

49929

ა. ლორთქიფანიძე



გოგენიკე

განათლება

შ ე ს ა ვ ა ლ ი

ბოტანიკა ბერძნული სიტყვიდან Botane-დანაა წარმოებული და ნიშნავს ბალახს, მცენარეს (მწვანეს), ბოსტნეულს.

ბუნების მწვანე ფონი, განსაკუთრებით ხმელეთის ყველა განედზე, (როგორც პორიზონტალურად, ისე ვერტიკალურად) და, ნაწილობრივ, წყლის პირობებში, წარმოდგენილია მცენარეებით (უდაბლესი და უმაღლესი) და მცენარეულობით.

ბუნების შეცნობა და მისი გამოყენება ადამიანის ძირითადი მიზანი იყო, რის შედეგადაც ადამიანმა ბუნების დიდი ნაწილი და მოვლენა თავის უოველდღიურ ცხოვრებას დაუკავშირა.

ადამიანის მიერ ბუნების შეცნობა წარმოადგენდა მისი აზროვნების განვითარების ერთ-ერთ ეტაპს.

საუკუნეთა მანძილზე ადამიანი თანდათანობით ეცნობოდა ბუნებას, ერკვეოდა მის მოვლენებში და სწავლობდა მცენარეულ სამყაროს მისი გამოყენების მიზნით.

ადამიანი პირველყოფილი მდგომარეობიდანვე იყენებდა მცენარეს საკვებად, სამოსად და ბინად, ხოლო შემდგომში, განვითარების შემდეგ ეტაპზე, თანდათანობით შექმნა მცენარეთა მრავალი კულტურული ასორტიმენტი, ისინი თავის მზარდ მოთხოვნილებებს დაუმორჩილა და უფრო რაციონალურად გამოიყენა.

ადამიანმა ასეული და ათასეული წლების მანძილზე გამოიყვანა კულტურულ მცენარეთა მრავალი სახეობა. კულტურულ მცენარეთა სახეობებისა და ჯიშთა სიმრავლემ, ერთი მხრივ, და ადამიანის შრომის შედეგად ინტენსიური მეურნეობის განვითარებამ, მეორე მხრივ, ხელი შეუწყო სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა დარგის ჩამოყალიბებას, რომელთაგან, პირველ რიგში, უნდა აღინიშნოს: მემინდვრეობა, მებალეობა, მებოსტნეობა და ა. შ.

ბოტანიკა ადამიანს აიარაღებს მცენარეული ორგანიზმების გამოყენება-გარდაქმნისათვის. წარსულში მცენარეების შესახებ სწავლებას დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა; დღესაც მას დიდი როლი ენიჭება, განსაკუთრებით, სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა დარგის განვითარების საქმეში.

მცენარეები და მცენარეულობა, ბუნების ცოცხალი ნაწილები, ბოტანიკის მეცნიერების შესწავლის ძირითადი ობიექტებია.

ბუნების შესწავლისას ვარჩევთ მის ცოცხალ და არაცოცხალ ნაწილს.

ცოცხალ და არაცოცხალ ბუნებას შორის მსგავსებისა და განსხვავების საკითხი დიდი ხანია ბიოლოგიის შესწავლის საგანია. ცოცხალ და არაცოცხალ ბუნებას ქიმიური შედგენილობა აკავშირებს: როგორც ერთს, ისე მეორეს, საფუძვლად უდევს ერთნაირი საწყისი ქიმიური ელემენტები, მაგრამ მათ შორის გარკვეული განსხვავება ისაა, რომ ცოცხალ სხეულებში ქიმიურ

ელემენტთა რაოდენობრივი მდგომარეობა და მათი ურთიერთკავშირი განაპირობებს იმ თვისობრივი ხასიათის მოვლენებს, რაც მხოლოდ ცოცხალი მატერიისათვის არის დამახასიათებელი. ამავე დროს გარემო პირობებთან ნივთიერებათა ცვლა ძირითადი განმასხვავებელი ნიშანია ცოცხალსა და არაცოცხალს შორის. ცოცხალ ორგანიზმს არ შეუძლია არსებობა გარემოს გარეშე და თუ ის გამოეთიშა გარემოს, იგი თანდათანობით კარგავს სასიცოცხლო ნიშნებს და კვდება. ბუნების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნაწილმცენარეული ორგანიზმებია და მათ წარმოშობას სიცოცხლის წარმოშობას უკავშირებენ. პირვანდელი ცოცხალი ორგანიზმების გარემო პირობებთან ურთიერთმოქმედებამ და თანდათანობით შეგუებამ წარმოქმნა სხვადასხვა სახეობის მცენარეული ორგანიზმი—ჯერ წყლის არეში და შემდეგ კი—გვიან, ხმელეთზე.

ნივთიერებათა ცვლა და გარდაქმნა ბუნებაში მცენარეული ორგანიზმების მონაწილეობით ხდებოდა და ხდება. ნივთიერებათა მიმოქცევის შედეგად განსაკუთრებით მწვანე (ქლოროფილიანი) მცენარეების სასიცოცხლო პროცესების დროს იქმნება აზოტოვანი და უაზოტო ორგანული ნაერთები, რომლებსაც მცენარეები მარტივი არაორგანული ნივთიერებისაგან ქმნიან.

ბუნების ცოცხალი ნაწილი, რომელიც მცენარეებისა და ცხოველებისაგან შედგება, ბიოსფეროს სახელწოდებით არის ცნობილი. მცენარეები და ცხოველები, ბუნების არაცოცხალ ნაწილთან შედარებით, მცირენი არიან, მაგრამ დიდ გავლენას ახდენენ ბუნების არაცოცხალ ნაწილზე, მეტადრე მცენარეები, ვინაიდან ეს უკანასკნელნი რიცხობრივად სჭარბობენ ცხოველებს და უშუალოდ, მჭიდროდ დაკავშირებული არიან გარემოსთან.

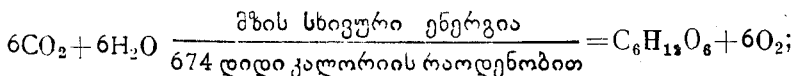
ძირითადი განსხვავება მცენარეებსა და ცხოველებს შორის იმაში მდგომარეობს, რომ მცენარეებს უნარი აქვთ მათთვის საჭირო საზრდო ნივთიერება შექმნან (უმთავრესად ქლოროფილისა და სხივური ენერჯის გამოყენებით, არაორგანული ნივთიერებისაგან) ნახშირორჟანგისაგან, წყლისაგან და ნიადაგში არსებული არაორგანული ნივთიერებებისაგან. ეს თავისებური პროცესი ცხოველებს არ ახასიათებს და ისინი იკვებებიან მცენარეების მიერ შექმნილი ორგანული ნივთიერებებით; ეს განსხვავებული ნიშანთვისება აშკარაა მცენარეთა და ცხოველთა უმალღეს ტიპებში. სხვა ნიშანთვისებებიდან ყურადღების ღირსია მოძრაობა. ეს ცხოველების უმეტეს წარმომადგენლებს ახასიათებს, მაგრამ ზოგიერთი უდაბლესი ცხოველი მოძრაობის უნარს მოკლებულია და ერთ ადგილზეა მიმაგრებული (ზღვის ღრუბელი, მარჯანი და მრავალი სხვა). ერთი შეხედვით უმალღეს მცენარეებში მოძრაობას თითქოს არ უნდა ჰქონდეს ადგილი, მაგრამ ზოგიერთ მათგანსაც მოძრაობა ახასიათებს. მზესუმზირას ყვავილედ იკალათად შეკონილი მოძრაობს. უღვაშებით მოძრაობენ თერო, ბარდა და სხვ., ხავსებისა და გვიმრანაირი მცენარეების მამრობითი უჯრედები — სპერმატოზოიდები. უდაბლესი მცენარეების როგორც ერთუჯრედიანი, ისე მრავალუჯრედიანი ორგანიზმები მოძრაობენ მთელი სხეულით (ამებასებრი მოძრაობა), ანდა მოძრაობენ მათი სპერმატოზოიდები და ზოოსპორები (უსქესო გამრავლების უჯრედები); აღსანიშნავია, რომ ცხოველებისათვის დამახასიათებელი მგრძობიარობა და გაღიზიანება გვხვდება აგრეთვე როგორც უმალღეს, ისე უდაბლეს მცენარეებში. მაგალითად, მორცხვი მიმოზა (*Mimosa pudica*) შეხების დროს ღიზი-

ანდება, მისი ფოთლები იხრება და იკეცება; ბუჩქერიას (*Dionaea muscipula*) სახეშეცვლილი ფოთოლი ფრთიანი ყუნწისაგან და ორნაკეთიანი ფრთისაგან შედგება, ნაკეთებს შორის სამ-სამი მგრძობიარე ბეწვია, კიდეებზე კი გრძელი კბილები აქვს განვითარებული. მოხვდება რა მწერი გადაშლილი ფოთლის ბეწვებს, ფოთოლი სწრაფად იკეცება, კბილები ერთმანეთში ჩაჯდება და მწერი შიგ ექცევა.

აღნიშნულს გარდა, მრავალი სხვა ნიშანთვისებითაც ემსგავსებიან ერთმანეთს მცენარეები და ცხოველები, მაგრამ ამ ორი საშუაროს ორგანიზმებს შორის განსხვავებაა საზრდოობის თავისებურებით: მცენარეები, უმეტესად, არაორგანული ნივთიერებიდან კმნიან ორგანულ ნივთიერებას და მით იკვებებიან; ცხოველები კი—მზა ორგანული ნივთიერებებით იკვებებიან.

ბუნებაში მცენარეთათვის დამახასიათებელი პროცესი ფოტოსინთეზია; ფოტოსინთეზი მცენარის მიერ მზის სხივური ენერჯიის მონაწილეობით, ნახშირორჟანგისა და წყლის ელემენტებისაგან ორგანულ ნივთიერებათა ნახშირწყლების წარმოშობის პროცესია. ამ პროცესის ძირითადი ელემენტი ქლოროფილია, რომელიც მცენარის ფოთლებსა და სხვა მწვანე ნაწილებშია დაგროვილი და იწვევს მცენარეების მწვანე შეფერადებას. ქლოროფილს მზის სხივური ენერჯიის შთანთქმის დიდი უნარი ახასიათებს, რის გამოც იგი ფოტოსინთეზის პროცესში აქტიურად მონაწილეობს. ცხოველურ ორგანიზმებს ქლოროფილი არა აქვს და მათ ფოტოსინთეზი არ ახასიათებს. სწორედ ამით განსხვავდებიან ისინი მცენარეებისაგან.

ქლოროფილს მოკლებულია მცენარეების საკმაოდ დიდი ჯგუფი; სოკოები, ბაქტერიები და უმაღლესი მცენარეების პარაზიტული და სპროფიტული ფორმები. ქლოროფილი არამყარი ქიმიური ნაერთის სახით ნახშირორჟანგთან და წყალთან ერთად მონაწილეობს ფოტოსინთეზის პროცესში, რის შედეგადაც წარმოიშობა ნახშირწყლები. ფოტოსინთეზის რეაქცია სქემატურად შეიძლება შემდეგნაირად იყოს წარმოდგენილი:



ფოტოსინთეზის (ასიმილაციის) პროცესში მცენარის მიერ გამოყენებული მზის სხივური ენერჯია ქიმიურ ენერჯიად გარდაიქმნება. ამის შედეგად წარმოქმნილ რთულ ორგანულ ნივთიერებებს სხვა ცოცხალი ორგანიზმები იყენებენ. ადამიანი იყენებს რა მცენარულ და ცხოველურ საკვებს, ითვისებს მზის სხივურ კონცენტრირებულ ენერჯიას („მზის სხივების კონსერვს“). შორეულ წარსულში ნახშირბადის დიდი მარაგი, უმთავრესად, მცენარეების მონაწილეობით, ფოტოსინთეზის შედეგად შეიქმნა; ასეთებია ქვანახშირის, ნავთობის, ტორფისა და სხვადასხვა ორგანული ნივთიერების სახით დედამიწის წიაღში დაგროვილი სიმდიდრე.

მცენარე ადამიანისა და სხვა ცოცხალი ორგანიზმის არსებობის აუცილებელი ფაქტორია; იგი სხვადასხვა ენერჯიის წყაროა (ქიმიური, მექანიკური, სითბური და სხვ.); მცენარეების ქიმიური ელემენტი, ძირითადად, ცილებია—მარტივი და რთული—პროტეინებისა და პროტიდების სახით; ამ ცილებს იგი იღებს ატმოსფეროდან და ნიადაგიდან. ნიადაგიდან ფესვით მოწოდებული საზრდო ნივთიერება ფოტოსინთეზით ფოთლების მიერ გადაამუშავდება სხვადა-

სხვა ორგანულ ნივთიერებად—ცილებად, სახამებლად, შაქრად, ცხიმებად და სხვ.

სიცოცხლის მთავარი მამოძრავებელი რგოლი ფოტოსინთეზის პროცესია, რომლის არსი შესანიშნავად აქვს განმარტებული დიდ რუს მეცნიერს კ. ტიმირიაზევი ს.

