებია, ერთეულია ან პატარა ჯგუფებად შეკრული, რასაც სპორათგროვები ეწოდება. ამ უკანასკნელში ხან ხან ყველა სპორა შეფერილია და გაღვივების უნარი აქვს, ხან კი უფერულებია, რომლებსაც გაღვივების უნარი არ აქვთ. ცალკეული სპორების გარშემო ეკლიანია, ზოგის კი ბადისებრი ვარაყით არის დაფარული. ქლამიდოსპორები მცენარის შიგნით განვითარებული მიცელიუმის დაწყვეტის გზითაა წარმოქმნილი.

გუდაფშუტები იყოფა 3 ჯგუფად: 1. გუდაფშუტები, რომლებიც ღვის ფაზაში აავადებენ მცენარეს და აქვთ განვითარების 1 წლიანი ციკლი, (მაგ. სველი ანუ მყრალი გუდაფშუტა – *Tilletia caries*), 2. გუდაფშუტები, რომლებიც ყვავილობის ფაზაში აავადებენ მცენარეს და აქვთ განვითარების 2 წლიანი ციკლი (მაგ. მტვრიანა გუდაფშუტები – *Ustilago tritici* და 3. გუდაფშუტები, რომლებიც ვეგეტაციის სხვადასხვა ფაზაში აავადებენ მცენარეს და აქვთ განვითარების 1 წლიანი ციკლი (მაგ. სიმინდის ბუშტოვანი გუდაფშუტა – *Ustilago maydis*).

გუდაფშუტოვან სოკოებში გამოყოფენ შემდეგ ოჯახებს: Anthracoideaceae, Cintractiellaceae, Clintamraceae, Geminaginaceae, Melanopsichiaceae, Uleiellaceae, Ustilaginaceae, Websdaneacea.

ოჯახი Ustilaginaceae

ამ ოჯახის წარმომადგენლები ფართოდ არიან გავრცელებული ბუნებაში. ისინი სხვადასხვა სახეობის კულტურულ და ველურ მცენარეებს აავადებენ. მათთვის დამახასიათებელია მრავალუჯრედიანი სკლეროზაზიდიუმი, რომელიც უშვალოდ ქლამიდოსპორიდან ვითარდება. მისი წინაზრდილი ტიხრებადაა დაყოფილი; თითოეულ უჯრედში თითო დიკარიონი რჩება, დიკარიონის ბირთვების შრწყმის შედეგად სტერიგმაზე ბაზიდიოსპორები იქმნება.

მცენარის დაავადებული ნაწილი ჯერ ჰიფებით ივსება, შემდეგ კი წყდება ქლამიდოსპორებად, რომელიც შავი მტვრის სახითაა მოცემული. ამასთან აღსანიშნავია, რომ დაავადებული სიმინდის მიწისზედა ორგანოებზე წარმოიქმნება დიდი მონაცრისფრო მოთეთრო აპკით დაფარული ბუშტები (სურ. 4-54). აპკი ადვილად იშლება და სპოროვანი შავი მასა ვრცელდება - იწვევს მოზარდი ქსოვილების ლოკალიზებულ დაავადებას.



სურ. 5-53 - სიმინდის ბუშტა გუდაფშუტა (მარცხნივ) და ხორბლის მტვრიანა გუდაფშუტა (მარჯნივ)

ყველაზე ფართოდ გავრცელებული გვარია უსტილაგო, რომელიც მოიცავს ყველა სახის გუდაფშუტებს - ღივის, ყვავილების და სხვა ორგანოთა დაავადებას იწვევს. მათ შორის *Ustilago maydis* იწვევს სიმინდის ბუშტა გუდაფშუტას; *U. avenae* - შვრიის გუდაფშუტას; *U. nuda* - ქერის გუდაფშუტას; *U. tritici* - ხორბლის მტვრიანა გუდაფშუტას.

რიგი Tilletiales

ოჯახი Tilletiaceae - ტილეტიასებრნი

ამ ოჯახის ერთ - ერთ სისტემატიკურ ნიშან-თვისებად ითვლება ერთუჯრედიანი სკლერობაზიდიუმის განვითარება, რომლის წვერზე ძაფისნაირი, მოგრძო ან ნახევრადმთვარისებრი ბაზიდიოსპორებია. ხშირ შემთხვევაში ისინი წყვილ-წყვილად ერთდებიან და შემდეგ დიპლოიდურ წინაზრდილს იძლევიან. წინაზრდილებზე კონიდიები ანუ სპორიდები ვითარდებიან და მცენარის ნასკვის ან ღივის დაავადებას იწვევენ. სპორები სფეროსებრია და გარსი ბადისებრი ვარაყითაა დაფარული (სურ. 4-55).



სურ. 4-55 - *Tilletia* - ს სპორები

გვარი: *Tilletia*, *T. caries* *T. laevis* სინ.: *T. Tritici* (სურ. 5-56), იწვევს ხორბლის სველ ანუ მყრალ სიდამბლეს;
Urocystis, *U. cepulae* - ხახვის გუდაფშუტას;
Sporisorium, *S. cruentum* -სორგოს მტვრიანა გუდაფშუტას; *Sphacelotheca*, ხორბლოვანთა გუდაფშუტის გამომწვევია.



სურ. 4-56 - ჟანგებას სიპტომები (მარცხნიდან მაჯნივ): *Tilletia caries*, *Sphacelotheca reiliana*, *Sporisorium cruentum*, *Urocystis cepulae*

ქვეგანყოფილება Pucciniomycotina

ქვეგანყოფილება მოიცავს 8400 სახეობას, რომლებიც გაერთიანებული არიან 8 კლასში (Agaricostilbomycetes, Atractiellomycetes, Classiculomycetes,

Cryptomycocolacomycetes, Cystobasidiomycetes, Microbotryomycetes, Mixiomycetes, Pucciniomycetes), 20 რიგსა და 37 ოჯახში. ქვეჯგუფი Pucciniomycotina 2006 წლამდე ცნობილი იყო როგორც Urediniomycetes. ძირითადი ჯგუფი ჟანგა სოკოებია Pucciniomycetes.

კლასი Pucciniomycetes

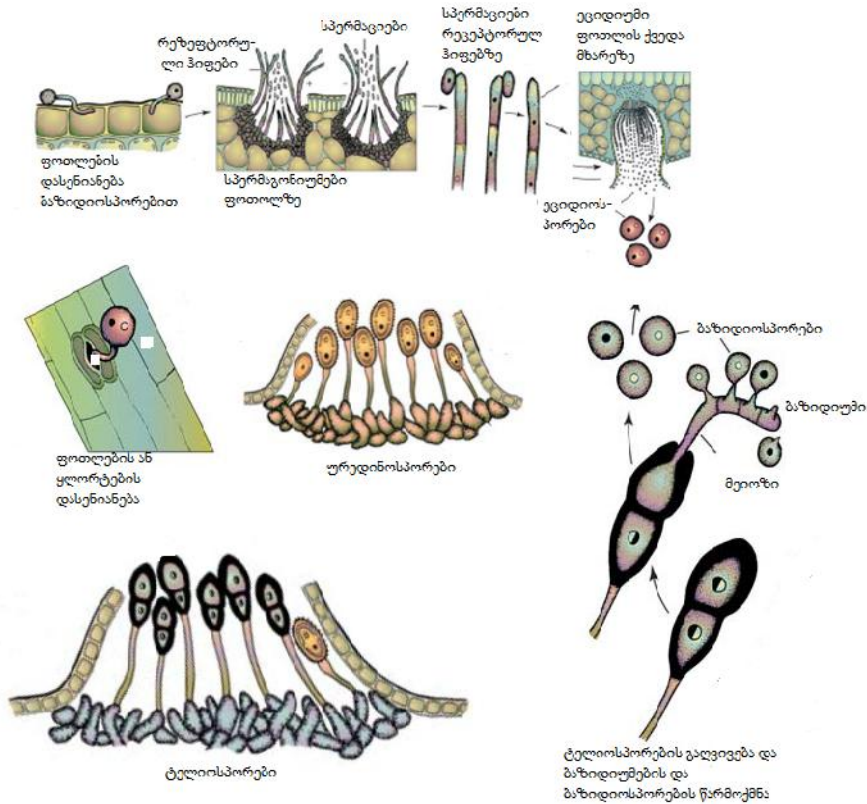
Pucciniomycetes (ადრე ცნობილი იყო როგორც Urediniomycetes). კლასი შეიცავს 5 რიგს, 21 ოჯახს, 190 გვარს და 8016 სახეობას. იგი მოიცავს მრავალ მნიშვნელოვან მცენარეთა პათოგენებს. განსაკუთრებით აღსანიშნავია ჟანგა სოკოები.