„ოდესღაც, სადღაც დედამიწაზე დაეცა მზის სხივი, მაგრამ ის დაეცა არა უნაყოფო ნიადაგზე, არამედ ხორბლის მწვანე აღმონაცენზე; უკეთ რომ ვთქვათ, იგი დაეცა ქლოროფილის მარცვალს. მოხვდა რა მას, ჩაქრა, აღარ ანათებდა, მაგრამ არ გაუჩინარებულა; ის მხოლოდ შინაგან მუშაობას დასჭირდა, გააპო, გაარდვია კავშირი ნახშირორქანგად შეერთებულ ნახშირბადისა და ჟანგბადის ნაწილაკებს შორის. განთავისუფლებული ნახშირბადი შეუერთდა წყალს და წარმოქმნა სახამებელი, რომელიც ხსნარ შაქრად გარდაიქმნა და მცენარეში ხანგრძლივად ყოფნის შემდეგ პურის მარცვალში სახამებლის ან წებოვანას სახით დაილექა“.

ფოტოსინთეზის დროს მცენარე გარემოდან ნახშირორქანგს იღებს და ამავდროულად თავისუფალ ჟანგბადს გამოყოფს. ასეთი ნივთიერებების ცვლა ფოტოსინთეზის დროს მეტად ძლიერია და მცენარის ერთ სავეგეტაციო პერიოდში დიდი რაოდენობით მიმოიქცევა. მცენარეები ატმოსფეროში არსებული ნახშირორქანგის მთელი რაოდენობიდან დაახლოებით 1/4-ს ითვისებენ. ასე, მაგალითად, ერთი საშუალო ზომის ხემცენარის ზრდა-განვითარებისათვის საჭიროა CO_2 ჰაერის 12 000 000 მ³-ის გამოყოფა. ამის შემდეგ ატმოსფერო უნდა დაცლილიყო CO_2 -საგან, მაგრამ ბუნებაში მისი რაოდენობა რამდენიმე კილოგრამს აღწევს. ამის გარდა, ბუნებაში მრავალი ისეთი პროცესია, რომლებიც აღადგენენ და ამდიდრებენ CO_2 -ს. ეს პროცესებია—სუნთქვა, დუღილი, ლბობა, წვა, ბაქტერიებისა და სოკოების აქტური მოქმედება და ა. შ. მათი მოქმედებით ატმოსფეროში ნახშირორქანგის რაოდენობის რეგულირება ხდება, მაგრამ წარსულში (ქვანახშირის პერიოდში), როგორც ირკვევა, ატმოსფეროში— CO_2 -ს რაოდენობა უფრო მეტი იყო, ვიდრე O_2 -ისა. ჟანგბადის დაგროვებას შემდგომში ხელი შეუწყო მცენარეთა ფოტოსინთეზმა და ნახშირორქანგის ნაწილობრივი დაშლის შედეგად მისი რაოდენობა, ახლანდელი მონაცემებით, 21%-მდე აღწევს. ჟანგბადის რაოდენობის ზრდამ მეტად გააძლიერა ჟანგბადით სუნთქვა, რაც ცოცხალი ორგანიზმებისათვის აუცილებელი სასიცოცხლო პირობაა.

აღამიანი პირველყოფილი თემური საზოგადოების დროს, ჯერ კიდევ ქვის ხანის ადრეული პერიოდიდან—პალეოლითიდან („პალიოს“—ძველი, „ლიტოს“ ქვა, ბერძნ.) იწყებს ველურად მოზარდი მცენარეების გამოყენებას საკვებად, ბინისათვის, სამოსად, საწვავად, სამკურნალოდ და ა. შ., ხოლო გვიანდელი—ქვის ხანის პერიოდში—ნეოლიტში („ნეოს“—ახალი, ბერძნ.); როცა აღამიანის ცხოვრების საზოგადოებრივი ფორმა თანდათან ვითარდებოდა, ველური მცენარეების უშუალოდ გამოყენებასთან ერთად აღამიანმა დაიწყო მათი მოშენება, პრიმიტიული სამეურნეო იარაღების (თოხი, გუთანის) გამოყენებით. პალეოლიტში არსებობდა მიწათმოქმედების ჩანასახი, მაგრამ შემდგომში მისი განვითარება ნეოლიტში მოხდა, რაც იმდროინდელი საწარმოო იარაღების ნამარხი ნაშთებითაა დადასტურებული.

ზოგიერთ ქვეყანაში, ბევლთაგანვე, კულტურული მცენარეების საკმაოდ

რაოდენობა იყო გავრცელებული. ძველი ქვეყნების მეურნეობის ისტორიიდან ჩანს, რომ ჩინეთში ორი ათასი წლის წინათ კულტურული მცენარეებიდან დანერგილი იყო ბამბა, პარკოსნებისა და მარცვლოვნების მრავალი წარმომადგენელი. ეგვიპტეში ჩვენს ერამდე კარგად იცნობდნენ ვაზსა და მის კულტურას. ძველ საბერძნეთსა და რომში გავრცელებული იყო მრავალი კულტურული მცენარე.

მცენარეთა სამყაროში ყველა მცენარე წარმოდგენილია 500000-მდე სახეობით. ყველა ეს მცენარე თანამედროვე სისტემის მიხედვით პირობით გაყოფილია ორ კრებად ჯგუფად: პირველია უდაბლესი მცენარეების ანუ ტელოფიტების 13 ტიპი (თალუსი—სხეული—არაა დიფერენცირებული. ე. ი. არა აქვს ფესვი, ღერო და ფოთოლი). ამ უდაბლესი მცენარეების ძირითადი გარემო წყალია, ნაწილობრივ კი—ხმელეთი.

მეორე ჯგუფში გაერთიანებულია უმაღლესი მცენარეების ანუ კორმოფიტების 7 ტიპი. ყველა ამ ტიპს (გარდა ხავსნაირებისა და ზოგიერთი გვიმრანაირებისა) აქვს ძირითადი ორგანოები—ფესვი, ღერო და ფოთოლი. უმაღლესი მცენარეებისათვის ძირითადი გარემო ხმელეთია, ნაწილობრივ კი წყალი.

პირველ ჯგუფში 9 ტიპი წყალმცენარეებთაა წარმოდგენილი. მათი რიცხვი 40 ათასსა და მეტ სახეობას აღწევს. ესენი ერთუჯრედიანი, უუჯრედო კოლონიური და მრავალუჯრედიანი, მეტწილად მწვანე, ავტოტროფული ორგანიზმებია. მათი გავრცელების ძირითადი არეალი წყალია. გამრავლების პროცესი სქესობრივი და უსქესოა. ასევე საკმაოდ გამოსახულია თაობათა მორიგეობა.

მე-10 ტიპი ბაქტერიებია, რომლებიც ერთუჯრედიანი ან უჯრედთა კოლონიებისაგან უქლოროფილო ორგანიზმებია. უჯრედების ფორმა სფეროსებრია, ჩხირისებრი ან ძაფნაირი. ზოგჯერ გადაადგილებისათვის შოლტებით არიან აღჭურვილნი. ისინი მრავლდებიან უჯრედის დაყოფით. ბაქტერიები ნიადაგს აზოტით ამდიდრებენ, ხელს უწყობენ მისი ნაყოფიერების ზრდას და ჟანგბადით მდიდარ გარემოში სახლდებიან. ასეთ ბაქტერიებს აერობული ბაქტერიები ეწოდება, ხოლო მცირეჟანგბადიანი ან უჟანგბადო არეში გავრცელებულნი ანაერობული ბაქტერიებია. ბაქტერიებს ბუნებაში დიდი მნიშვნელობა აქვს. მათი მონაწილეობით ხდება ნივთიერებათა ცვლა, ისინი იწვევენ სხვადასხვა დუღილს, რომელთაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ადამიანის ცხოვრებაში.

მე-11 ტიპი მიქსომიცეტები ანუ ლორწოიანი სოკოებია, რომელთაც საპროფიტული ორგანიზმები ეკუთვნის. ისინი გავრცელებულია ტყეში, ძველ ჯირკვებზე, ჩამოცვენილ ტოტებზე, ფოთლებზე და ა. შ. ყვითელი, წითელი, მოწაბლისფერო შეფერადების სხეულაკების სახით. მათი გამრავლება უსქესოა—პლაზმოდუმიის ნაგლეჯებითა და სპორებით.

მე-12 ტიპია მრავალრიცხოვანი, 70 000-ზე მეტი სახეობის სოკოები. ეს ტიპი უქლოროფილო ერთუჯრედიანი ან მრავალუჯრედიანი პარაზიტული ან საპროფიტული მცენარეებითაა წარმოდგენილი. სოკოები მიცელიუმისაგან, ჰიფებისაგან და სანაყოფე სხეულებისაგან (უმაღლესი სოკოები) შედგებიან. სქესობრივი გამრავლება უფრო მეტად ერთუჯრედიან, უდაბლეს სოკოებში ხდება, უსქესო გამრავლება კი—ხშირად მრავალუჯრედიან უმაღლეს სოკოებში. სოკოების

ზოგიერთ ჯგუფს ადამიანისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს. ეს ჯგუფია მრავალი საჭმელი, საფუარი, სამკურნალო სოკოები და სხვ. სოკოების ერთი ჯგუფი სარეველა მცენარეებია და ხშირად იწვევენ სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა კულტურის დაავადებას.

მე-13 ტიპს ლიქენები ანუ მღიერები—სიმბიონტური ორგანიზმები ეკუთვნის. ლიქენების ორგანიზმი სოკოებისაგან (უმალღესი სოკოები) და წყალმცენარეებისაგან (ლურჯი, მწვანე ან მწვანე წყალმცენარეები,—აქედან კი რიგი პროტოკოკოვანნი) შედგება. წყალმცენარე სოკოების მიცელიუმისაგან მიღებულ წყალს და მასში გახსნილ მინერალურ ნივთიერებას ამუშავებს და გადამუშავებულის ნაწილს სოკოს აწვდის. ლიქენები ფორმით ქერქისებრი, ფოთლისებრი და ბუჩქისებრია. სოკოების მონაწილეობის მიხედვით ლიქენები ორგვარია: ასკიანი ანუ ჩანთიანი და ბაზიდიუმიანი. წყალმცენარეების მონაწილეობითაც ლიქენები ორგვარია: ჰომომერული და ჰეტერომერული. ლიქენებს ახასიათებს უსქესო (სპორებით და ვეგეტაციური) გამრავლება.

მე-14 ტიპი ხმელეთის პირველი ტიპია—ხავსნაირი. ხავსნაირთა ტიპი უფესვო მცენარეებია და მარტივი აგებულების ღერო და ფოთლები აქვთ. ეს ორგანიზმებიც არაა დიფერენცირებული მკვეთრად გამოსახული ქსოვილებით. გამრავლება თაობათა მორიგეობის გზით ხდება. ხავსნაირთა საინტერესო და ფართოდ გავრცელებული მცენარეები ტორფის ხავსებია; იგი ტორფს ქმნის და ფართოდ არის გამოყენებული როგორც სასუქი, საწვავი და საშენი მასალა. დედამიწაზე ხავსი 20000-ზე მეტი სახეობისაა.

მე-15, 16 და მე-17 ტიპებია ფსილოფსიდები, ლიქოფსიდები და სილფოტოფანები ანუ არტიკულატები.

მე-18 ტიპი—გვიმრანაირი—ხმელეთის ტიპური მცენარეებია—კარგად გამოსახული ორგანიზმები. ამ ორგანიზმების გარკვეული წყება ქსოვილებისაგან შედგება. ამ ტიპს, მეტწილად, მაკროფილია ახასიათებს. აშკარად გამოსახულია სქესობრივი და უსქესო თაობათა მორიგეობა. გვიმრანაირების ტიპი ფართოდ იყო გავრცელებული. ახლა კი 10 ათას სახეობას აღწევს.

მე-19 ტიპი—შიშველთესლოვანი მცენარეებია. ეს მცენარეები, მეტწილად, ხეები ან ბუჩქებია მონობოდური ღეროთი. მათ ახასიათებს მეორეული მერქანი ტრაქეიდების სახით, ნამდვილი ჭურჭლები კი არა აქვთ. ამ ტიპიდან უფრო გადარჩენილია გირჩოვანები, რომელთაც მიკროფილია ახასიათებს.

მე-20 ტიპი ფარულთესლოვანი მცენარეებია; მათ აქვთ ტიპური ყვავილი ბუტკოთი და ყვავილსაფრით. ამიტომ მათ აგრეთვე ყვავილოვან და ბუტკოიან მცენარეებს უწოდებენ. ეს ტიპი, ყველა არსებულ ტიპთან შედარებით, მრავალრიცხოვანია: 200 ათასზე მეტი სახეობით ფართოდ არის გავრცელებული და ნაირგვაროვან გარემოსთან კარგადაა შეგუებული.