რიგი Pucciniales - ჟანგა სოკოები. ყველა ობლიგატური პარაზიტია, იწვევენ კულტურული და ველური მცენარეების დაავადებას. დაავადებული ორგანო ჟანგისფერი მეჭეჭებით იფარება, რის გამოც მათ ჟანგა სოკოები ეწოდება. ბაზიდიუმი სეპტირებულია. წარმოქმნიან 2 ან რამოდენიმე ტიპის სპორას: ეციდიოსპორებს, ურედოსპორებს, ტელიტოსპორებს, ბაზიდიოსპორებს.

ჟანგა სოკოების მიცელიუმი და სპორა შეიცავს ნირიჯისფერი პიგმენტებით შეფერილ ცხიმის წვეთებს. ამის გამო ჟანგა სოკოებით დაავადებულ მცენარის ორგანოებზე ნარინჯისფერი ან წითელი-მურა შეფერილობის მეჭეჭები ვითარდება. მოგვიანებით მეჭეჭები, მუქ თითქმის შავ ჟანგისფერ შეფერილობას იღებს, საიდანაც წარმოსდგება ამ რიგის სოკოების სახელწოდება - ჟანგა. ჟანგა სოკოების ერთ-ერთ ბიოლოგიურ თავისებურებას ე. წ. ნაირპატრონიანობა წარმოადგენს. ე. ი. როცა სოკო თავის განვითარების ციკლს სხვადასხვა სახეობის პატრონ მცენარეზე ასრულებს. გვხვდება ერთ პატრონიანი სოკოებიც, რომელთა განვითარების სრული ციკლი ერთი სახეობის მცენარეზე სრულდება. ამ სოკოების მეორე მნიშვნელოვან თავისებურებას განვითარების რთული ციკლი წარმოადგენს, რომლის დროსაც სოკოს სხვადასხვა ტიპის ნაყოფიანობას ივითარებს (სურ. 4-57). აღსანიშნავია ის გარემოებაც, როდესაც სხვადასხვა ტიპის ნაყოფიანობა დამოუკიდებლად არსებობს და ერთმანეთს განსაზღვრული თანმიმდევრობით ენაცვლებიან.

გაზაფხულზე ან ზაფხულის დასაწყისში მცენარეთა ბაზიდიოსპორებით პირველადი დასენიანების შედეგად ვითარდება ჟანგა სოკოების ეციდიალური სტადია. ამ სტადიაში სოკო წარმოქმნის ორი ტიპის ნაყოფიანობას: სპერპერმაგონიალურს (პიკნიდიალურს) და ეციდიალურს. სპერმაგონიუმი -

ეს მეტად მცირე ზომის პიკნიდიუმების მსგავსი ნაყოფსხეულებია, რომელშიც ვითარდება ძალიან წვრილი სპორები - სპერმაციები; ისინი არ იწვევენ მცენარეთა დაავადებას, მაგრამ დიდ როლს ასრულებენ სქესობრივ პროცესში. იმავე ლაქაზე რაზედაც სპერმაგონიუმი იყო განვითარებული ფოთლის ქვედა მხარეზე წარმოიქმნება ეციდიუმი. ეციდიუმები ფრო მსხვილი ნაყოფსხეულებია, რომლებსაც კათხის, კალათის, ან ბუმბუსებრი სხეულის ფორმა აქვთ. ისინი შიგნიდან გამოვსებულია ოქროსფერი-მოყვითალო ან წარინჯისფერი ეციდიოსპორების მასით. მომწიფების შემდეგ ეციდიოსპორები გამოცვივდება ეციდიუმებიდან და ასენიანებენ მეორე სახეობის პატრონ მცენარეს (ორბინიან სოკოებში).



სურ. 4-57- ჟანგა სოკოების განვითარების ციკლი

ჟანგა სოკოების ურედოსტადია ზაფხულში ვითარდება და ჩვეულებრივ ურედოსპორების რამდენიმე გენერაციისაგან იძლევა. ურედოსპორებს ღია-ყვითელი ან ნარინჯისფერი სპორათგროვების სახე აქვთ, რომლებიც ურედილებშია წარმოქმნილი. ურედილოსპორები იწვევენ მცენარეთა განმეორებით, მრავალჯერად დასენიანებას და ამით უზრუნველყოფენ პარაზიტის სწრაფ გავრცელებას და დაავადების მასიურ განვითარებას.

ტელეიტოსტადია ხასიათდება ორი სახის ნაყოფიანობის განვითარებით: ტელეიტოსპორები და ბაზიდიოსპორები. ტელეიტოსპორები ჩვეულებრივ წარმოიქმნება სავეგეტაციო პერიოდის ბოლოს. ისინი დაფარულია სქელი გარსით და მუქი შეფერილობა აქვთ. ტელიოსპორები ჟანგა სოკოების მოსვენების სპორებია. ისინი აღჭურვილი არიან სქელი საფარველით, აქვთ მუქი შეფერილობა და ხშირად მათი დანიშნულებაა მეზამთრობა. ტელეიტოსპორები საფარი ქსოვილების ბზარებიდან მცენარის ზედაპირზე გამოდიან მუქი-მურა სპორათგროვების სახით ან მოთავსებული არიან ეპიდერმისის ქვეშ.

გადაზამთროების შემდეგ ტელეიტოსპორები ღვივდებიან, წარმოქმნიან ბაზიდიუმებს და ბაზიდიოსპორებს. ბაზიდიოსპორებით მცენარეთა დასენიანება ხდება სავეგეტაციო პერიოდის ბოლოს.

შეიძლება ითქვას, რომ ჟანგა სოკოების განვითარების სრული ციკლი მოიცავს სამ სტადიას და ხუთი ტიპის ნაყოფიანობას. თუ ჟანგა სოკოთა განვითარების ციკლში ამოვარდნილია რომელიმე სტადია ან ნაყოფიანობა, მაშინ მათ არასრული ციკლის მქონე სოკოებს უწოდებენ.

აღსანიშნავია, რომ ტელიოსპორები შეიძლება განვითარდნენ ფეხზე ან მის გარეშე, განლაგდნენ ერთეულებად ან მეწკვებად, ჰქონდეთ სხვადასხვა ფორმა; ტელიოსპორების უჯრედების რაოდენობა - ერთი, ორი ან მრავალუჯრედიანია.

ეციდიუმები შეიძლება გარშემოვლებული იყოს ფსევდოპერიდიუმით. ისინი ფოთლებზე შეიძლება დაფარული იყვენ ეპიდერმისით და მომწიფებისას ეპიდერმისის დაშლის შემდეგ გაიხსნან;

პატრონ მცენარის მიმართ სპეციალიზაციის მიხედვით მხედველობაში მიიღება მკვებავ-მცენარეთა გვარი, ერთ ან ორბინიანობა, ანუ ერთ ან

ნაირპატრონიანობა. მოცემულ მცენარეზე ფიქსირებული ჟანგა სოკოს ნაყოფიანობა.

ფიტოპათოლოგიური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი გვარებია: Puccinia, ტელეიტოსპორები ორ უჯრედიანია, ეციდიუმი ფსევდოპერიდიუმიანია. გვარის სახეობები ეციდიოსტადიაში პარაზიტობენ სხვადასხვა ბუჩქოვნებზე, ხოლო ურედო და ტელეიტოსტადიაში - მრავალი სახობის მარცვლეულ კულტურებზე.

Gymnosporangium, ტელეიტოსპორები ორ უჯრედიანია. განვითარების ციკლი არასრულია. *Gymnosporangium juniperinum* ეციდიალური სტადია ვითარდება ვაშლისა და სხვა მცენარის ფოთლებზე, ურედოსტადიას არ ივითარებს, ტელეიტოსტადია კი წარმოიქმნება ღვივს წიწვებზე.

Phragmidium, ტელიოსპორები მრავალუჯრედიანია. უმრავლესობა ვარდისებრთა ოჯახის პარაზიტებია.

Cronartium, ნაირპატრონიანი, განვითარების სრული ციკლის მქონე სოკოა. ეციდიოსტადია ვითარდება ფიჭვზე, ურედო და ტელიოსტადია სარეველა ბალახებზე.

Melampsora, ეციდიო სტადიაში იწვევს ფიჭვის აღმონაცენისა და ყლორტების ჟანგას, ხოლო ურედო და ტელეიტოსტადია ვეხვის ფოთლების ჟანგას.

Thekopsora, წარმოადგენს ნაძვი გირჩებისა და შოთხვის ფოთლების ჟანგას გამომწვევ სოკოს. ოჯახის შემადგენლობაში გვხვდება არასრული განვითარების ციკლის ერთპატრონიანი სახეობები. მაგალითად, გვარი Peridermium ივითარებს მხოლოდ ეციდიო სტადიას.

აღსანიშნავია ფართოდ გავრცელებული ზოგიერთი პარაზიტი სახეობები, დაავადების სიპტომებით (სურ. 4-58).



სურ. 4-58 - ჟანგების სპორომები (მარცხნიდან მარჯვნივ): *Puccinia*, *Gymnosporangium*, *Phragmidium*, *Cronartium*, *Melampsora*, *Uromyces*
 ყველაზე ფართოდ გავრცელებული და დიდი ზიანის მომტანი სახეობებია:
Cronartium quercuum, იწვევს მუხის ჟანგას;
Gymnosporangium juniperi-virginianae - ვაშლისა და მსხლის ჟანგას;
Hemileia vastatrix- კოფის ჟანგას;
Melampsora lini - სელის ჟანგას; *M. medousae* - ალვის ხისა და წიწვოვნების
 ჟანგას;
Phakopsora pachyrrhizi-სოიოს ჟანგას;
Phragmidium distiflorum - ვარდის ჟანგას;
Puccinia graminis f. sp. tritici - ხორბლის ჟანგას; *P. graminis f. sp. avenae* -
 შვრიას ჟანგას; და სხვ.
Uromyces appendiculatus - ლობიოს ჟანგას.

თავი 4. სოკოების გამოყენება სახალხო მეურნეობაში

სოკოები და ყველის წარმოება

პურის, ღვინის, კეფირის, ლუდის წარმოებაში სოკოების გამოყენება კარგად ცნობილი ფაქტია. თუმცა ამ მიმართებით სოკოების მნიშვნელობა ყველასათვის ნათელი არაა. მაგრამ ამდაგვარს ვერ ვიტყვით სოკოს ყველის წარმოებაში გამოყენების შესახებ. ისიც აღსანიშნავია, რომ ზოგ მთაგორიან რაიონებში ადგილობრივი მოსახლეობას ყველის ამოსაყვანად, რძის შესადეებელ კვეთად, უძველესი დროიდან დღემდე წარმატებით იყენებენ ყველის სოკოს- *Panus rudis* და *P. iconchatus*.

ყველის საწარმოებლად ფერმენტი რენინია საჭირო, რომელიც ძუძუმწოვარ ხბოს, გოჭის ან ბატკნის მაჭიკის შემადგენლობაშია. მართალია 100 ლ რძის შესადეებლად აღნიშნული მოზარდი ცხოველების მაჭიკიდან მიღებული პრეპარატი სულ მხოლოდ 2.5 გ-ია საჭირო, მაგრამ გასათვალისწინებელია ჩვენს ქვეყანაში ყველის წარმოების მოცულობის გრანდიოზული მაჩვენებელი, რომლის საჭიროებისათვის საკმაო რაოდენობის პრეპარატის დასამზადებლად ყოველწლიურად ასეულ ათასობით ხბოს, გოჭის ან ბატკნის დაკვლა იქნებოდა აუცილებელი, რაც, თავის მხრივ, უარყოფითად იმოქმედებდა ხორცის მრეწველობის მოცულობრივ მაჩვენებელზე.

აღნიშნულის გათვალისწინებით აუცილებელი შეიქმნა ძუძუმწოვარი ცხოველების მაჭიკის საიმედო შემცვლელის გამოძებნა. მცენარეებიდან რძის შედედებისათვის ვარგისია მინდვრისნემსა და სხვა სახეობები, მაგრამ მათი ბუნებრივი მარაგი ბუნებაში მცირეა, კულტურაში დანერგვა კი დიდი რაოდენობის ფართობის გამოძებნასა და ფულად დანახარჯებთანაა დაკავშირებული. ამიტომ ეკონომიკური თვალსაზრისით ნაკლებად ხელსერელია.

რუსეთის ბოტანიკის ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლებმა მრავალი წლის დაძაბული გამოკვლევებით დაადგინეს, კვეთად ობის სოკოების გარკვეული სახეობების გამოყენება შეიძლებოდა, მაგრამ მათ ბაზაზე ვერ მოხერხდა მაღალხარისხოვანი ყველის წარმოება. შესაძლო გახდა მხოლოდ „ბრინჯა“- ყველის გაკეთება.

დაისვა საკლითხი, რომ ამ მიმართებით ტყის სოკოები გამოკვლეული იყო. გამოიცადა 150 სახეობის სოკო. მათგან ერთ-ერთი სახეობის ფქვილა სოკოს (*Russulla decolorans*) მიცელიუმის გამოცდამ ჩინებული შედეგი გამოიღო. სოკოს ფერმენტისაგან დამზადებული პრეპარატი ნახევარი გრამია საჭირო იმისათვის, რომ ცენტნერი რძე ნახევარ საათში შეადედოს. ამ პრეპარატს მეცნიერებმა რუსულინი შეარქვეს, რაც ცქვილა სოკოების გვარის ლათინური შესატყვისიდანაა წარმოებული. ამ სოკოების ფერმენტისაგან დამზადებულ პრეპარატს, რომელსაც ყველის წარმოებისათვის განკუთვნილი რძის შესადეებლად კვეთად იყენებენ, რძის შედედების მაღალი აქტიურობა აღმოჩნდა. ამასთან გასათვალისწინებელია ის ფაქტი, რომ ბევრი სხვა სახის კვეთად გამოყენებული საშუალებებიდან განსხვავებით იგი ყველის წარმოებასა და შენახვის პერიოდში სიმწარეს არ აძლევს. პრეპარატის დამზადებისა და გამოყენების ტექნოლოგია კი ყველის თანამედროვე წარმოებისათვის სავსებით ხელმისაწვდომია.

სოკოები პურის ცხობასა და ლუდის წარმოებაში

ცნობილია, რომ საფუარის გარეშე პურის ცხობის ხარისხი უვარგისია. პურის ხარისხი უმეტესად მის ფოროვნებაზეა დამოკიდებული, რაც საფუარი სოკოების ცხოველმყოფელობისა და მათ მიერ შაქრების სპირტად გარდაქმნის დუდილის პროცესში წარმოქმნილი

ნახშიროჟანგის გაზის მონაწილეობითაა განპირობებული. გარდა ამისა, საფუვრით გამომცხვარი პური მაღალი კვებითი ღირსებებით ხასიათდება. მაგალითად, ჩვეულებრივ საფუარზე 20% საფურვისმაგვარი სოკოს (*Forulopsis utilis*) დამატებით გამომცხვარი პური გაცილებით მეტ ხანს ინარჩუნებს გემოს და უფრო მაღალი კვებითი ღირსებითაც გამოირჩევა.

საფუარი სოკოების გარდა დიდი მნიშვნელობა აქვს ობის სოკოებსაც, უფრო სწორედ მათ ფერმენტებს. ობის სოკოებისაგან (*Aspergillus oryzae*) გამოყოფილ ფერმენტ ამილაზას სახამებელი შაქარში გადაყავს. ერთ ტონა პურის ფქვილზე 20-30 გ ამილაზის დამატებით ფქვილში შაქრის რაოდენობა მატულობს. საფუარი სოკოების მეშვეობით სპირტად გარდაქმნის დუდილის შედეგად მნიშვნელოვნად უმჯობესდება გამომცხვარი პურის გემო, არამატი, ფეროვნება, იმატებს მოცულობა, მისი კანი კი მიმზიდველი და დაბრაწულია.

ანალოგიური პროცესები აღინიშნება ლუდის წარმოებაშიც. ლუდის გამოსახდელად ქერის ალაო გამოიყენება. ალაოს მოსამზადებლად ქერის მარცვლებს აღივებენ, შემდეგ აშრობენ და ფქვავენ. ღივების ზრდაზე ქერის მარცვლებში არსებული სახამებლის 15%-მდე იკარგება. ამისათვის ეს პროცესი დიდი საწარმოო ფართობის აუცილებლობასთანაა დაკავშირებული. ამიტომ ქერის სუფთა ალაოს ლუდის წარმოებაში გამოყენება ეკონომიკური თვალსაზრისით არახელსაყრელია. უმჯობესია სოკოს ალაოს გამოყენება, კერძოდ, ამილაზის გამოყენება ქერის ალაოზე დამატებით. ამით უფრო კარგად ხდება ლუდის თავისებური გემოს შენარჩუნება, ხოლო ექსტრაქტული ნივთიერებების რაოდენობა მასში 3-4%-ით იზრდება. აღნიშნულთან ერთად მნიშვნელოვნად მცირდება ლუდის წარმოების თვითღირებულება, რასაც არ შეიძლება ანგარიში არ გაეწიოს ლუდის დიდი მოცულობითი წარმოების პირობებში.