ახლა სოფლის მეურნეობის ყველა დარგი ფარულთესლოვანი ანუ ყვავილოვანი კულტურებითაა წარმოდგენილი. ფარულთესლოვანების ველური მცენარეებიდან ადამიანმა შეარჩია და გამოიყენა რამდენიმე ათასი კულტურული მცენარის სახეობა და ჯიში, რომელთაგანაც, პირველ რიგში, აღსანიშნავია: საკვები მარცვლოვანები (ხორბალი, სიმინდი, ქერი, ჭვავი, ბრინჯი, ლომი, ფეტვი, შვრია და სხვ.); შემდეგ უნდა აღინიშნოს ხეხილოვანი კულტურების მრავალი წარმომადგენელი, როგორც კონტინენტური ზონის (ვაშლი, მსხალი,

ატამი, ბალი, ყურძენი, განსაკუთრებით, სუფრის ჯიშები და მრავალი სხვა), ისე სუბტროპიკული ზონის (ლიმონი, ფორთოხალი, მანდარინი, თურინჯი, იაპონური ხურმა და სხვა), აგრეთვე ბოსტნეულ-ბალჩეული (პომიდორი, ბადრიჯანი, წიწაკა, კიტრი, კომბოსტო, ხახვი, ბოლოკი, საზამთრო, ნესვი და სხვ.). განსაკუთრებით აღსანიშნავია კარტოფილი (ზეთოვანი და ეთეროვანი), მზესუნჯირა, კაკალი, წიფელი, აბუსალათინი, არაქისი, ზეთისხილის ხე, ტუნგო, ყაზანლიყის ვარდი, როზმარინი, გერანი, ლავანდი, შირბახტი და სხვ. სურნელი და სანელებელი მცენარეები (დაფნა, კამა, ნიახური, ტარხუნა, ქინძი, ზაფრანა, პიტნა, ქონდარი, ომბალო და სხვა), შაქრის ჭარხალი, სართავი მცენარეების მრავალი წარმომადგენელი (ბამბა, სელი, კენაფი, რამი, ქენდირი, ჯუთი და სხვა); მცენარეები, რომლებიდანაც ადამიანი სხვადასხვა სასმელს ამზადებს (ღვინო, ჩაი, ყავა, კაკაო); ნიკოტინის შემცველი (თამბაქო, წეკო), მრავალი სამკურნალო. დეკორატიული, თაფლოვანი, საღებავი და მთრიმლავი მცენარე. ადამიანის ეკონომიკაში აგრეთვე ფართოდაა გამოყენებული მრავალი მავარი და რბილმერქნიანი მცენარე, როგორც საშენ, ისე საწვავ მასალად. ბოლოს კი მცენარეები მრეწველობის ამა თუ იმ დარგის ძირითადი ნედლეულია.

პირველი ლიტერატურული ცნობები მცენარეთა შესახებ ბერძენ ფილოსოფოს არისტოტელეს და მის მოწაფეს თეოფრასტეს (სურ. 1) ეკუთვნის (IV—III საუკ. ჩ. წ. აღრიცხვანდე). განსაკუთრებით აღსანიშნავია თეოფრასტეს თხზულებანი, რომლებშიც 500 მდე მცენარეთა სახეობის შესახებ მრავალი ცნობაა მოცემული. თეოფრასტეს განხილული აქვს როგორც ადგილობრივი, ისე სხვა ქვეყნების მცენარეებიც, განსაკუთრებით იმ ქვეყნებისა, რომლებთანაც საბერძნეთს სავაჭრო ურთიერთობა ჰქონდა.

თეოფრასტეს თხზულებებში განხილულია მცენარეთა გამრავლება და მათი გავრცელება კლიმატურ პირობებთან დაკავშირებით. მან პირველმა აღწერა ღეროს ანატომია; შეისწავლა სხვადასხვა მცენარის ფოთლები და აგრეთვე ფესვის, ყვავილის, თესლისა და ნაყოფის მნიშვნელობა. მის თხზულებებში მოცემულია ცნობები ბოტანიკის სხვადასხვა დარგის შესახებ. თეოფრასტემ მცენარეთა სამყაროს შესწავლას 18 ტომი მიუძღვნა. აქედან: „მცენარეთა ბუნებრივი ისტორია“ — 10 ტომი და „მცენარეთა მიზეზების შესახებ“ — 8 ტომი. თეოფრასტე ბოტანიკის მეცნიერების მამამთავრად ითვლება.

თეოფრასტეს შემდეგ (I საუკ. ახალ. წ. აღრ.), განსაკუთრებით რომში — იმპერიის დასაწყისში, ზოგიერთი რომაელი სწავლული კომენტარებს



სურ. 1. თეოფრასტე

უკეთებს და აფართოებს თეოფრასტეს მონაცემებს მცენარეთა შესახებ. მათ შორის, პირველ რიგში, აღსანიშნავია რომელი ფილოსოფოსი პლინიუს დიდი. მისი შრომები — „ბუნებისმეტყველება“ — 37 ტომია. აქედან 16 ტომი მცენარეების შესწავლას ეხება. მიუხედავად ამ თხზულებებში დაშვებულ მცდლობებისა, იმ დროს ის დიდ ენციკლოპედიურ შრომად ითვლებოდა ბოტანიკაში.

გარდა აღნიშნული თხზულებებისა, ბევრ, მაშინდელ ბუნების მოვლენებში გაცნობიერებულ მოღვაწეთა შრომებშიაც ასევე მრავლად იყო ახალი ცნობები, განსაკუთრებით, პრაქტიკულად გამოსაყენებელ მცენარეთა (საკვები, სამკურნალო, სართავი და სხვა) შესახებ. ამგვარად, დაგროვილმა დიდმა ფაქტიურმა მასალამ საფუძველი შეუქმნა მცენარეთა შემდგომ სისტემატურ შესწავლას.

თუ ანტიკურ ხანაში ადამიანი თავისი დაკვირვებებითა და შესწავლით თანდათანობით ითვისებდა და იყენებდა მცენარეებს, შუა საუკუნეების მანძილზე სწავლებას მცენარის შესახებ — ბოტანიკას — მეცნიერულად წინსვლა არ განუცდია. ამის მიზეზი იყო შუა საუკუნეების ფეოდალური საზოგადოების რელიგიურ-იდეალისტური ფილოსოფიური მოძღვრება, რომელიც ემყარებოდა მაშინდელი ღვთისმეტყველების დოგმებს და ბუნებასა და მის მოვლენებს აბსტრაქტულად განიხილავდა. ეს ბიოლოგიის განვითარებას ძალიან ზღუდავდა.

ხოლო შემდეგ, ათასი და მეტი წლების მანძილზე, ძველი სამყაროს პერიოდისა და დაგროვილი ცოდნა და წარმოდგენები მცენარეული სამყაროს, და მათი ორგანიზმების შესახებ თანდათანობით ივსება და ვითარდება.

XVI საუკუნის პირველი პერიოდი მცენარეული სამყაროს მეცნიერული შესწავლით — მცენარეთა ინვენტარიზაციით იწყება. გამოდის მრავალტომიანი თხზულებები, ე. წ. „ბალახთა კრებულები“, ანუ „ცოცხალი ჰერბარიუმი“. ამგვარ თხზულებებში სათანადო ჩანახატებით მოცემული იყო სხვადასხვა მცენარის აღწერები. მასთან მოხაზული იყო პირველი ცდები მცენარეთა კლასიფიკაციის შესადგენად. ამავ პერიოდში იწყება მცენარეების კოლექციების შეგროვება — ჰერბარიზაცია, რამაც ხელი შეუწყო სხვადასხვა ქვეყნის მცენარეების შეცნობასა და შესწავლას.

მცენარეთა კლასიფიკაციის პირველი ცდები ჩაატარეს XVI საუკუნის მეკლევარებმა, რომელთა რიცხვს ეკუთვნის მაშინდელი დიდი ნატურალისტი და ფილოსოფოსი ა. ცეზალპინო. მცენარეთა ეს პირველი კლასიფიკაცია უფრო ყვავილოვან (ფარულთესლოვან) მცენარეებს ეხება და შედგენილია თესლებისა და ნაყოფთა მორფოლოგიური თავისებურებების საფუძველზე. მისი კლასიფიკაცია ყვავილოვან მცენარეთა 15 კლასს მოიცავს, ხოლო მე-16 კლასში გაერთიანებულია ყველა უყვავილო მცენარე (წყალმცენარეები, სოკოები, გვიმრები და ა. შ.). ცეზალპინოს ეს პირველი სისტემა ხელოვნური იყო, მაგრამ მან მისი შემდგომი სისტემების შექმნით დიდი როლი შეასრულა. ცეზალპინოს ეკუთვნის მეცნიერული დებულება მეტამორფოზის შესახებ — ჩვეულებრივი მწვანე ფოთლებისა და ყვავილსაფრის ერთიანობის შესახებ (მწვანე ფოთლების გადაქცევა ყვავილის ნაწილებად).

XVI და XVII საუკუნეების მიჯნაზე, ახლად წარმოშობილი კაპიტალიზმში ხელს უწყობს სავაჭრო კაპიტალის განვითარებას. შემდეგ კი თვით სავაჭ-

რო კაპიტალის განვითარებამ საქონლის ბრუნვის გადიდებისა და სასაქონლო ბაზრების დაპყრობის მიზნით ძველსა და ახალ ქვეყნებში გამოიწვია დიდი მოგზაურობანი. ამ დიდი მოგზაურობის შედეგად ძველი და ახალი ქვეყნებიდან შემოტანილ და აღვილზე დაგროვილ მცენარეთა (ცოცხალი მცენარეებისა და ჰერბარიუმის სახით) შესწავლამ გამოიწვია მათი ჯერ მორფოლოგიური, ხოლო შემდეგ სისტემატური აღწერა. მორფოლოგიურად მსგავსი მცენარეების დადგენის შემდეგ ხდებოდა გაერთიანება ერთ ჯგუფში. მორფოლოგიური მსგავსების დადგენას საფუძვლად დაედო ჯერ სავეგეტაციო ორგანოების, შემდეგ კი გასამრავლებელი ორგანოს—ყვავილის, თესლისა და ნაყოფის საერთო მსგავსი ნიშნები. ასეთმა შედარებითმა მორფოლოგიურმა აღწერილობამ საფუძველი ჩაუყარა მცენარეთა სისტემის შექმნას და უკვე XVI საუკუნის ბოლოს და XVII საუკუნის დასაწყისში ბოტანიკოს—სისტემატიკოსებმა შექმნეს მცენარეთა მრავალი სისტემა.

ამ სისტემიდან, პირველ რიგში, აღსანიშნავია დიდი შვედი ბუნებისმეტყველის—კარლ ლინეის (1707—1778 წ) მცენარეთა სისტემა (სურ. 2). მიუხედავად იმისა, რომ კ. ლინეის ჰყავდა წინამორბედი სისტემატიკოსები და პირველ რიგში ცეზალპინო, პრიორიტეტი, მცენარეთა შედარებით სრული სისტემის შექმნაში, მას მიეკუთვნება.

კ. ლინეის სისტემა ხელოვნური აღმოჩნდა, ვინაიდან მისი სისტემის საფუძველს წარმოადგენს მტვრიანების განლაგება, აგებულია. მათი რიცხვი ყვავილებში და სხვ. მათი მორფოლოგიურ ანატომიური აღწერით კ. ლინეიმ პირველმა, მცენარეთა სამყაროში შემავალი როგორც უმაღლესი, ისე უდაბლესი მცენარეები, ერთად აღებული, 24 კლასად გააერთიანა (უფრო ზუსტად აღწერა, ვიდრე მისმა წინამორბედებმა და თანამედროვეებმა). ეს კლასები ტაქსონომიური ერთეულების მიხედვით რიგებად, ოჯახებად, გვარებად და სახეობებად დაჰყო. კ. ლინეიმდე ტაქსონომიური ერთეულები ჩამოაყალიბა ინგლისელმა ჯ. რეიმ. კ. ლინეის ეკუთვნის ბინალური ნომენკლატურის შექმნა—მცენარის ამა თუ იმ სახეობის ორი ლათინური სახელით აღნიშვნა. კ. ლინეის სისტემა ემყარებოდა სახეობათა უცვლელობას, რომელიც სახეობას განიხილავდა, როგორც უცვლელს—„ღმერთის“ მიერ შექმნილს. იგი აღიარებდა, რომ მცენარეთა არსებული სახეობები (ორგანიზმები) იმდენივეა, რამდენიც სამყაროს დასაწყისში შექმნა „ყოველისშემძლე შემოქმედმა“. კ. ლინეის და მის თანამედროვე ბუნებისმეტყველთა აზროვნებაში გამჯდარი იყო მეტაფიზიკის გამოსავალი დებულება მცენარეული (ცოცხალი) ორგანიზმების უცვლელობის შესახებ. მაგრამ კ. ლინეის სისტემამ, როგორც უფრო სრულყოფილმა, იმდროინდელ სისტემებს შორის, დიდი როლი შეასრულა შემდეგში მცენარეთა ბუნებრივი



სურ. 2. კ. ლინეი

სისტემების შექმნის საქმეში და ამ სისტემამ დიდი გავლენა იქონია მცენარე-თა სისტემატიკის განვითარებაზე.

XVIII და, განსაკუთრებით, XIX საუკუნეში მეტაფიზიკური თეორია ორგანულ სამყაროს უცვლელობის შესახებ თანდათანობით უკან იხევს და თავის პოზიციებს ბუნების განვითარების ევოლუციურ მოძღვრებას უთმობს.

XIX საუკუნის დასაწყისში დიდმა ფრანგმა ბუნებისმეტყველმა ჟან-ბატისტ ლამარკმა (სურ. 3) სცადა მოეცა მოძღვრება ორგანიზმთა ევოლუციურ განვითარებაზე. ლამარკის შეხედულებები მოცემულია მის ცნობილ თხზულებაში („ზოოლოგიის ფილოსოფია“).