სოკოები სპირტისა და ღვინის წარმოების ინტესიფიკატორები, მათი როლი ხილის წვენების წარმოებაში

სპირტის წარმოებაში საფუარის სოკოების გამოყენებით ნედლეულის გამოსავალი მაქსიმალურად იზრდება. საამისოდ გამოყენებულ ნედლეულში (კარტოფილი, ხორბალი, შაქრის ჭარხლის გადამუშავების ნარჩენები, სულფატცელულოზის წარმოების ნარჩენები, მერქნის, ტორფის, ჩალა-ნამჯისა და სიმინდის ნაქუჩის ჰიდროლიზატები) დუდილის პროცესის გაძლიერებისათვის მეცნიერების მიერ რეკომენდებულია წყალმცენარეებიდან გამოყოფილი სოკო *Molinia murmanica*. მასვე იყენებენ სპირტის გამოხდის შემდეგ ჭაჭაში არსებული შაქრების დასადუღბლად. არც თუ დიდი ხნის წინათ ქვეყნის სპირტის წარმოება ყოველწლიურად 150 ათას ტონა უმაღლეს ხარისხის ხორბალს ნთქავდა ალაოს აუცილებელი საჭიროებისათვის. ამჟამად ხორბლის ალაო ქატოს ან სხვა ნარჩენებზე გამოყვანილი სოკოსაგან მიღებული ამილაზითაა შეცვლილი. მისი მეშვეობით რამოდენიმე ტონა მოხარშული კარტოფილი 20-30 წუთის განმავლობაში ტონობით შაქრად გარდაიქმნება, რომლებიც საფუარი სოკოებით გამოწვეული დუდილით სწრაფად იწარმოება. რაკი სპირტისაგან ხელოვნური კაუჩუკი კეთდება, სოკოების კაუჩუკის წარმოებასთან კავშირიც გასაგები ხდება (მ. ხოხრიაკოვი, 1969).

ადრე თუ ღვინის წარმოება ძირითადად საფუარი სოკოების ველური ფორმების გამოყენებაზე იყო დაფუძნებული, ამჟამად იგი მხოლოდ სოკოების რამდენიმე ათას სუფთა კულტურას იყენებს, ცხადია, გარკვეულ პირობებში ველურ სოკოებსაც იყენებენ. მაგალითად, სრულიად შემთხვევით აღმოჩნდა, რომ საფუარში სოკო *Botrytis cinerea* შერევით, რომელიც ყურძნისა და სხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნაყოფის შავ სიდამპლეს იწვევს, ღვინოს განსაკუთრებული გემო და ბუკეტი ეძლევა. ამიტომ ყურძნის კრეფისას

სპეციალურად ეძებენ ამ სოკოთი დაავადებულ მტევნებს და დასაწურ ყურძენს უმატებენ.

ახლად გამოწურული ხილ-კენკრის წვენები ჩვეულებრივ მღვრია და მათ დაწმენდას დიდი შრომა და დრო სჭირდება, მაგრამ სოკოების გამოყენება მთელ ამ ციკლს მნიშვნელოვნად აჩქარებს და ამარტივებს. სოკოებიდან გამოყოფილი ფერმენტი პექტინაზა არა მარტო წმენდს, არამედ მნიშვნელოვნად ზრდის ხილკენკრიდან წვენის გამოსავლიანობასაც, სულ 0/03% პექტინაზის დამატებით შავი მოცხარის დაჭყლეთილი კენკრის სქელი საერთო მასიდან 2-3 საათის შემდეგ 85% ნატულარულ, კარგად დაწმენდილ წვენს ვიღებთ, ყოველგვარი უცხო გემოს გარეშე.

საკონსერვო და ღვინის წარმოებაში სოკოს პექტინაზას გამოყენებით პროდუქცია არა მარტივად დაწმენდილი ხდება, არმედ საუკეთესო მიმზიდველ ფერსაც იღებს.

პექტინაზას წარმომქმნელი სოკოებიდან აღსანიშნავია *Aspergillus orizae*, *A. niger*, *Penicillium glaucum*, *Bomrytis cinerea*, საფუარისებრი სოკო *Oidium lactis* (*Geotrichum candidum*). ამ სოკოებიდან მიღებული პექტინაზა თავის აქტივობას საკმაოდ დიდი ხნის განმავლობაში ინარჩუნებს, რომელიც შესაძლოა ერთ წლამდეც კი გაგრძელდეს (მ. ხოხრიაკოვი, 1969).

სოკოები ორგანული მჟავების “შემოქმედნი”

სახალხო მეურნეობაში ლიმონის მჟავას გამოყენების დიაპაზონი საკმაოდ ფართოა (მედიცინა, საფეიქრო მრეწველობა, საკონდიტრო წარმოება, მეღვინის წარმოება და სხვ.). ჩვენს ქვეყანაში კარგა ხანია ლიმონის მჟავას წარმოებაში სოკო *Asperillus niger*-ს იყენებენ. ამ მიზნით სხვა სოკოების გამოყენება (*Mucor pyriformis*, *Botrytis cinerea*), მაგრამ მათ შორის *Asperillus niger* განსაკუთრებული უპირატესობით სარგებლობს. კერძოდ, ე. წ. ძლიერი დუღილით (აერობულ საკვებ სითხეში ჩაშვებით)

შაქრით მდიდარ და აზოტით ღარიბი საკვები არეს ნედლეულიდან ლიმონის მჟავას გამოსავლიანობა საკმაოდ მაღალია (50-60%-მდე). გასათვალისწინებელია ის ფაქტიც, რომ ლიმონის მჟავას წარმომქნელი *A. niger* ზოგჯერ პარაზიტი სოკო *Penicilium*-ით ზიანდება, რაც მისი აქტივობის მნიშვნელოვან შემცირებას განაპირობს. *A. niger* ფიზიოლოგიური აქტივობის გაძლიერება მოხერხდა მისი ახალი შტამების გამოყენებით, რასაც სოკოს დასამუშავებლად, რასაც სოკოს დასამუშავებლად რადიუმის, რენტგენული ან ულტრასონური სხივების გამოყენებით აღწევენ.

სოკოების გარკვეულ ჯგუფს (*Mucor*, *Rhizopus*, *Cunninghamella*) ფუმარმჟავის წარმოქმნის თვისება გააჩნია, რასაც მალეინის მჟავის მისაღებად იყენებენ. ამ უკანასკნელს კი ფისის, საღებავისა და ლაქის წარმოებაში ხმარობენ. ყველაზე მაღალი პროდუქტიულობით ამ მიმართულებით *Rhizopus nigricans* გამოირჩევა.

სოკოები, როგორც ჯანმთელობის დაცვის მნიშვნელოვანი საშუალებები
სოკოების ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტებში ტოქსინებს გარდა ისეთი ნივთიერებებიცაა, რომლებიც წარმატებით გამოიყენება როგორც ადამიანის, ასევე ცხოველების ჯანმთელობის დაცვაში.

ტრიქოცეტინის გვარის ერთ-ერთი სახეობის სოკოს უნარი შესწევს შეაჩეროს მცენარეებისა და ცხოველების დამავადებელი მრავალი პათოგენური სოკოს ზრდა, ამიტომ წარმატებით გამოიყენება მცენარეთა დაცვასა და ვეტერინარიაში მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვისა და ძვირფასბეწვიანი ცხოველების დერმატომიკოზების მკურნალობაში.

უძველეს დროიდან წითელი შხამა სოკო რევმატიზმების საწინააღმდეგო საშუალებად, აგრეთვე ჯირკვლების შესიების, ტუბერკულოზისა და ნერვული სისტემის დაავადების დროს გამოიყენება. მასვე ბუზების, ბაღლინჯოებისა და სხვა მავნე მწერების მოსასპობად იყენებდნენ. შხამა სოკოთი ირმები და ცხენირმები ლენტისებრი ჭიებისაგან იკურნებიან.

ჰომეოპატი ექიმები შხამათი ნერვული დაავადების მკურნალობაში დღემდე სარგებლობენ. წითელი შხამა მედიცინაში ძვირფასი სამკურნალო საშუალებების ნედლეულადაა აღიარებული.

ახალგაზრდა გუდაფშუტა სოკოს ჭრილობაზე შიდა მხრიდან ადებენ. ამით არა მარტო წარმატებით ხდება სისხლდენის შეწყვეტა, არამედ მნიშვნელოვნად წყნარდება ტკივილები.

ძროხების საკვებში მცირეოდენი აბედა სოკოს დამატება ზრდის წველადობას. სოკო მორტიერელათი ნაკვები წიწილები ისე სწრაფად იზრდებიან, როგორც სოკოები წვიმის შემდეგ. ამჟამად გულდასმით ისწავლება კალმახა სოკო, რომელიც ჩვენი ქვეყნის ჩრდილოეთის მოსახლეობაში ცნობილია თავისი სამკურნალო თვისებებით.

ხალხურმა მედიცინამ აღმოაჩინა და ამჟამად მეცნიერული მედიცინაც ნიკრისის ქარის წინააღმდეგ “სოკოს ვაზელინს” იყენებს, რომელსაც ფარმაცევტები სოკო ქვეყნისგულისაგან ამზადებენ.

პოლიატრიტის სამკურნალოდ ხალხური მედიცინა სოკო სარკოსომას იყენებს. იაკუტიასა და ტომსკის ოლქის ჩრდილო ნაწილის მოსახლეობა დათვის სოკოს მოყინვით დაზიანებული ხელ - ფეხის სამკურნალოდ ხმარობს. მსოფლიოში პირველმა შვედმა მეცნიერ-მიკოლოგებმა ვიკენმა და ებლონმა 57 სახეობის ქუდიანი სოკოები სტაფილოკოკების საწინააღმდეგოდ გამოიკვლიეს. 24 სოკომ დადებითი შედეგი გამოიღო, გამოიწვიეს მიკრობების ზრდის შეფერხება. აქედან განსაკუთრებული აქტიურებით გამოირჩეოდა 11 სახეობის სოკოს გამონაწვლილი.

სტაფილოკოკების საწინააღმდეგო თვისებები აქვთ მიქლიოს, ტრიქოლომასა და მანჭკვალას, მაგრამ უკეთესი გამოდგა რომელიც უხვად გვხვდება ნაძვნარ-არყნარ ტყეებში .

სტაფილოკოკების საწინააღმდეგო თვისებები აქვთ მიქლიოს, ტრიქოლომასა და მანჭკვალას, მაგრამ უკეთესი გამოდგა *Suillus buinus* და *Gonphidius glutinosus*, რომელიც უხვად გვხვდება ნაძვნარ-არყნარ ტყეებში .

ჩვენში ახალი ანტიბიოტი - ლაკტარიოვიალინი გამოიყენება, რომელც შესანიშნავი საჭმელი სოკოს მჭადისგან მიიღება.

კლიტოციბეს (Clitocibe) გვარის სოკოები ნივთიერება კლიტოციბიანს შეიცავენ, რომელსაც ანტიბაქტერიული თვისება აქვს და ტუბერკულოზის მკურნალობაშიაც გამოიყენება. ფრანგი მედიკოსები კლიტოციბეს ეპილეფსიის მკურნალობაშიაც იყენებენ.

ანტიბაქტერიული თვისებები აქვთ ქამას, შემოდგომის მანჭკვალას, გუდაფშუტას და სხვ. ზამთრის სოკოსაგან იაპონელმა მეცნიერებმა ფლამულინის შენაერთი გამოჰყვეს, რომელმაც თავგებზე წარმოებულ ცდებში კიბოს ზრდა მნიშვნელოვნად შეამცირა (ჩლან, 1984).

ხალხში საკმაოდ ცნობილია არყის ხის აბედა სოკო ჩაგა. იგი უხსოვარი დროიდან გამოიყენება როგორც ეფექტიანი სამკურნალო საშუალება ავთვისებიანი სიმსივნების წინააღმდეგ. რუსეთის ევროპული ნაწილისა და ციმბირის მოსახლეობა ჩაგას კუჭ-ნაწლავის დაავადების სამკურნალოდაც იყენებს. ამ სოკოს ნახარშის სისტემატური გამოყენება საერთო მატონიზირებელ და მასტიმულირებელ ზეგავლენას ახდენს, გარდა ამისა რაკი მას მაღალი რადიაქტიურობა და მრავალი მიკრო ორგანიზმის საწინააღმდეგო ანტიბიოტიკური თვისებები გააჩნია, ამცირებს ზოგიერთი სოკოს მავნე მოქმედებას მცენარეებში, ადამიანებში არჩენს გასტრიტს, მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს კიბოს მიშვებულფორმიან მდგომარეობას, ხოლო ცხოველებში ჩატარებული ცდებით დადგენილია, რომ ავთვისებიან სიმსივნეებს ადრეულ სტადიაში აქრობს. აფთიაქში იყიდება პრეპარატი “ბინ-ჩაგა”, რომელიც ამ სოკოს კონცენტრირებული ექსტრაქტია. გამოსულია აგრეთვე ჩაგასაგან მიღებული პრეპარატი ბეფუნგინი.

ამერიკელმა მიკრობიოლოგმა ზ. ვაქსანმა ჩვენს დროს, სამართლიანად, ანტიბიოტიკების ერა უწოდა. ანტიბიოტიკები ეს ისეთი ნივთიერებებია, რომლებსაც ცოცხალი ორგანიზმების ნაირგვარი ჯგუფები ქმნის (ბაქტერიები, აქტინომიცეტები, სოკოები, წყალმცენარეები, უმაღლესი

მცენარეები) და სხვა ორგანიზმები ზრდას მნიშვნელოვნად ანელებს ან მთლიანად წყვეტს. ისინი მოქმედებენ რა გარკვეულ ორგანიზმებზე, ამავე დროს უვნებელი არიან სხვა ორგანიზმებისათვის.

ანტიბიოტიკებიდან აღსანიშნავია პენიცილინი, სტრეპტომიცინი, ტეტრაციკლინი და სხვა. მედიცინაში ფართოდ გამოყენებული პირველი ანტიბიოტიკი პენიცილინი ინგლისელმა მიკრობიოლოგმა ფლემინგმა 1928 წელს აღმოაჩინა მიკროსკოპული სოკო *Penicilium notatum*-ის სუფთა კულტურაში.

გასული საუკუნის ბოლოს სოკოებიდან პირველი ანტიბიოტიკი მიკოფენოლის მჟავა იქნა მიღებული, რომელიც ტოქსიკური გამოდგა და პრაქტიკული გამოყენება ვერ პოვა.

1944 წლიდან წარმოებაში დაინერგა პენიცილინის ახალი პროდუცენტი, რომელიც ამჟამად გამოიყენება. მიღებულია მრავალი ნახევრად სინთეტიკური პენიცილინები, რომლებსაც მედიცინისთვის ძვირფასი თვისებები აღმოაჩნდათ. უკვე სოკოების 500 – ზე მეტი ანტიბიოტიკია მიღებული.

პრაქტიკულად საინტერესო პრეპარატები მაკრომიციტული სოკოებიდან მიიღეს. 1923 წელს დაჟაჟოს სუფთა კულტურიდან მიღებული ანტიბიოტიკი სპარასოლი, სხვა სახეობის სოკოებზე მოქმედებს.

ამჟამად მრავალი ქუდიანი და აბედა სოკოს ანტიბიოტიკია ცნობილი. აღმოჩენილია ქამა სოკოს ანტიბაქტერიული თვისება. 1975 წელს ჩვეულებრივი ქამა სოკოდან მიიღეს ანტიბიოტიკი აგარიდოქსინი, რომელიც ზოგი პათოგენური ბაქტერიის მიმართ ძლიერ ზემოქმედებით გამოირჩევა. მინდვრის ქამასაგან 1954 წელს მიიღეს ანტიბიოტიკი ნებულარინი, რომელიც ბაქტერიებს თრგუნავს და საცდელ ცხოველებში ზოგ სიმსივნეზეც მოქმედებს, მაგრამ იგი მაღალტოქსიკურობით გამოირჩევა, რაც მის პრაქტიკულად გამოყენების შესაძლებლობებს ზღუდავს. მჭადა სოკოსაგან მიღებული ანტიბიოტიკი ლაქტაროვიოლინი მრავალ ბაქტერიაზე მოქმედებს, მათ შორის

ტუბერკულოზის გამოწვევ ბაქტერიებზეც. გასული საუკუნის 60 – იანი წლებიდან წარმოებს ძიება მიკრომიცეტული სოკოებიდან სიმსივნეთა საწინააღმდეგო ანტიბიოტიკების მისაღებად. უკვე მიღებულია შენაერთი კალვაცინი, რომელიც სოკოების ნაყოფსხეულშია, მაგრამ ძალიან მცირე რაოდენობით. იგი აჩერებს ზოგი ავთვისებიანი სიმსივნის ზრდას. გუდაბმუტებისაგან მიღებული კალვაციის მჟავაც სიმსივნის საწინააღმდეგო დანიშნულებისაა. შესაძლოა ამ ნივთიერებების შემცველობითაც იყოს განპირობებული ის ფაქტი, რომ ზოგი გუდაფშუტა ჭრილობების შეხორცებას უწყობს ხელს.