სურ. 3. ჟ. ლამარკი

ლამარკის ევოლუციური დებულებებიდან ძირითადია ის, რომ იგი ორგანიზმთა (ცხოველისა და მცენარის) ევოლუციის ერთ-ერთ ფაქტორად გარემოს აღიარებს, რომლის გავლენის შედეგად ხდება ორგანიზმის ბუნების მემკვიდრული ცვლილებები. მეორე ფაქტორად, „შინაგან ლტოლვას“ თვლის, რომელიც ორგანიზმში „უმაღლესმა“ ძალამ გამოიშუშავა. ორგანიზმში შინაგანი ლტოლვა ლამარკს ევოლუციის მამოძრავებელ ძალად მიანიხივს; ეს მისი მოძღვრების მკდარი და

იდეალისტური დებულებაა. ლამარკის ევოლუციური მოძღვრების კეშვარიტ დებულებას მიეკუთვნება აგრეთვე ორგანოთა ვარჯიში და უვარჯიშობით გამოწვეული ცვლილებების აღიარება. ლამარკის ევოლუციური მოძღვრების როლი ორგანულ სამყაროს განვითარების საქმეში თვალსაჩინოა. მისი მოძღვრების თანამედროვე დებულებები, რომლებითაც აღიარებულია გარემო პირობების აქტიური როლი ცოცხალი სხეულის ფორმირებაში და შეცნეილ თვისებათა მემკვიდრეობაში, მეცნიერულად სწორად უნდა ჩაითვალოს.

XIX საუკუნის დიდმა ბუნებისმეტყველმა ჩარლზ დარვინმა მატერიალისტურ საფუძველზე შექმნა ორგანულ სამყაროს წარმოშობისა და განვითარების ევოლუციური თეორია.

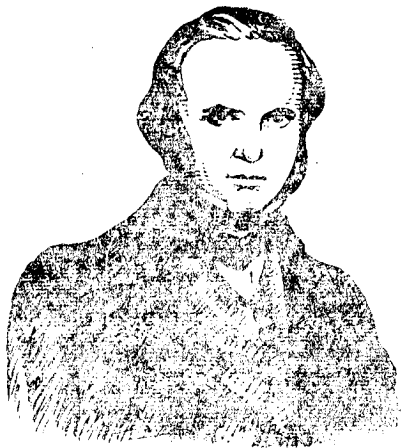
ჩარლზ დარვინი დაიბადა 1809 წელს, ინგლისში (ქ. შრუსბერგი). საშუალო სკოლის დამთავრების შემდეგ სწავლა განაგრძო ედინბურგის უნივერსიტეტში სამედიცინო ფაკულტეტზე. მას მედიცინა არ იზიდავდა, ამიტომ იგი გადავიდა კემბრიჯის უნივერსიტეტში ღვთისმეტყველების ფაკულტეტზე, თუმცა მას არც ღვთისმეტყველება მოსწონდა. უნივერსიტეტი დაამთავრა 1831 წ.; იგი თავიდანვე გაიტაცა ბუნებისმეტყველებამ და დიდი მონდობით მუშაობდა ამ დარგში. 1831 წლიდან მონაწილეობს ბოტანიკურ და გეოლოგიურ ექსკურსიებში. აქვეყნებს რამდენიმე მეცნიერულ შრომას.

დარვინი, როგორც ბუნებისმეტყველი, მოგზაურობს დედამიწის გარშემო და მოგზაურობის შედეგად მრავალი მცენარისა და ცხოველის კოლექციები შეაგროვა. სხვადასხვა კონტინენტის ბუნების გაცნობამ, დაკვირვებებმა,

შეგროვილი მასალების დამუშავებამ და შესწავლამ დარვინი დიდი ბუნებისმეტყველი გახადა. 20 წლის დაუღალავი მუშაობით მის მიერ დაგროვილ ფაქტიურ მასალებზე მან შექმნა ორგანული სამყაროს ისტორიული განვითარების თეორია.

დარვინის თეორია ორგანული სამყაროს ევოლუციის შესახებ, მოცემულია მის ძირითად შრომაში — „სახეობათა წარმოშობა“ (1859 წ.).

მის წინამორბედებთან შედარებით, დარვინმა დამაჯერებლად დაადგინა ევოლუციური განვითარების პროცესები და ახსნა მისი მიზეზები. დარვინის ევოლუციური მოძღვრების ძირითადი ფაქტორებია: ცვალებადობა, მემკვიდრეობითობა და გამორჩევა. დარვინი არჩევდა სასარგებლო და უსარგებლო ცვალებადობას სხვადასხვა გარემო პირობებში და აქედან ცვალებადობის ერთ-ერთ მიზეზად ორგანიზმზე გარემო პირობების ზეგავლენას სახედა. ბუნებრივ, და, განსაკუთრებით, კულტურული ფორმების ცვალებადობის მიზეზად დარვინი აგრეთვე ადამიანის ზემოქმედებას თვლიდა და ხსნიდა ცვალებადობას, როგორც ორგანიზმის ბუნებისა და გარემო პირობების ურთიერთქმედების შედეგს. გარემო პირობებით გამოწვეული ცვალებადობის თაობიდან თაობაზე გადაცემას დარვინი მემკვიდრულად თვლის და ცვალებადობის მემკვიდრეობას გარემო ბუნების მრავალ თაობაზე ხანგრძლივი მოქმედებით ხსნის.



სურ. 4. ჩ. დარვინი

ბუნებაში ორგანიზმთა მრავალფეროვნებას დარვინი გამორჩევის მოქმედებას მიაწერს და გამოყოფს გამორჩევის ორ სახეს — ბუნებრივსა და ხელოვნურს.

ბუნებრივი გამორჩევა უფრო ხშირი მოვლენაა; ის ფორმებში იწვევს ისეთი ორგანიზმების გადაარჩენას, რომლებსაც გარემო პირობებთან მეტი შეგუებითი ცვალებადობები ექნებათ. ხელოვნური გამორჩევა ადამიანის ჩარევის გზით ხდება.

მიუხედავად იმისა, რომ დარვინს ბევრი მოწინააღმდეგე ჰყავს, — მისი მოძღვრება ორგანული სამყაროს ისტორიული განვითარების შესახებ, იმ პერიოდში საყოველთაოდ იქნა აღიარებული. მაშინდელი იდეალისტურად მოაზროვნე ბუნებისმეტყველები ვერ ერკვეოდნენ ბუნებრივი შერჩევის მატერიალისტურ საფუძვლებში და ამდენად უარყოფდნენ დარვინის ევოლუციურ მოძღვრებას.

დარვინის მოძღვრების ძირითადი იდეები ფართოდ გავრცელდა რუსეთის მატერიალისტურად მოაზროვნე მეცნიერთა შორის. დარვინიზმის გავრცელებას და დამკვიდრებას ხელს უწყობდა რუსეთში ბოტანიკის განვითარების წინაისტორიული პირობები.

რუსეთში XVII საუკუნის დასაწყისში ჩამოყალიბებული იყო „სააფთიაქო ბალები“ ანუ „სააფთიაქო ბოსტნები“, სადაც უმეტესად ზრდიდნენ და აკვირდებოდნენ სამკურნალო მცენარეებს; ამავე დროს იქვე მოწყობილ სათბურებში გამოჰყავდათ სიტბოს მომთხოვნი მცენარეები; ეს „სააფთიაქო ბალები“ შემდგომში, XVIII საუკუნის დასაწყისში, გადაკეთდა ბოტანიკურ ბალებად. მოსკოვისა და პეტერბურგის მაშინდელი ბალები (1706—1713) გადაიქცნენ ბოტანიკური მეცნიერების ცენტრებად.

რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის დაარსებიდან, საფუძველი ჩაეყარა რუსეთის იმპერიის ფლორის სისტემატურ შესწავლას. მიუხედავად იმისა, რომ

მაშინდელი აკადემიის პირველ შემადგენლობაში უცხოელი მეცნიერები სჭარბობდნენ— ს. გმელინი, ი. კელრეიტერი, პ. პალასი და სხვა, შემდგომში თანდათანობით იზრდებოდა და ივსებოდა რუსი ბოტანიკოსების ბირთვი, რომლებთაგანაც პირველ რიგში, უნდა მოვიხსენიოთ კამჩატკისა და პეტერბურგის ფლორის მკვლევარი, რუსეთის სინამდვილეში პირველი ბოტანიკოსი პ. კრაშენინკოვი, რუსულ ენაზე ბოტანიკის სახელმძღვანელოს პირველი ავტორი იყო ვ. ზუევი.

აკადემიაში XVIII საუკუნის დასასრულს და XIX საუკუნის დასაწყისში ბოტანიკურ გამოკვლევებში ძირითადი სამუშაოები ფლორისტული გზით მიემართებოდა. დიდ ფლორისტულ მუშაობას ეწეოდნენ— რუპრეხტი, ი. ტურჩანინოვი და

ს. ლედებური, ამ უკანასკნელს ეკუთვნის პირველი კაპიტალური ოთხტომიანი შრომა— „რუსეთის ფლორა“.

XIX საუკუნის მეორე ნახევრიდან ვითარდება ბოტანიკის სხვადასხვა დარგი; ფართოდება ბოტანიკური მიმართულებების სხვადასხვა გამოკვლევა. მკვლევართა იმდროინდელ პლეადას მიეკუთვნებიან: უდაბლესი მცენარეების დიდი მკვლევარი, პროფესორი ლ. ცენკოვსკი და მისი მოწაფე, რუსული მიკოლოგიის მამამთავარი, პროფესორი მ. ვორონინი, დიდი ევოლუციონისტი და ფიტოგეოგრაფი ა. ბეკეტოვი, პირველი სისტემატიკოსი პ. გორიანინოვი, აკადემიკოსი ა. ფამინცინი და მისი თანამედროვენი ი. ბარანეცკი, ი. ბოროდინი, როტერტი, ს. ვინოგრადსკი და სხვა. რუსეთში დარვინიზმის პირველი პოპულარიზატორი და მისი მოძღვრების გამგრძელებელი იყო კ. ტიმირიაზევი (სურ. 5). გამოჩენილმა ფიზიოლოგმა, ფოტოსინთეზის პროცესის დიდმა მკვლევარმა თავის წიგნში „ჩარლზ დარვინი და მისი მოძღვრება“, ღრმა ანალიზი გაუკეთა დარვინის მოძღვრების ძირითად პრინციპებს: ცვალებადობას, მემკვიდრეობას და ბუნებრივ შერჩევას. ტიმირიაზევი მეცნიერებაში, როგორც მებრძოლი მატე-



სურ. 5. კ. ტიმირიაზევი

რიალისტი, ფოტოსინთეზის პრობლემის სრული დამუშავებით, ქმნის თავის ფიზიოლოგიურ სკოლას.

ტიმირიაზევის, როგორც მეცნიერსა და დიდ მოქალაქეს, ერთ-ერთი პირველი ადგილი ეკუთვნის რუსეთში ბოტანიკისა და აგრონომიული მეცნიერების განვითარებაში.

XIX საუკუნის დასასრულსა და XX საუკუნის დასაწყისში რუსულ და შემდეგ საბჭოთა ბიოლოგიურ მეცნიერებას ავითარებენ და ამდიდრებენ მეცნიერების ისეთი კორიფეები, როგორც იყვნენ: ვ. პალადინი, დ. პრიანიშნიკოვი, ს. კოსტიჩევი, ი. გოროჯანკინი, ი. ჩისტიაკოვი, ვ. ბელიაევი, ი. გერასიმოვი, ს. ნავაშინი, ნ. კუზნეცოვი, ვ. კომაროვი, ნ. ბუში ვ. სუკარჩევი, ვ. ალიოხინი და სხვ.

მეცნიერთა ამ პლეადიდან აკად. ს. ნავაშინი (სურ. 6) იყო თბილისის უნივერსიტეტის ბოტანიკის

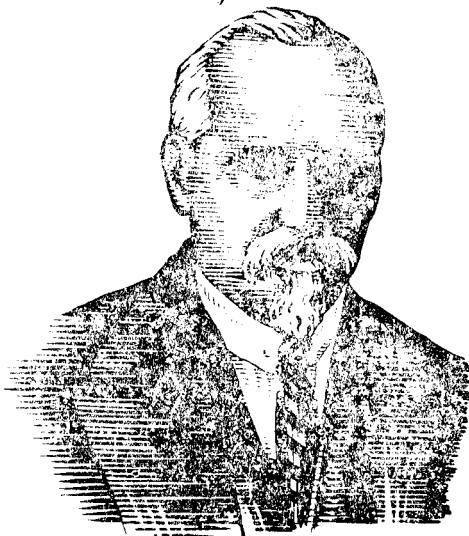


სურ. 6. ს. ნავაშინი

კათედრის პირველი განგე, რომელმაც ორმაგი განაყოფიერების პროცესი აღმოაჩინა 1898 წელს, რასაც ნავაშინის თეორიას უწოდებენ.

ბოტანიკის საბჭოთა სკოლის ხელმძღვანელი იყო აკად. ვ. კომაროვი (სურ. 7); მისი ხელმძღვანელობით დაიწყო მრავალტომიანი „საბჭოთა კავშირის ფლორის“ გამოცემა.

საბჭოურმა მეცნიერებამ რუსეთის მოწინავე მეცნიერების მემკვიდრეობა გაწმინდა ძველი, რეაქციული იდეოლოგიისაგან და საბჭოთა ბიოლოგიას შეუქმნა მატერიალისტური მყარი საფუძველი. ამის დადასტურებაა ი. ვ. მი-



სურ. 7. ვ. კომაროვი

ჩურინის (სურ. 8) მოძღვრება და მის მიერ ჩატარებული სამუშაოები.

მიჩურინმა 60 და მეტი წლის მანძილზე დაუღალავი შრომით 300-ზე მეტი ხეხილის ძვირფასი ჯიშა გამოიყვანა. ამ ახალი ჯიშების შექმნისა და

მცენარეთა ბუნების გარდაქმნის საქმეში მან ჩამოაყალიბა აკლიმატიზაციის ჰიბრიდიზაციის, შუამავლის, ნარევი მტკრით დამტვერიანების, მენტორის, ვეგეტაციური ჰიბრიდიზაციის და სხვ. მეთოდები. მიჩურინის მუშაობის დევიზი იყო: „ჩვენი ვერ დაგვლოდებით ბუნების მოწყალეობას, ჩვენი ამოცანაა—წავართვათ იგი მას“.



სუო. მ. ი. მიჩურინი

მიჩურინის ძირითადი მოძღვრება მემკვიდრულობისა და მისი ცვალებადობის შესახებ, განაზოგადა აკად. ტ. დ. ლისენკომ, (სურ. 9).

მიჩურინის ძირითადი მეთოდების გამოყენებით ლისენკომ მცენარეთა ინდივიდუალური განვითარების, იაროვიზაციისა და სინათლის სტადია შეიმუშავა, სტადიური განვითარების თეორიული საფუძვლებიდან გამომდინარე ლისენკოს მიერ ჩატარებული მუშაობის მეთოდების გამოყენებამ შექმნა ნრავალი იაროვიზებული მცენარე.

იაროვიზებული ხორბლისა და კარტოფილის ახალი ჯიშები შეიქმნა სამხრეთის ვვალვიანი და ჩრდილოეთის სუსხიანი რაიონებისათვის.

* * *

საკუთარ ფესვებზე იზრდებოდა და რუსული მოწინავე მეცნიერების ტრადიციებზე ვითარდებოდა ბიოლოგიური და კერძოდ, ბოტანიკური მეცნიერება საქართველოში.

საქართველოს ფლორის შესწავლის ისტორია XVIII საუკუნის პირველი ნახევრიდან იწყება, სახელდობრ, იმ დროიდან, როდესაც ვახუშტი ბატონიშვილმა „საქართველოს გეოგრაფია“-ში პირველად აღწერა ჩვენი ქვეყნის მცენარეულობა. მიუხედავად იმისა, რომ ვახუშტის „გეოგრაფიამდე“ საქართველოს სხვადასხვა ისტორიულ თხზულებაში გაბნეული იყო საკმაო ცნობები მცენარეულობისა და ფლორის შესახებ, ლიტერატურულად გაფორმებული ცნობები მათ შესახებ მაინც მას ეკუთვნის.

საქართველოს ფლორის მრავალფეროვნება და სიმდიდრე ძველთაგანვე



სურ. 9. ტ. ლისენკო

იპყრობდა რუსეთისა და უცხო ქვეყნების მრავალ ბოტანიკოსსა და მოგზაურს. ამ მხრივ უცხოელ მეცნიერთაგან, რომელთაც საქართველოში იმოგზაურეს, პირველი ფრანგი ბოტანიკოსი ე. ტურნეფორი იყო და მასვე ეკუთვნის პირველი მეცნიერული ცნობები მსოფლიო ლიტერატურაში საქართველოს ფლორის შესახებ (ნ. კეცხოველი). საქართველოს ფლორას აგრეთვე სწავლობდნენ: პ. პალასი, მარშალი ბი-ბერშტეინი, რ. ტრაუტვეტერი, ს. გმელინი, ე. ბუასიე, კ. კოხი, სომიე, ლევიე და სხვ.

XIX საუკუნის 80-იანი წლებიდან საქართველოს ფლორის უფრო სისტემატურ კვლევას შეუდგნენ გამოჩენილი რუსი ბოტანიკოსები: ი. მედვედევი, ნ. კუზნეცოვი, ვ. ლიპსკი, ნ. ალბოვი, ნ. ბუში, ა. ფომინი, ი. ვორონოვი, პ. ჟუკოვსკი და სხვ.

XX საუკუნის პირველ ნახევარში საქართველოს ფლორის შესწავლას და კვლევას სათავეში ჩაუდგნენ გამოჩენილი ბოტანიკოსები: ა. გროსჰეიმი, დ. სოსნოვსკი, ნ. ტროიცი და სხვ.

ამ მეცნიერებთან ერთად ნაყოფიერ მუშაობას იწყებენ ქართველი ბოტანიკოსები: ზ. ყანჩაველი, ლ. კემულარია—ნათაძე, ე. ქიქოძე და სხვ.

საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების შემდეგ ბოტანიკური სამუშაოები უფრო ფართოდ გაიშალა და თბილისის ბოტანიკურ ბაღთან ერთად ამ დიდ მუშაობაში ჩაება თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მეცნიერთა დიდი კოლექტივიც: ნ. კეცხოველი, ქ. ცხაკაია, ა. მაყაშვილი, ლ. ყანჩაველი, ლ. ჯაფარიძე, ო. კოპელერი, თ. სულაკაძე და სხვ.

საქართველოში მომუშავე ბოტანიკოსებიდან დიდ მოწონებას იმსახურებს ნ. ბუშის (სურ. 10) და ე. ბუშის შრომები საქართველოს ზოგიერთი რაიონის შესახებ. საქართველოს ფლორის შესწავლას დიდი ღვაწლი დასდო დ. სოსნოვსკიმ (სურ. 11).

საქართველოს ფლორის დიდი მკვლევარი ზ. ყანჩაველი ბოტანიკის სახელმძღვანელოს ავტორი იყო. მანამდე საშუალო სასწავლებლებისათვის ბოტანიკის ორი სახელმძღვანელო დაწერეს მ. ზაალიშვილმა (1918 წ.) და ა. ჩხენკელმა (1928 წ.).

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში ბოტანიკის კათედრას 1923 წლიდან 1932 წლამდე, აკად. ს. ნავაშინის შემდეგ, პროფ. ზ. ყანჩაველი (სურ. 12) ხელმძღვანელობდა. ხანმოკლე მოღვაწეობის მიუხედავად, მან დიდი მემკვიდრეობა დაუტოვა ქართულ ბოტანიკურ მეცნიერებას.

შემდგომში ბოტანიკური მეცნიერების ზრდასა და განვითარებას სათავეში ჩაუდგა ცნობილი ქართველი ბოტანიკოსი ნ. კეცხოველი (სურ. 13). ნ. კეცხოველმა საკმაოდ სრულად განსაზღვრა ქართული ბოტანიკური მეცნიერების განვითარების გზები.

2. ა. ლორთქიფანიძე



სურ. 10. ნ. ბუში

საბჭოთა კავშირის ბოტანიკური საზოგადოების საპატიო პრეზიდენტმა, გეობოტანიკის სკოლის მოთავემ, ჩვენი დროის დიდმა ბოტანიკოსმა ვ. ნ. სუკაჩოვმა დიდი შეფასება მისცა ნ. კეცხოველის მეცნიერულ-პედაგოგიურ და საზოგადოებრივ საქმიანობას.



სურ. 11. დ. სოსნოვსკი

თაგანაც აღსანიშნავია: ს. ქურდიანი, ვ. გულისაშვილი, ვ. მირზაშვილი, გ. ბრეგვაძე, ი. აბაშიძე, ი. ჩხუბინაშვილი, შ. ნადარეიშვილი, ლ. მახათაძე, ვ. ფარჯანაძე, ნ. მარგველაშვილი, კ. თარგამაძე, ლ. ჩაბურდანიძე, ლ. ახშიაფარაშვილი, ვ. მათიკაშვილი, ვ. სხიერელი, ი. ვაჩანაძე, დ. მანჯავიძე, კ. მანაგაძე, ნ. ტატიშვილი, ვ. დარახველიძე, დ. სარაჯიშვილი, პ. მეტრეველი, გ. ლობჯანიძე, გ. გიგაური, ლ. ჩიხლაძე და სხვ.

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ის, რომ ვ. გულისაშვილმა (სურ. 14) ჩვენი ტყეების მრავალმხრივი კვლევა მეცნიერულ საწყისებზე დააფუძნა და ამით მან ქართული მეტყვეობის მეთავეობა იკისრა.

ბოტანიკის, როგორც ბიოლოგიური მეცნიერების, ისტორიული განვითარების შედეგად შორეული წარსულიდან დღემდე ჩამოყალიბდა სხვადასხვა მეცნიერული დისციპლინა.

ბოტანიკის მეცნიერულ დისციპლინებს (დარგებს) ეკუთვნის: მცენარეთა მორფოლოგია („მორფე“ — ფორმა, „ლოგია“ — სწავლება, ბერძნ.), როქელაც სწავლავს მკენარის გარეგან ფორმას გარემო პირობებთან დაკავშირებით, ორგანოების აღნაგობის კანონზომიერებას მათი განვითარების ონტოგენეზსა და ფალოგენეზში და ამ ორგანოების მეტამორფოზებს.

ბოტანიკია ამ მეცნიერულ დისციპლინასთან უშუალო კავშირშია მცენარეთა ანატომიის („ანატომიკ“ — გაჭრა, ბერძნ.), როქელაც მკენარის

წინა თაობების მიერ დაწყებულ ბოტანიკურ კვლევას აგრძელებენ ბოტანიკოსები: ა. დოლუხანოვი, ი. თუმაჯანოვი, ზ. იაბროვა, თ. კეზელი, ა. კალაკოვსკი, ი. მანდენოვა, ა. მიქელაძე, შ. ნახუცრიშვილი, ვ. პაპავა, პ. რუხაძე, მ. სახოკია, ს. ტერხაჩატუროვა, მ. ქუთათელაძე, ლ. ყავრიშვილი, ა. შხიანი, პ. ცაგარელი, მ. კერცვაძე, ა. ხარაძე, ა. ჯავახიშვილი და სხვ.

საქართველოს მცენარეულობის შესწავლას დიდი ამაგი დასდეს ქართველმა მეცნიერ-მეტყველებმა, რომელ-



სურ. 12. ნ. ყანჩაველი

შინაგან აგებულებას სწავლობს მიკროსკოპის საშუალებით. მისი შესწავლის ძირითადი ობიექტებია—უჯრედები, ქსოვილები და ორგანოების შინაგანი აგებულება. XIX საუკუნის ბოლოს ანატომიიდან ცალკე დარგად გამოიყო მეცნიერება უჯრედის სწავლების შესახებ—ციტოლოგია („ციტოს“—უჯრედი, ბერძნ.). ციტოლოგიის ძირითადი მოძღვრების უჯრედული თეორიის განვითარებამ მიკროსკოპისა და ნისი ტექნიკის გაუმჯობესების ბაზაზე ხელი შეუწყო მცენარეთა ემბრიოლოგიის („ემბრიონ“—ჩანასახი, ბერძნ.) მეცნიერული დარგის ჩამოყალიბებას, რომელიც მცენარის ჩანასახსა და მის განვითარებას სწავლობს.

მცენარეთა მორფოლოგიას ეკუთვნის ბოტანიკური კატეგორიის დარგები: პალინოლოგია („პალინე“—მტვერი, ბერძნ.), რომელიც სწავლობს მტვრის მარცვალსა და სპორებს, და კარპოლოგია („კარპოს“—ნაყოფი, ბერძნ.), რომელიც სწავლობს ნაყოფებს და თესლებს.



სურ. 13. ნ. კეცხოველი

მცენარეთა მორფოლოგიამ მცენარის ორგანოების გარეგანი აღნაგობისა და შინაგანი აგებულების შესწავლით ხელი შეუწყო მცენარეთა დაჯგუფება-სისტემატიზაციას.



სურ. 14. ვ. გულისაშვილი

მცენარეთა მორფოლოგია ბოტანიკის ძველი დარგია, რომელიც სისტემატიკასთან ერთად პარალელურად ვითარდებოდა (ამას ქვემოთ მცენარეთა სისტემატიკის განსაზღვრა ადასტურებს).

მცენარეთა სისტემატიკა, ემყარება რა მცენარეთა მორფოლოგიის მონაცემებს, მათი წარმოშობისა და საერთო მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით ახდენს მცენარეთა დაჯგუფებას, მცენარეთა ინდივიდების ერთობლიობის საფუძველზე აღდგენს სისტემატიკურ ჯგუფებს (კატეგორიებს) და მცენარეთა სამყაროს სისტე-

მას ქმნის. მცენარეთა სისტემა ხელს უწყობს მცენარეთა სამყაროს და მისი

მრავალფეროვნების წარმოშობისა და განვითარების შეცნობას ადამიანის მზარდ ეკონომიურ მოთხოვნათა დასაკმაყოფილებლად. მცენარეთა სისტემატიკა სწავლობს მცენარეთა სამყაროს ორ დიდ ჯგუფს: უდაბლეს მცენარეებს (უდაბლეს მცენარეთა სისტემატიკა) და უმაღლეს მცენარეებს (უმაღლეს მცენარეთა სისტემატიკა).

მცენარეთა სისტემატიკის კურსიდან თანდათანობით გამოიყო ცალკეული ტიპების (უდაბლესი და უმაღლესი მცენარეების) შემსწავლელი დარგები: ალგოლოგია („ალგა“—წყალმცენარე, ლათინ.)—წყალმცენარეების შემსწავლელი დარგი.