პსილოციბინი და პსილოცინი ფქსიქოტროფული გავლენის ნივთიერებებია. 300 – ზე მეტი სახეობის ქუდიან სოკოებშია აღმოჩენილი პსილოციბინი და პსილოცინი, რომლებიც ფსიქოტროპული გავლენის ნივთიერებებია. ეს ნივთიერებები ძლიერ მოქმედებენ ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე და ჰალუცინოგენური მოქმედების უნარი გააჩნიათ. პსილოციბინი ზოგიერთი ფსიქიკური დაავადებების სამკურნალოდ გამოიყენება, კერძოდ, მეხსიერების აღსადგენად და სხვა შემთხვევაში.

სოკოები და ტყის არსებობა

სოკოები ტყის უმნიშვნელოვანესი ბუნებრივი კომპონენტებია. ტყის არსებობის უმთავრესი ეკოლოგიური ფაქტორის, ნიადაგის წარმოქმნის პროცესში სოკოები დიდმნიშვნელოვან როლს ასრულებენ.

სოკოების მიცელიუმები ქსელავს ნიადაგის ყველა ნაწილს. ერთ გრამ საშუალოდ გაეწერებული შერეული ტყის ნიადაგში სოკოების ჩანასახთა რიცხვი 600 ათასამდე აღწევს. სოკოების ჰიფების საერთო სიგრძე კი იმავე წონის ტყის ნიადაგში რამდენიმე ასეულ მეტრ სიგრძეს აღწევს. ტყის ნიადაგების ზედაპირული ფენები უფრო მდიდარია ორგანული ნაშთებით და უკეთესი აერაციითაც გამოირჩევა, ამიტომ სოკოები ყველაზე დიდი რაოდენობით ნიადაგის ზედა ფენებშია დასხლებული.

4-5 სმ სიღრმეზე სოკოების ბიომასა ერთ ჰექტარზე არცთუ იშვიათად 50-დან 320 კგ აღწევს.

ნიადაგის სოკოები აქტიურად მონაწილეობენ ნიადაგწარმოქმნის პროცესში, რომლის არსიც ორგანული ნივთიერებების დაშლასა და შექმნაში მდგომარეობს. მათ ნახშირბადის წრებრუნვაში მნიშვნელოვანი როლი უკავიათ. მცენარეთა ფესვების სრული გახრწნა ნიადაგში მათი მონაწილეობით ხორციელდება. პარაზიტი სოკოების დასახლების შემთხვევაში ფესვების გახრწნაც ხდება. ამ მიმართებით მერქნიანი მცენარეებისათვის ძალიან სახიფათო პარაზიტია მანჭკვალა, განსაკუთრებით არყისა და მთრთოლავი ვერხვისათვის. ზოგჯერ ფესვებს სოკოს ფუზარიუმიც აზიანებს.

ცელულოზის დაშლა შეუძლია ტრიხოდერმისა და სხვა გვარის გარკვეულ სახეობებს.

მერქნიანი მცენარეების შემადგენელ ნივთიერებებში ყველაზე ძნელად დასაშლელ-გასახრწნელია ლიგინი, რომელიც გამერქნებული ქსოვილების 18-30%-ს შეადგენს. მის გახრწნას ძირითადად ტყის მკვდარ ჩამონაყარში არსებული ბაზიდიანნი სოკოები ახდენენ (სანელებელა, კოლიბია, მიცენა და სხვა). ზოგი მათგანი ერთდროულად ცელულოზასაც შლის. გარდა ამისა, ლოგინის დაშლის პროცესში მონაწილეობენ ფუზარიუმის, ტრიხოდერმის, სტემფილიუმისა და ალტერნარიას გვარების სახეობებიც.

ნიადაგის სოკოები მონაწილეობენ აზოტისა და ნახშირბადის წრებრუნვაში. აზოტშემცველ ცილებს, შარდოვანასა და შარდმჟავას შლის ასპერგილუსისა და ტრიხოდერმის სახეობები და სხვ.

სოკოები ნიადაგის სტრუქტურის გაუმჯობესებასაც უწყობს ხელს აქტიური ნეშომპალის წარმოქმნით. ძლიერი მათგანებელი უნარით გამოირჩევიან მუკორის, რიზოპუსის, აბსიდის გვარების წარმომადგენლები; ჩანთიანი სოკოებიდან-ხეტომიუმის სახეობები;

დეიტერომიციტებიდან-ტრიხოდერმას, ასპერგილიუმისა და ფუზარიუმის სახეობები.

ზოგი სოკო ნიადაგში ტოქსინებს წარმოშობს და ამით მცენარეებს წამლავს. ბევრი ასეთი სახეობა პენიცილიუმის გვარში შედის. ასევე ზოგი შხამიანი სოკოა ტრიხოდერმის, ფუზარიუმის, ალტერნარიის, ასპერგილუსის და სხვა გვარებშიც. ბევრი მათგანის ტოქსინების გავლენით თესლი აღარ ღივდება. ზოგი სოკო მცენარის ზრდის მასტიმულირებელ ნივთიერებებსაც გამოჰყოფს. ერთ-ერთი მათგანია ჰიბერლენინი, რომელსაც ფუზარიუმის გვარის წარმომადგენელი სოკო წარმოქმნის. იგი ჩანთიანი სოკოს ჰიბერლენინის კონიდიალური სტადიის დროს გამოიყოფა, რომელიც პირველად იაპონიაში აღმოაჩინეს.

მცენარეთა ფესვთა სისტემის ზონაში მცხოვრები სოკოების მნიშვნელობა

სხვა მიკროორგანიზმებთან ერთად სოკოები მუდმივად ცხოვრობენ, ეგრეთწოდებული რიზოსფეროში - მცენარეთა ფესვების გავრცელების ზონაში. ამ ფაქტის გამო ხსენებულ ზონაში სოკოებისა და მცენარეთა ფესვების განსაკუთრებული ურთიერთობა ყალიბდება. რიზოსფერო მნიშვნელოვნად განსხვავდება ნიადაგის სხვა ჰორიზონტებისაგან, კერძოდ, იგი უფრო სტრუქტურულია, რაც ხელს უწყობს ფესვების ნიადაგში ადვილ შეღწევას, წყალმართავი თვისებებისა და ტემპერატული რეჟიმის გაუმჯობესებას. რიზოსფერო მდიდარია საკვები ელემენტებით, რაც ფესვების გამოყენებით არის განპირობებული, ისინი შეიცავენ შაქრებს, ამინომჟავებს, ვიტამინებს, ფოსფიდებსა და ნაირგვარ არომატულ ნივთიერებებს. ეს განაპირობებს ამ ზონაში მიკროორგანიზმებისა და სოკოების ცხოველმოქმედების პროდუქტების კონცენტრაციასაც, ამ ზონაში უფრო ინტენსიურად

მიმდინარეობს ბევრი ქიმიური და ბიოქიმიური პროცესი. სწრაფად ხდება ნაირგვარ მინერალებისა და მთის ქანების კირქვების, მარმარილოსა და სხვათა დაშლა. რომელშიაც ფესვების ბიოქიმიურ გამონაყოფებთან ერთად ბაქტერიებისა და სოკოების ცხოველმოქმედების პროდუქტებიც მონაწილეობს. აქვე რკინისა და მანგანუმის გახსნის უკუეთესი პირობები იქმნება, ისინი ორგანული ნაერთებითაა წარმოდგენილი. (ამინომჟავებით, ორგანული მჟავებითა და სხვა) და მყარ კომპლექსებს-ხელატებს ქმნიან, რომლებიც ნიადაგში დიდხანს შეინახებიან.

მცენარეთა ფესვების ბიოქიმიური გამონაყოფი ცხადია ერთიმეორისაგან განსხვავებულია სახეობის მიხედვით. ამიტომ სოკოთა კომპლექსებიცრიზოსფეროშიც ნაირგვარია.

მცენარეთა გავლენით სოკოების შერჩევა სხვადასხვაგვარად ხდება. მცენარეს თავისი ბიოქიმიური გამონაყოფებით შეუძლია დათრგუნოს გარკვეული მიკროორგანიზმები, მათ შორის სოკოებიც, ან პირიქით მიიზიდოს სხვა სოკოები და მათი ზრდის სტიმულირება მოახდინოს. მეორე შემთხვევაში შეუძლია არა პირდაპირი ზეგავლენა მოახდინოს იმ ანტაგონისტური სოკოების ზრდის სტიმულირებით, რომლებიც საშუალებას არ მისცემენ იმ სოკოების გამრავლებას, რაც უჩვეულოა ამ თუ იმ მცენარის რიზოსფეროსათვის.

მიკორიზული სოკოები

მიკორიზა სოკოს მიცელიუმისა და მცენარის ფესვების კომპლექსია. ბუნებაში იგი ფართოდაა გავრცელებული. უმიკორიზო მცენარე დიდ იშვიათობას წარმოადგენს. სოკოს ზემოქმედებით ფესვი მორფოლოგიურ და ანატომიურ ცვლილებას განიცდის, რთულ სტრუქტურას იძენს. ტერმინი მიკორიზა 1885 წელს ბერლინის უნივერსიტეტის მცენარეთა ფიზიოლოგიის პროფესორმა ფრანკემ დაამკვიდრა მეცნიერებაში. მიკორიზა თითქმის ყველა ფარულთესლიან

მცენარეს გააჩნია, აგრეთვე შიშველთესლოვანთა უმეტესობას, ბევრ გვიმრასა და ხავს. გასაკუთრებით ფართოდაა გავრცელებული უმეტეს მერქნიან მცენარეებსა და ტყის ბალახებში. განსაკუთრებით ჯადვარისებრთა ოჯახის მცენარეებში. წყალმცენარეებში მიკორიზა არ გვხვდება.

მიკორიზას სამ სახეს არჩევენ: ენდოტროპულს, ექტოტროფულსა და ექტოენდოტროფულს. ენდოტროფული მიკორიზა მიიღება მაშინ, როდესაც სოკოს მიცელიუმი ფესვის საფარველ ქსოვილში შეაღწევს და მის უჯრედებში ვითარდება. ამ დროს ფესვი გარეგნულად არ იშლება, მისი დატოტვა ჩვეულებრივია. ფესვის ზედაპირზე შემწოვი ბუსუსები ვითარდება. ენდოტროფული მიკორიზა აქვს ღვიას, ვერხვსა და სხვა მერქნიან მცენარეებს. ენდოტროფული მიკორიზის შემქმნელი სოკოები ჩვენს პირობებში ხშირად უცნობია. მათი შემწეობით მცენარეებს ძნელად შესათვისებელი ფოსფორის შენაერთებით სარგებლობა შეუძლია. ექტოტროფული მიკორიზის შემთხვევაში სოკოს ჰიფებით გარშემოხვეული ჩვილი ფესვები და ფესვის პირველადი კანის უჯრედებსშორისებშია შეღწეული ისე, რომ მათ უჯრედებში შესვლა არ ხდება, უფრო ხშირია ექტოენდოტროფული მიკორიზები. სოკო სიმბიოტის მიცელიუმი ამ შემთხვევაში მცენარის ფესვების დაბოლოებებს გარს ეხვევა და მკრივ შალითას ქმნის, მრავალრიცხოვანი ძაფეებით. მიკორიზიან ფესვს ამ შემთხვევაში თავის შემწოვი ბუსუსები არ გააჩნია. სოკოს ჰიფების ნაწილი ფესვის უჯრედებში აღწევს, რომელთა მეშვეობითაც სოკო აუცილებელ საკვებ ორგანულ ნივთიერებებს იღებს. სოკოს ზემოქმედებით ფესვები ინტენსიურად იტოტება. ეს პროცესი კარგად ჩანს ფიჭვის ფესვებზე, რომლებიც ფიწლისებურად იტოტება. ექტოენდოტროფული მიკორიზა გააჩნია ხეებსა და ბუჩქების უმეტესობას. მიკორიზის წარმომქმნელია ძირითადად ბაზიდიანი სოკოები ბოლეტუსის, რუსულას,

ლაკტარიუსის, ამინატას, კორდინარიუსის გვარებიდან, აგრეთვე გასტომიცეტებისა და ჩანთიანი სოკოების წარმომადგენლები.

ზოგი სოკო მარტო ერთი სახეობის მცენარესთან ქმნის სიმბიოზს (თანაცხოვრებას), მაგალითად, ლარიქსის დუმა სოკო მიკორიზას მხოლოდ ლარიქსთან ქმნის. არის სოკოები, რომლებიც ნაირგვარ მცენარეებთან ქმნიან მიკორიზას, მაგალითად *Cenococcum graniforme* ე.წ. შავ მიკორიზას 130 სახეობის ხე-მცენარესთან და ბუჩქთან ქმნის. იგი მთელს დედამიწაზეა გავრცელებული. სადღეისოდ უკვე ცნობილია, რომ მერქნიან მცენარეებთან მიკორიზის შექმნაში 600 სახეობის სოკო მონწილეობს. მათ შორისაა შხამას, არყას, ფქვილა სოკოების ნაირსახეობები. ყველა მათგანი ნაირგვარი სახეობის მერქნიან მცენარესთან ქმნის მიკორიზას, მაგრამ მათ შორის ყველაზე მეტი ნაირსახეობის მცენარესთან სიმბიოზით ხორბლისფერი ცენოკოკუმი გამოირჩევა. ცდების მიხედვით მიკორიზი 551 სახეობის მცენარესთან წარმოიქმნება.

ყველა მიკორიზა ერთნაირ გავლენას არ ახდენს მცენარეზე, მაგალითად, დუმა სოკოს ფიჭვთან ფორმირებული მიკორიზის მეშვეობით ძნელად შესათვისებელი შენაერთებიდან ფოსფორის გამოყენება უკეთ ხდება, ვიდრე შხამა სოკოს მიკორიზის შემთხვევაში.

ამ ბოლო დროს გაირკვა, რომ ბევრი სოკო მერქნიან მცენარეებთან კავშირის გარეშე ნაყოფსხეულებს არ ინვითარებს, ამიტომ საცდელ კვლევებზე არ მოხერხდა არყას, მჭადას, დათვის სოკოს, ვერხვისძიორასა და სხვა საჭმელი ძვირფასი სოკოების მოსავლის მიღება.

მაღალმიკოტროფული ხე-მცენარეებია: სოჭი, მუხა, წიფელი და რცხილა. სუსტმიკოტროფული კი არყი, თელა, თხილი, მთროლავი ვერხვი, სხვა ვერხვები, ცაცხვი, ტირიფები, თხმელა, ჭნავი და შოთხვი, ყველა მათგანს ტყეში მიკორიზა აქვს, მაგრამ ბაღებსა და პარკებში ერთეულ ეგზემპლარებად ზრდის შემთხვევაში შესაძლოა მიკორიზა არც ჰქონდეთ.

ჯადვარისებრთა მცენარეებში მიკორიზას ბაზიდიანი სოკოები ქმნის-
მანჭკვალა, სანელბელა და სხვა.

მე-20 საუკუნის დასაწყისში ველებში მუხის გაშენებამ შედეგი ვერ
გამოიღო უმიკორიზობის გამო. 1902 წელს ვისოცკიმ ვორონეჟის ოლქის
ველიკო ანადოლის სატყეოში მუხის დასარგავ ადგილებში, ტყის
მიკორიზიანი ნიადაგი შეიტანა. დადგენილია, რომ მუხას ველის
პირობებში მიკორიზიანი ნიადაგის შეტანის გარდა წარმატებით ზრდა-
განვითარება არ შეუძლია.

ადამიანის არაგონივრულ ჩარევას მიკორიზის წარმომქმნელ სოკოებში
და ხე მცენარეების ურთიერთობის მოშლას ტყისთვის დიდი ზიანის
მიყენება შეუძლია. მაგალითად, უნგრეთში მიკორიზაწარმომქმნელ
სოკოებზე მავნე წერების საწინააღმდეგო შხამქიმიკატების მოქმედებით
დადგინდა, რომ პრაქტიკაში გამოყენებული ინსექტიციდების
ჩვეულებრივი დოზები ძლიერ აზიანებს მიკორიზის წარმომქმნელ
სოკოებს. ამრიგად, ირღვევა რიზოსფეროში სასარგებლო მიკორიზულ
სოკოებსა და მერქნიან მცენარეთა ფესვების ურთიერთობა და
მცენარეზე პესტიციდის დამატებითი გავლენით ხდება მერქნიან
მცენარეთა ცენოზების დაკნინება.