მიკოლოგია („მიკს“—სოკო, ბერძნ.)—მეცნიერება სოკოების შესახებ. მიკოლოგიასთან ერთად აღსანიშნავია ცალკე დარგი ფიტოპათოლოგია („ფიტონ“—მცენარე. „პათოს“—ტანჯვა, ბერძნ.), რომელიც სწავლობს სოკოების მიერ გამოწვეულ მცენარეთა დაავადებებს.

ბრიოლოგია („ბრიონ“—ხავსი ბერძნ.)—მეცნიერება ხავსების შესახებ. ლიქენოლოგია („ლიქენ“—ლიქენი, ბერძნ.) ლიქენების ანუ მლიერების შემსწავლელი მეცნიერებაა.

მცენარეთა ეკოლოგია („იოკონ“—სახლი, სადგომი, ბერძნ.) მეცნიერებაა, რომელიც სწავლობს მცენარისა და მცენარეულობის ურთიერთდამოკიდებულებას გარემოსთან და ამ დამოკიდებულების კანონზომიერებებს.

მცენარეთა ფიზიოლოგია („ფიზის“—ბუნება, ბერძნ.) შეისწავლის მცენარეთა სასიცოცხლო პროცესებს (კვებას, ნივთიერებათა ცვლას, ზრდას, განვითარებასა და სხვ.).

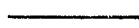
მცენარეთა გეოგრაფია ანუ ფიტოგეოგრაფია მეცნიერებაა, რომელიც სწავლობს მცენარეთა და მცენარეულობის ისტორიულ და თანამედროვე დასახლებას და გავრცელებას ხმელეთზე და წყლის პირობებში.—გარემო პირობებთან დაკავშირებით.

პალეობოტანიკა ანუ ფიტოპალეონტოლოგია („პალიოს“—ძველი, ბერძნ.) სისტემატიკის მონათესავე დარგია, რომელიც სწავლობს წარსული გეოლოგიური პერიოდების ნამარხ მცენარეებს, მათ სისტემატიკას, მორფოლოგიას, ანატომიას, გეოგრაფიას და ა. შ.

გეობოტანიკა—ფიტოცენოლოგია („გეო“—მიწა, „კონოს“—საერთო, ბერძნ.), როგორც დამოუკიდებელი მეცნიერება, შეისწავლის მცენარეულობას.

ასტრობოტანიკა მეცნიერებაა, რომელიც სწავლობს სხვადასხვა პლანეტის მცენარეებს.

ზემოხსენებული დარგების გარდა, ბოტანიკა მოიცავს სხვა დამხმარე დარგებსაც: ბაქტერიოლოგიას, ბიოგეოგრაფიას, მცენარეთა ბიოქიმიას, ბიომეოცენოლოგიას, ფიტოგენეტიკას, ფენოლოგიას, მიკრობიოლოგიას, ვირუსოლოგიას და ა. შ.



უ ჯ რ ე ლ ი

უჯრედის შესწავლის ისტორია. უჯრედის, როგორც ორგანიზმის უმცირესი ბიოლოგიური ერთეულის, შესწავლას დიდი და ხანგრძლივი ისტორია აქვს. XVI—XVII საუკუნეების მიჯნაზე ჰოლანდიელმა ოპტიკოსებმა—ზ. და ჰ. იანსენებმა გამოიგონეს პირველი პრიმიტიული მიკროსკოპი. მიკროსკოპის მეშვეობით საფუძველი ჩაეყარა თვალთ უჩინარი და უცნობი მიკროსხეულების შესწავლას.

მცენარეში უჯრედული აღნაგობა პირველად შენიშნა ინგლისელმა მეცნიერმა, ფიზიკოსმა რობერტ ჰუკმა. რ. ჰუკმა მიკროსკოპში შეიტანა კონსტრუქციული გაუმჯობესება და გასინჯა სხვადასხვა უმცირესი სხეული (მწერები, ფრთის ნაწილები და სხვ.); დაკვირვებათა შედეგები აღწერა და 1665 წელს გამოაქვეყნა შრომაში—„მიკროგრაფია ანუ ზოგიერთი აღწერილობა უმცირესი სხეულებისა;“ მრავალ ობიექტთა შორის № 17 ცდაში დაკვირვება ჩაატარა კორპის თხელ ანათალზე. მიკროსკოპში გადიდებულ გამოსახულებაში შენიშნა მრავალრიცხოვანი „ბუშტულები“ კარგად გამოსახული კედლებით. ეს გამოსახულებები განლაგებული იყო ფუტკრის ფიჭის ფორმით. მანვე, პირველმა, ამ ბუშტულისებრ გამოსახულებებს უჯრედი უწოდა. მან განაგრძო თხელი ანათლების დამზადება სხვა მცენარეების (დიდგულას, კამას, სტაფილოს, ბოლოკის) ნაწილებიდან და დაასკვნა, რომ უმეტეს შემთხვევაში კორპისებრი სახის უჯრედებთან გვაქვს საქმე.

რობერტ ჰუკს ეს აღმოჩენა აღარ განუმტკიცებია შემდგომი მეცნიერული კვლევით. მიკროსკოპი მიატოვა. იგი გაიტაცა სხვა გამოგონებამ (ზამბარიანმა საათმა, კომპასის გაუმჯობესებამ და სხვ.). მიკროსკოპული გამოკვლევები ხალისით დაუთმო ნეემო გრიუსსს.

გრიუსმ მცენარეთა ნაწილების გამოკვლევა ჩაატარა მრავალ ობიექტზე და მოგვცა შინაგანი აგებულების საკმაოდ რთული სურათები. ზოგიერთი მის ნიერ შესრულებული სურათი დღესაც არ კარგავს თავის ღირსებას. გრიუს უკვე განასხვავებს ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ბოჭკოებისაგან შემდგარ რბილსა (პარენქიმას) და მკვრივ ქსოვილებს. ტერმინი „ქსოვილი“ პირველად იხმარა გრიუსმა.

ამავე პერიოდში იტალიაში მსგავს მუშაობას აწარმოებდა მარჩელო მალპიღი; მან შეიმუშავა მცენარის სხეულის შინაგანი ელემენტების „ზუსტი“ კლასიფიკაცია. გამოყო: 1) ბუშტულები, უმეტესად წვენით სავსე და გარსით შემოფარგლული, 2) ბოჭკოები, 3) ჭურჭლები (ტრაქეები).

მიუხედავად იმისა, რომ გრიუს და მალპიღი ერთმეორისაგან დამოუკიდებლად მუშაობდნენ, სხვადასხვა ქვეყანაში და, სხვადასხვა მცენარეს იკვლევდნენ, თითქმის მსგავს დასკვნამდე მივიდნენ, ორივემ კვლევის შედეგები თითქმის

ერთდროულად წარმოადგინა ლონდონში; მათი მოხსენებები მოისმინეს ერთ დღეს 1672 წ. 29 დეკემბერს; ეს დღე ითვლება მცენარეთა ანატომიის დაბადების დღედ. 1672 წელი მიჩნეულია მცენარეთა ანატომიის მეცნიერების ჩამოყალიბების თარიღად და მის მამამთავრებად გრიუ და მალპიგი ითვლებიან.

1675 წ., როდესაც ლევენჰუკი გამადიდებელი შუშით ათვალეირებდა კასრში რამდენიმე დღის ნადგომი წვიმის წყლის წვეთს, მან შეამჩნია, რომ ამ წვეთში მოძრაობს მეტად პატარა ორგანიზმების დიდი რაოდენობა. ამ აღმოჩენით ნათელი გახდა, რომ ბუნებაში არსებობენ აგრეთვე თვალით უხილავი ორგანიზმები, რომელთაც ასევე უჯრედოვანი აგებულება აქვთ. ლევენჰუკსევე ეკუთვნის მწვანე წყალმცენარის პიროგირაში მწვანე ქრომატოფორის ზონარის აღწერა (1676 წ.); მანვე შენიშნა პირველად მწვანე ბუროთულები — ქლოროპლასტები.

მკვლევართა შემდგომმა პლედამ მთავარი ყურადღება უჯრედის შიგთავსის შესწავლას მიაქცია. 1831 წ. რ. ბროუნმა მცენარეული უჯრედის შიგთავსში შეამჩნია და აღწერა მკვრივი სხეული, რომელსაც ბირთვი უწოდა.

1831 წელს ჰუგო მოლმა გამოთქვა აზრი, რომ მცენარის სხეული ერთი ან მრავალი უჯრედისაგან შედგება, რომელთაგან მცენარის ქსოვილები იქმნება. იგი აღნიშნავდა, რომ უჯრედში მთავარია არა გარსი, არამედ შიგთავსი. მოლმა მოამზადა ნიადაგი, რომელზედაც შემდეგ თანდათანობით ჩამოყალიბდა უჯრედული თეორია ანუ მოძღვრება იმის შესახებ, რომ ყველა ცოცხალი ორგანიზმი უჯრედებისაგან შედგება.

1834 წ. რუსი მეცნიერი პ. გორიანინოვი (სურ. 15) ავითარებს მოსაზრებას, რომ ცოცხალ ორგანიზმებს ახასიათებს უჯრედული აღნაგობა, ხოლო არაცოცხალ სხეულებს იგი არა აქვთ. ამის საფუძველზე გორიანინოვი აღნიშნავდა, რომ ყველა ცოცხალი ორგანიზმი უჯრედისაგან შედგება და მისგან წარმოიშობა.



სურ. 15. პ. გორიანინოვი

მ. შლეიდენმა (სურ. 16) 1838 წელს თავის შრომაში — „მასალები მცენარეთა განვითარების შესახებ“ — გამოთქვა აზრი, რომ უჯრედში ლორწოსა და მარცვლების შემჭიდროების გზით ჯერ ბირთვადი წარმოიშობა, შემდეგ ბირთვი, ხოლო ცალკე ლორწოსაგან გარსი. შლეიდენის ეს შეხედულება შემდეგ უფრო განავითარა თ. შვანმა (სურ. 17). 1839 წ. მან წამოაყენა დებულება, რომ უჯრედოვანი აღნაგობა მცენარეთა და ცხოველთა ორგანიზმების დამახასიათებელი ნიშანია. შლეიდენი და შვანი ციტოლოგიის ფუძემდებლები არიან.

1839 წელს ჩეხმა მეცნიერმა იან პურკინიმ უჯრედის შიგთავსს პროტოპლაზმა უწოდა. ეს ტერმინი დამკვიდრდა ლიტერატურაში.

უმადლეს მცენარეებში ქორტანას ბუსუსებში უჯრედების დაყოფის პროცესი პირველად აღწერა ნ. ჟელეზნოვმა 1840 წ.

1861 წელს შულცმა უჯრედის შიგთავსის მთავარ ნაწილებად პროტოპლაზმა და ბირთვი აღიარა. მან აღნიშნა, რომ: „ყველა სასიცოცხლო თვისებების მქონე პროტოპლაზმის ნაგლეჯი ბირთვთან ერთად წარმოადგენს უჯრედს“.

ამგვარად, XVIII საუკუნის ბოლოს და XIX საუკუნის პირველ ნახევარში მოლის, გორიანიჩოვის, შლეიდენისა და შვანის მოძღვრების საფუძველზე უჯრედის შესახებ სწავლებამ განვითარების მაღალ საფეხურს მიაღწია. ამავე დროს აღსანიშნავია ის, რომ, თანდათანობით იხვეწებოდა რამიკროსკოპული ტექნიკა, თანდათან ღრმავდებოდა მეცნიერული გამოკვლევები უჯრედის ბუნების შესახებ.

XIX საუკუნის მეორე ნახევარში სხვა მკვლევარებთან ერთად უჯრედის შესწავლის საქმეში დიდი და მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს რუსმა მეცნიერებმა. რუსულმა ციტოლოგიამ თავისი ახალი გამოკვლევებით, აღმოჩენებითა და ახალი თეორიებით გაამდიდრა ბიოლოგიური მეცნიერება.

პირველად ბირთვის დაყოფა-კარიოკინეზი შეიტანა აღმოაჩინა და აღწერა ი. ჩისტიაკოვმა (სურ. 18) (1874 წ.). ქრომოსომების შესწავლა ო. ბარანეცკის ეკუთვნის, პლაზმოდესმების აღმოჩენა ი. გორიანკინს (1877 წ.), ბირთვის რედუქციული დაყოფა ვ. ბელიაევს (1891 წ.). ორმაგი განაყოფიერების აღმოჩენით ს. ნავაშინმა (1898 წ.)

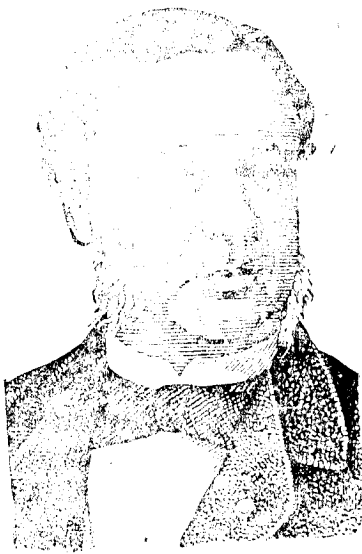


სურ. 16. მ. შლეიდენი

ბირთვის კარიოკინეზულ და რედუქციულ დაყოფაში მეცნიერული კორექტივები შეიტანა. უჯრედების ორგანიზების ფიზიოლოგიური თავისებურებების შესწავლის ავტორად ი. გერასიმოვი (1904 წ.) ითვლება. რუსული ციტოლოგიის მდიდარი ნემკვიდრეობა უფრო განავითარეს და მაღალ საფეხურზე აიყვანეს საბჭოთა ციტოლოგებმა—მ. ნავაშინმა, გ. ლევიტსკიმ, ა. პროკოფიევამ, ს. ფლოროვმა, და სხვ.)