საგულისხმოა ის ფაქტი, რომ საქართველოში იმ მუხნარებში სადაც
მავნე მწერების-ცქვლეფიას, მზომელას, ოქროკუდასა და კუნელის
პეპელას წინააღმდეგ რამდენჯერმე გამოიყენეს პესტიციდები, გახშარდა
ზეხმელი მუხის ხეთა რიცხვის ზრდა. ეს ფაქტი იმ აუცილობლბაზე
მიგვანიშნებს, რომ ამ მიმართებით სპეციალური მეცნიერული
გამოკვლევა უნდა განხორციელდეს და ჩვენს მუხნარებს დახმარების
ნაცვლად გამოუსწორებელი ზიანი არ მივაყენოთ პესტიციდების
მასობრივი გამოყენებით.

**მკვდარი ორგანული ჩამონაყარისა და ძირნაყარი ხე-ტყის გამხრეწელი
სოკოები როგორც ტყის სანიტარები**

ტყის მკვდარი ორგანული ნაშთების გამხრწნელი სოკოების სანიტარულ როლს დიდი მნიშვნელობა აქვს. საპროტროფების როგორც მიკროსკოპული, ისე მაკრომიციტების წარმომადგენლები სახელდებიან ჩამოცვენილ ფოთლებზე, წიწვებზე, ტოტებზე, ჯირკვებზე, ხის ხმელ ღეროებზე და მათი გახრწნით ნიადაგის ზედაპირს ასუფთავებენ ტყის ბუნებრივი განახლებისათვის.

ხე – ტყისა და რთული ორგანული ნარჩენების უჯრედანისა და ლიგნინის გახრწნის პროცესი ბიოლოგიის ერთ - ერთი უმნიშვნელოვანესი პროგრამაა. მათ გახრწნაზეა დამოკიდებული ნახშირბადის წრე ბრუნვა ბუნებაში. სოკოები ცელულოზის აქტიური დამშლელებია. სოკოები ლიგნინის თითქმის ერთადერთი დამშლელია. ლიგნის გახრწნის უნარი უნიკალური მოვლენაა ბუნებაში, რომლის ციკლური შენაერთის ძალიან დიდი სირთულის გამო მისი ქიმიური სტრუქტურა დღემდე თითქმის შეუცნობელია.

უკანასკნელი წლებების გამოკვლევებით დადგნილია, რომ ლიგნინის მთლიანი გახრწნა მხოლოდ მერქნის დამშლელ იმ ბაზიდიან სოკოებს შეუძლია, რომლებიც თეთრ სიდამპლეს იწვევენ ასეთი სოკოებიდან აღსანიშნავია ნამდვილი აბედა სოკო *Coriolus verisicolor*. ჩორიოლუს ვერისიცოლორ. მერქნის არანაკლებად ძლიერ დამშლელია კალმახა (ხეთამბალი, ჭყუბლა სოკო) *Pleurotus ostriatus* და არშიანი აბედა სოკო *Fomitopsis pinicola*.

შიტყრატყრა

გვრიტიშვილი მ., ნახუცრიშვილი ი., სვანიძე თ., მურვანიშვილი ი., დეკანოიძე ნ. საქართველოს სოკოების ბიომრავალ-

- , , 1998. — .2. — 391 .
 - , / , . X.
 - / , :
 — .: , 1986. — .1. — 192 .
 , : 4 . — .1: :
 // ,
 320 , — .: . , 2006. —
 , : 4 . — .2: :
 // ,
 320 , — .: . , 2006. —
 : : //
 — .: - , 2007. — 559 .
 12. , — . —
 : , 2001. — 64 .
 13. , X. // . —
 .: , 1963. — .333-354.
 , — .: ,
 1986. — 221 .
 , / , II. . ,
 [.] — .: , 1985. —
 280 .
 , — . :
 1982. — 191 .
 , :
 , : /
 , — .: . :
 , 2005. — 220 .

18. // , . . .
 . — .: , 1984. — . 5-9.
 — 191 . , . — , 1995.
 // . — 1997. — . 3. — . 38-45.
 // , . . . / .
 . . . : , 2003. — . 382-401.
 : 6 . — . 1:
 - . — .: , 1974. — 488 .
 : 6 . — . 2: . — .:
 1976. — 479 .
 , . . — / . . , . .
 . — : , 1980. — 192 .
 , . . // . . , . . ,
 . . — .: - , 2000. — 146 .
 , . . . Aspergillus:
 , / /
 / . . . , . . . —
 .: : , 2003.
 — . 136-165.
 , . . //
 . . . : . . .
 „ . 100- . . .
 , 24-28
 2005 . — „, 2005. — . 1. — . 246-251.
 , . . . — .:
 , 1993. — 118 .

29. , . . . //
- , . — 1999. — .33, .3. — .150-165.
30. , . . .
- Hygrophorales.**
- .: , 1989. — 173 .
31. , . . . **Mucorales:** ,
- , //
- / . . . , . . . — .: . — 2003. — .106-135.
32. , . . . // .
- . - , . . . , . . . — .: . . . , 2001. — 144 .
33. , 3. . . —
- :
- , 1968. — 283 .
34. : . - / . . . — .: , 1981. — 504 .
35. , H. . . : . . — 2-
- ” . — : . . - , 2003. — 215
36. , . . . **Alternaria nees** //
- / . . . , . . . — .: , 2003. — .276-303.

37. . . . **Puccinia pers.** //
 / . . . , . . .
 —
 .: ; .—
 2003. — .402-417.
38. , . . .
 — **Жл.:** ,1967. — 302 .
39. , . . . , / . . . , **Жл.** .
 .— .: ,1986. — 208 .
40. , . . . :
 : / . . . ,
 . . . ,— .: .
 ,2005. — 240 .
41. , . . . — .: ,
 1983. — 351 .
42. .— .:
 ,
 1980. — 282 .
43. , . . . ,
 / . . . , . . . //
 . — 1981. — 4. — .32-37.
44. , **Coelomyces.**
 —
 .: ,1997. — .1. — 380 .
45. , . . .
46. // . — 1981. — 1. — .46-51.
 , . : . . / . , . . —

- ∴ , 1995. — 343 .
47. ,
- . — ∴ , 1996. — . 1.
- 407 .
48. ,
- ∴ , 1993. — . 1. — 288 .
49. , . . . /
- 1999. — 3. — . 69-74.
50. , . . . (.
- Agaricales**
s. lat.)
- ∴ - , 1997. — 76 .
51. , . . . / . . . , . . .
- ∴ - , 1995. — . 1. — 190 .
52. ,
1994. — . 1. — 186 .
53. , . . . : 2 . / . . . ,
- ∴ , . . . — ∴ , 1990. — . 1. — 348 .
54. , . . . — ∴
- , 1967. — 275 .
55. - , . . . / . . - , X.
- // — ∴ , 1998. —
- 120 .

56. , . . .

1981. — 231 .

57. , . . . Onygenales

/ . . . , . . . //

.:

:

, 2003. — .164-

191.

58. , . . .

:

//

/ . . . , . . . — .:

;

— 2003. — .7-70.

59. , . . . 1

— 1 :

1975. — 171 .

60. , . . . / . . . , . . .

-

— .: - , 1981. — 312 .

61. , . . .

— .:

1973. — 64 .

62. , . . . / . . . ,

. . . — : , 1987. — 535 .

63. , A.JI.

— , 1976.

— .23. — .466-468.

64. , . . .

—

— 1973. — 2. — .22-32.

65.
 // .— .: , 1984. — . 9-18.
66. , —
 : , 1980. — 328 .
67. , . JI. ,
 , — 1991. — . 26, // . 2. — . 152-
- 166.
68. , — .: , 1969.
 —
 110 .
69. , // — .: , 1969. — 325 .
70. , : . . — 2-
 .—
 .: - . - , 2005. — 344 .
71. , **Candida eerhout j**
 // , — .: , 2003. —
 .342-356.
72. , **Fusarium /**
 // ,
 — .: , 2003. — . 192-218.
73. ,
 / ,

- : - , 2001. — 117 .
74. Ainsworth, J. Dictionary of the Fungi / J. Ainsworth, H. Bisby's // 9th ed. by P. F. Kirk, P. F. Cannon, J. C. David, J. A. Stalpers. — CAB International, Bioscience, 2001. — 624 p.
75. Dermek, P. Maly atlas hub / P. Dermek, P. LizoT. — Bratislava : Slovenske pedagogike nakladatesstvo, 1980. — 548 s.
76. Kreisel, H. Grundzuge eines naturlichen systems Pilze. — Jena : VEB Gustav Fischer Verlag, 1969. — 245 s.
77. Mykologie Pilzkunde / hrsg. Von Heinrich Dorfelt. 1. Aufl. — Leipzig : Bibliographisches institut, 1988. — 432 s.
78. Urania Pflanzenreich. Niedere Pflanzen. — Leipzig, Jena, Berlin : Urania-Verlag, 1974. — 501 s. __