[უჯრედის ფორმა და ზომა. უჯრედი, როგორც უმცირესი ბიოლოგიური სხეული, ერთუჯრედიან მცენარეებში დამოუკიდებელი ორგანიზმია, ხოლო მრავალუჯრედიან მცენარეებში—ორგანიზმის უმცირესი ნაწილი. ორივე შემთხვევაში უჯრედს რთული ფიზიოლოგიური, ბიოქიმიური და ბიოფიზიკური პროცესები ახასიათებს.

უჯრედის ფორმა სხვადასხვაგვარია, რაც სხვადასხვა პირობებზეა დამო-



სურ. 17. თ. შვანი

კიდებული. ცალკეული უჯრედის ფორმა შეიძლება იყოს სფერული, ოვალური, დაფისებრი და ა. შ. უჯრედების გარკვეულ წყებებში, მაგალითად, ქსოვილებ-



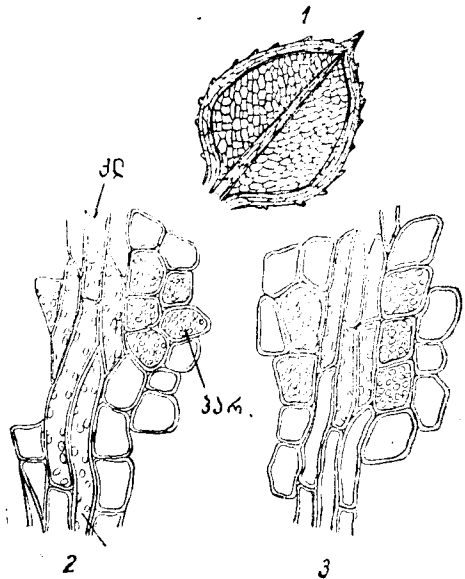
სურ. 18. ი. ჩისტიაკოვი

პულია და განისაზღვრება მილიმეტრის მეათასედით მკვრივებით, ზომა კი მეტრზე მეტსაც აღწევს. ასეთია, მაგ., რძიანას (Euphorbia) ერთუჯრედიანი სარძევე მილები (რძე-წვენით). ხშირ და ჩვეულებრივია უჯრედის ისეთი ზომა, რომელიც რამდენიმე მილიმეტრს უდრის. (მცენარეთა ტიპური უჯრედი შედგება ცოცხალი ნივთიერებისაგან, რომელსაც პროტოპლასტი ეწოდება. პროტოპლასტი შემდეგ ორგანოიდებს შეიცავს: პროტოპლაზმას ანუ ციტოპლაზმას, ბირავსა და პლასტიდებს (სურ. 20).

პროტოპლაზმა ანუ ციტოპლაზმა, რომელსაც ცვალებადი კიმიური შედგენილობა და ფიზიკური სტრუქტურა ახასიათებს, რთული კოლოიდური მასაა და მატერიის მოძრაობის ისეთი ფორმაა, როგორცაა სიცოცხლე.

ში, გაერთიანებული უჯრედების ფორმა ასევე სხვადასხვაგვარია, რაც დამოკიდებულია მათ მდებარეობაზე, განლაგებასა და ფუნქციებზე. უჯრედების მრავალგვარ ფორმას შორის სჭარბობს: 1). უჯრედის ისეთი ფორმა, როცა უჯრედის ყველა განზომილება დაახლოებით ერთნაირია, მომრგვალო ან ბლაგვი ბოლოებით: მათ პარენქიმული („პარ“—თანაბარი, ლათინ., „ენქიმა“—გავსებული, ბერძნ.) უჯრედი ეწოდება (სურ. 19). 2). როცა უჯრედი ერთი მამართულებითაა განზიდული და წვეტიანი ბოლოები ახასიათებს, ასეთი უჯრედი პროზენქიმულია („პროს“—მამართული, ბერძნ.)

ფორმასთან ერთად უჯრედის ზომა ძალიან მერყეობს. ზოგიერთი უჯრედის ზომა ულტრამიკროსკოპიკონებით, ზოგიერთი უჯ-



სურ. 19. ხავსი მნიშვნის ფოთლი

1. მნიშვნის ფოთლი მკირვ გადიდებით, 2. ფოთლის კიდე დიდი გადიდებით. პარ—პარენქიმული უჯრედები, პრო. პროზენქიმული უჯრედები. ქლ.—ქლოროფილის მარცვლები, 3. ძარღვი პარენქიმული უჯრედებით. მას, როგორც უჯრედის ძირითად ცოცხალ

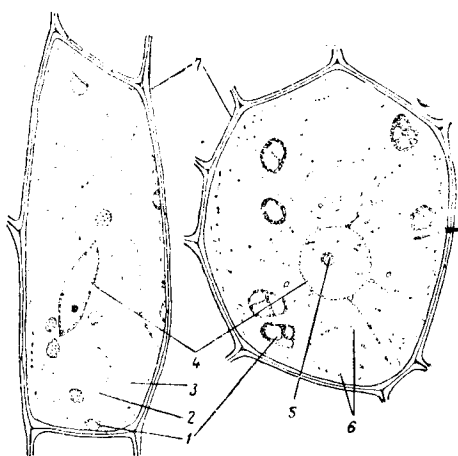
ნაწილს, ახასიათებს ყველა ძირითადი სასიცოცხლო ფუნქცია—გალიზიანება, მოძრაობა, კვება, ზრდა, გამრავლება და ა. შ.

პროტოპლაზმა უჯრედის ცოცხალი ნივთიერებაა და უფერული, გამჭვირვალე, წვრილმარცვლოვანი, ქიმიად-ლორწოიანი სითხეა. იგი რთულ ნივთიერებათა კომპლექსისაგან შედგება და 80% და მეტ წყალს შეიცავს.

პროტოპლაზმის შედგენილობა ლაბორატორიულ პირობებში, ქიმიური ანალიზის შედეგად შეიძლება მხოლოდ მიახლოებით დადგინდეს, ვინაიდან ქიმიური ანალიზის დროს გარსებიდან პროტოპლასტის დაცილება და პროტოპლაზმიდან დანარჩენი ორგანოიდების გამოჯენა ტექნიკურად ძნელია. პროტოპლაზმის მშრალი ნივთიერების მნიშვნელოვან პროცენტს ცილოვანი ნივთიერება შეადგენს. უჯრედის ცილოვანი ნივთიერება რომ სასიცოცხლო მოვლენების საფუძველია, ამას ადასტურებს ფ. ენგელსის განმარტება სიცოცხლის შესახებ. სიცოცხლე არის ცილოვანი ნივთიერებების არსებობის ფორმა, რომლის არსებითი ნიშანია მათ გარემომცველ ბუნებასთან ნივთიერებათა მუდმივი გაცვლა-გამოცვლა. ამ მიმოცვლის შეწყვეტისთანავე წყდება სიცოცხლეც, რისი შედეგიც არის ცილების დაშლა.

ცილოვანი ნივთიერებები რთული შედგენილობისაა, მათში შედის 55%-მდე ნახშირბადი, 19—24%-მდე ჟანგბადი, 15—20%-მდე აზოტი, 6,5—7,5%-მდე წყალბადი, 0,4—1,5%-მდე გოგირდი და 0,1—5%-მდე ფოსფორი.

პროტოპლაზმის ცილოვანი ნივთიერებანი 50—60° ტემპერატურის დროს განიცდის კოაგულაციას („კოაგულაცია“—შედება, ლათ.), რის შემდეგ პროტოპლაზმა და უჯრედის მთელი



სურ. 20. მცენარეული უჯრედი:

- 1—ქლოროპლასტი, 2—ციტოპლაზმა, 3—ვაკუოლი,
- 4—ბირთვი, 5—ბირთვაკი, 6—მიტოქონდრიები,
- 7—გარსი.

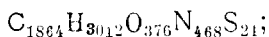
შიგთავსი კვდება. ცილების ასეთ შედეგებას ეწოდება აგრეთვე ცილების დენატურაცია, რომელიც შებრუნებული პროცესია და მიმდინარეობს სხვა ფაქტორების ზეგავლენითაც. ზოგიერთი უმაღლესი მცენარის პროტოპლაზმის ცილოვანი ნივთიერებები 50—60°C ტემპერატურას კარგად არიან შეგუებული. ზოგი ბაქტერიის სიცოცხლისუნარიანობა 70—80 და მეტი ტემპერატურის დროსაც არ ეცემა და ჩვეულებრივ მოვლენად ითვლება. მშრალ მდგომარეობაში პროტოპლაზმა 100°-ზე მეტ ტემპერატურას იტანს; ასეთია უდაბლეს მცენარეთა სპორები და ზოგიერთი მცენარის თესლები.

პროტოპლაზმის ელემენტარული ანალიზის შედეგად გამოირკვა, რომ მის შედგენილობაში მონაწილეობენ შემდეგი ელემენტები: ნახშირბადი, ჟანგბადი, წყალბადი, აზოტი, კალციუმი, ფოსფორი, კალიუმი, გოგირდი და მიკროელემენტები: რკინა, მანგანუმი, ნატრიუმი, ქლორი, მაგნიუმი, სპილენძი, კობალტი, თუთია, ბრომი, იოდი (ზოგიერთ წყალმცენარეებში) და სხვა. ყველა ეს ელემენტი ერთიმეორესთან რთულ კავშირშია ან თავისუფალი იო-

ნების სახითაა. პროტოპლაზმაში წარმოდგენილია კოლოიდური ხასიათის ორგანული ნაერთები: ცილები, რიბონუკლეინის მჟავა და ლიპოიდები. აღინიშნა, რომ პროტოპლაზმა საშუალოდ შეიცავს 80% წყალს. კოლოიდების ნაწილაკები—მიცელები არ იხსნებიან წყალში, მაგრამ უკანასკნელის დიდ რაოდენობას შთანთქავენ თავიანთ ზედაპირზე, რამაც შეიძლება იმდენად დიდად გაზარდოს მიცელის მოცულობა, რომ მინის ჭურჭლის გასკდომაც კი გამოიწვიოს. ასეთ მოვლენასთან გვაქვს საქმე თესლების გაღვივებისას. პროტოპლაზმის მიცელებს აქვთ მოგრძო ფორმა, რომელთა ზედაპირი მცირე მოცულობის ფონზე საერთო ჯამში ძალიან დიდი გამოდის, რაც ხელს უწყობს ფერმენტების მოქმედების გაძლიერებას. მაგალითად, წყალმცენარეების უჯრედებში წყლის რაოდენობა გაცილებით მეტია.

ციტოპლაზმაში ცილების რაოდენობა საშუალოდ 12%-ია.

ცილები უჯრედის ჩიმიურ გარდაქმნათა მთავარი მამოძრავებელი ფაქტორია. ცილებს აქვთ უნარი შეიკავშირონ სხვადასხვა სახის მარტივი თუ რთული მოლეკულები და აწარმოონ მათი გადაჯგუფებანი. გადაჯგუფებათა კომბინაციების რიცხვი 2,5 სექტილიონამდე აღწევს. ამის გამო შეიძლება მარტივი ანალიზით შედარებით მსგავს უჯრედებთან გვექნოდეს საქმე, სინამდვილეში კი ისინი ერთიმეორისაგან საფუფელიანად განსხვავდებოდნენ, რაც, თავის მხრივ, მცენარის ფიზიოლოგიური ბუნების შემცველი შეიძლება გახდეს. ამით უნდა აიხსნას ის ფაქტი, რომ ერთი სახეობის მცენარეებში შეიძლება ვნახოთ ბიოქიმიურად სრულიად სხვადასხვა ტიპის ინდივიდები, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს სელექციაში ახალი ჯიშების გამოყვანისას და სხვა. მცენარეში არსებული ფერმენტები, რომლებიც დიდ როლს ასრულებენ უჯრედში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესებში, ასევე წარმოადგენენ ცილებს. ცილის ემპირიული ფორმულაა:

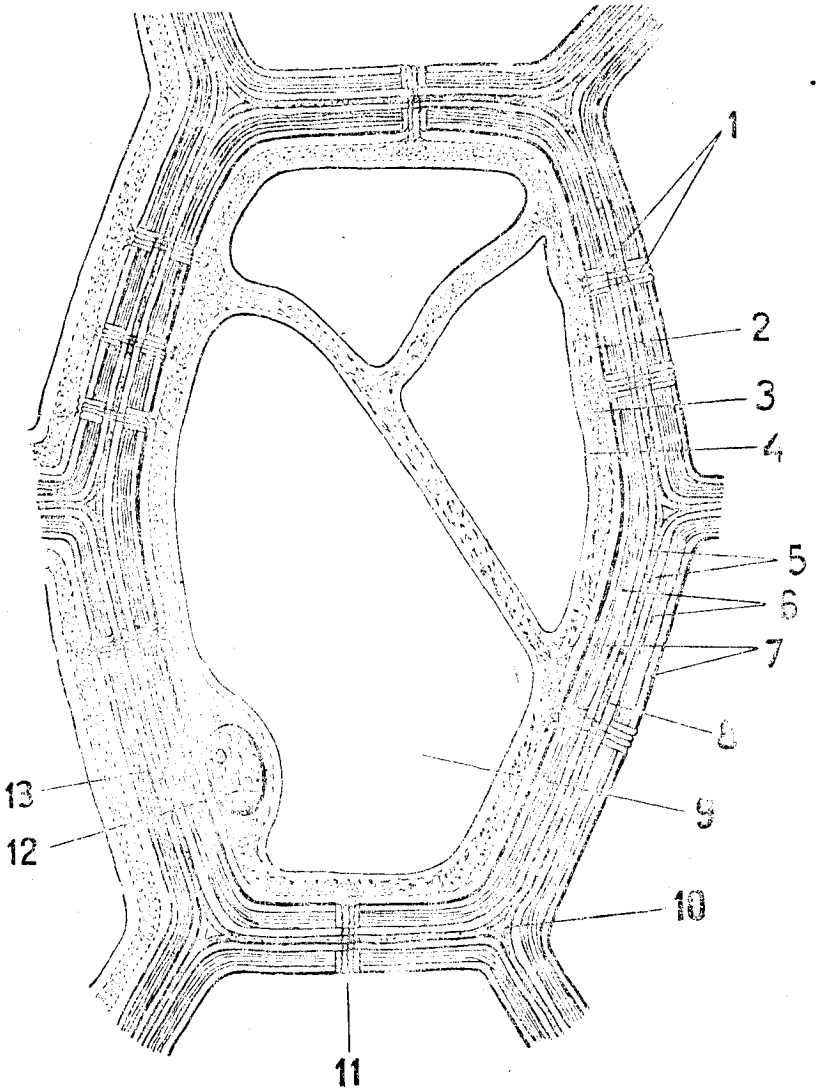


დიდი როლი ეკისრებათ ნუკლეინის მჟავებს. მათი რაოდენობა ციტოპლაზმაში აღწევს საშუალოდ 2%-ს. ისინი შეიცავენ ნახშირბადს, ჟინგბადს, წყალბადსა და ფოსფორს. ეს ნივთიერებანი პირველად აღმოაჩინეს ბირთვში (nucleus); მას მჟავე რეაქცია აქვს. არსებობს ნუკლეინის მჟავების მრავალი სახე, რომელთაგან გამოკვეთილად ცნობილია ორი: რიბონუკლეინის მჟავა (რნმ) და დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავა (დნმ). ამათგან ციტოპლაზმა შეიცავს პირველს.

პროტოპლაზმაში, ცილებთან ერთად, მონაწილეობენ ფოსფორშენცველი ცხიმმჟავარი ნივთიერებები—ლიპოიდები. ლიპოიდების მოქმედებით განისაზღვრება პროტოპლაზმის შელწვეადობა და პროტოპლაზმაში სხვადასხვა ნივთიერების განაწილება.

ლიპოიდები აგრეთვე აძლიერებენ პროტოპლაზმის ზედაპირულ დაჭიმულობას ან მოლეკულურ მიზიდულობას, ადსორბციას („ად“-ზე, თან, „სორბეო“—ვშთანთქავ, ლათ.).

პროტოპლაზმის ძირითადი მასა შედგება წვრილი მარცვლებისაგან, რომელთაც მიკროსომები („მიკროს“—პატარა, „სომა“—სხეული, ბერძნ.) ეწოდება; მიკროსომები ხან მეტი, ხან კი ნაკლები რაოდენობითაა და ამის მიხედვით პროტოპლაზმა მარცვლოვანია (მიკროსკოპში, განსაკუთრებით დი-



სურ. 21. მცენარეული უჯრედის სქემა.

1—პლაზმოდესმები; 2—პლაზმოლემა; 3—მეზოპლაზმა; 4—ტონოპლასტი; 5—პირველადი გარსი; 6—მეორადი გარსი; 7—მესამედი გარსი; 8—უჯრედშორისი ნივთიერება; 9—ვაკუოლი; 10—უჯრედშორისი სივრცე; 11—მარტივი ფორმა; 12—ბირთვი; 13—ბირთვანი.

დი გადიდების დროს (ზრდადამთავრებულ უჯრედში) პროტოპლაზმის სამი შრე გამოიყოფა (სურ. 21):

1) პროტოპლაზმის გარეთა შრე (მემბრანა), რომელიც უშუალოდ უჯრედის გარსს ეკვრის—პლაზმალემა („ლემა“—ნაჭუჭი, კანი. ბერძ.). პლაზმალემა მეტ ლიბოიდებს და მცირე რაოდენობით ცილოვან ნივთიერებებს შეიცავს. იგი სტრუქტურით აპკისებრია, რომელშიაც წყლისა და მასში გახსნილი სხვადასხვა ნივთიერების გატარება ძნელად ხდება.

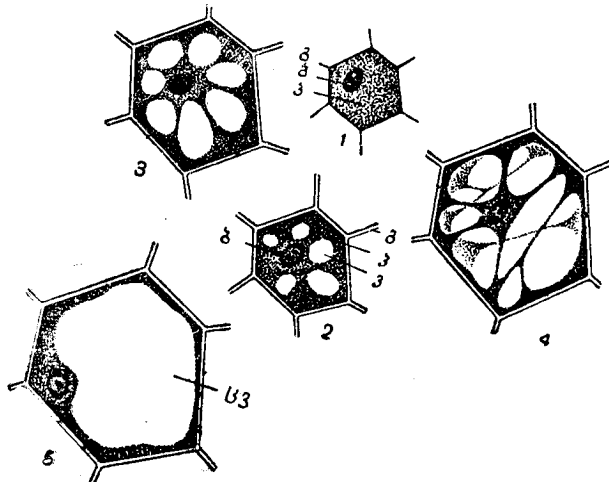
2) პროტოპლაზმის შიგნითა შრე, რომელიც ვაკუოლს ესაზღვრება,—ტონოპლასტი („ტონოს“—დაჭიმული, ბერძ.). ტონოპლასტი ლიბოიდების ორმაგ შრეს შეიცავს და გახსნილ ნივთიერებათა გაცილებით ნაკლებგანტარება, ვიდრე პლაზმალემა.

3) პროტოპლაზმის შუა, ძირითადი შრე მეზოპლაზმა („მეზოს“—შუა, ბერძ.). მეზოპლაზმა წვრილმარცვლოვანი შრეა. იგი მდიდარია ცილოვანი ნივთიერებებით და ლარბია ლიბოიდებით. მეზოპლაზმა წყლისა და მასში გახსნილი ნივთიერებების მეტი გამტარუნარიანობით ხასიათდება, ვიდრე პლაზმალემა და ტონოპლასტი. პლაზმალემა და ტონოპლასტი დიდ გამძლეობას ამჟღავნებენ უჯრედის შინაგანი მოვლენების მიმართ, ვიდრე მეზოპლაზმა. მეზოპლაზმის მეშვეობით ხდება უჯრედში ნივთიერებათა შესვლა-გამოსვლა.

პროტოპლაზმის ცხოველმოქმედების შედეგად უჯრედში გამოიყოფა სითხე, რომელიც პროტოპლაზმას არ შეეკრება. ამ სითხეს უჯრედის წვენი ეწოდება. უჯრედის წვენი გარედან შემოფარგლულია პროტოპლაზმის მინისებრი აპკით. უჯრედში იმ ადგილს, სადაც უჯრედის წვენია მოთავსებული, ვაკუოლი ეწოდება.)

ზრდადამთავრებულ, ახალგაზრდა უჯრედში ძალიან წვრილი მომრგვალო, ზოგჯერ მოგრძო ვაკუოლებია, რომლებიც უჯრედის ზრდის შესაბამისად ერთდებ-

იან და უფრო დიდი ზომის ვაკუოლებს ქმნიან. ხშირად უჯრედში ერთი დიდი ცენტრალური ვაკუოლი იქმნება (სურ. 22). უჯრედის წვენი გახსნილი ნივთიერებები ქმნიან ამ წვენის გარკვეულ კონცენტრაციას და განაპირობებენ გარემოდან წყლის შეწოვას. ამის შედეგად უჯრედის წვენის რაოდენობა იზრდება, რაც იწვევს ჰიდროსტატიკური წნევის განვითარებას უჯრედში.



სურ. 22. უჯრედის განვითარების სქემა.

1—ემბრიონალური სტადია: გ—გარსი, პ—პროტოპლაზმა, ბ—ძირითვი ზირთჯკით; 2—ვაკუოლის წარმოქმნა (გ); 3—ვაკუოლი დიდდება და მატულობს; 4—ვაკუოლები ერთდებიან და პროტოპლაზმის ნაწილი ქმნის ჭიებს; 5—ვაკუოლები შეერთდნენ ერთ ცენტრალურ ვაკუოლად (ცვ).

ჰიდროსტატიკური წნევის შედეგად

პროტოპლაზმა იჭიმება და აწევს გარსს, რომელიც, თავის მხრივ, ასევე დაჭიმულ მდგომარეობას ღებულობს.

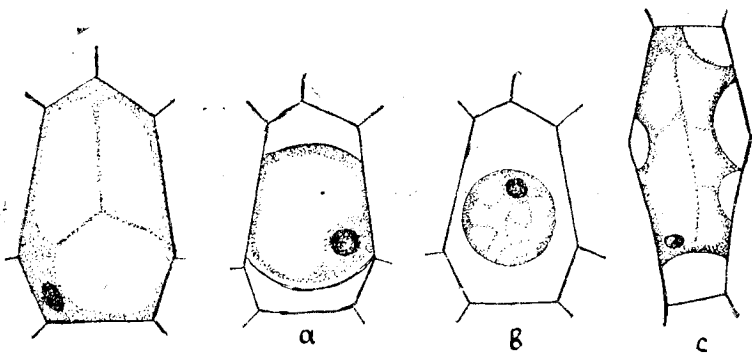
უჯრედის დაჭიმულ მდგომარეობას ტურგორი ეწოდება („ტურგორე“—გაქვინა, ლათინ.).

უჯრედში წყლის შესვლის პროცესი, რომელშიც დიდ როლს ოსმოსური წნევა ასრულებს, დამოკიდებულია უჯრედის შემწოვ ძალაზე. უჯრედის შემწოვი ძალა ტურგორისა და ოსმოსური წნევის არსებული სხვაობის დროს წარმოიქმნება. უჯრედში წყლის შესვლა უფრო ძლიერია მაშინ, როდესაც შემწოვი ძალა დიდია.

პროტოპლაზმას ახასიათებს შერჩევითი ქონვადობა, რაც ხსნარიდან მხოლოდ გამხსნელის თავისუფლად გატარებაში გამოიხატება.

ესევე ცოცხალ უჯრედზე ოსმოსურად მოქმედი ნივთიერებით, მაგალითად შაქრის ან სხვადასხვა მარილის ხსნარით ვიმოქმედებთ და რომელიმე ამ ხსნარის კონცენტრაცია უფრო მაღალი იქნება უჯრედის წვეწვანის კონცენტრაციაზე, მაშინ შესაძლებელია გამოვიწვიოთ პროტოპლაზმის უჯრედის კედლები-საგან ჩამოშორება და მისი შეკუმშვა. ამ დროს ხსნარი შედის მხოლოდ უჯრედის გარეში და შიგნით ღრმად ვერ აღწევს. გარე ხსნარი უჯრედის ვაკუოლიდან შეიწოვს წყალს. წყლიდან განთავისუფლებული ვაკუოლი ზომით პატარავდება და პროტოპლაზმასთან ერთად მოცულობაში მცირდება. პროტოპლაზმა უჯრედის კედლებს სცილდება და ამ მოვლენას პლაზმოლიზი ეწოდება (სურ. 23).

პლაზმოლიზის უნარი ბევრადაა დამოკიდებული უჯრედის ხნოვანებაზე.



სურ. 23. პლაზმოლიზი. ამოხეილი. ჩახეილი.

ახალგაზრდა მოზარდი უჯრედების პროტოპლაზმის სიბლანტე გაცილებით დიდია და ამ დროს იგი მჭიდროდ ეკვრის გარსს, ხოლო ზრდა-დამთავრებული უჯრედის პროტოპლაზმის სიბლანტე მცირეა და ადვილად სცილდება გარსის კედლებს, ე. ი. პლაზმოლიზის სრული პროცესი სწრაფად მიმდინარეობს. პლაზმოლიზის ისეთ ფორმას, როცა შეკუმშულ პროტოპლაზმას ამობურცული ფორმა აქვს მიღებული, ამოხეილი პლაზმოლიზი ეწოდება (სურ. 23).

როცა პროტოპლაზმა გარსს არათანაბრად სცილდება და იგი პლაზმური ჰიმებით დაკავშირებულია გარსთან, ასეთ პლაზმოლიზს ჩახეილი პლაზმოლიზი ეწოდება (სურ. 23).

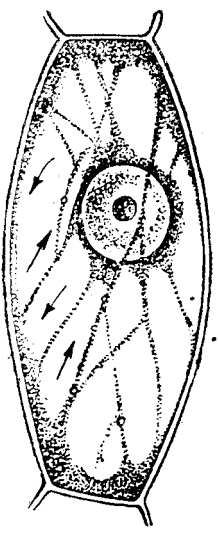
პლაზმოლიზებული უჯრედის წყლის ხსნარში მოთავსებისას წყლის ხელახალი შეწოვით პლაზმა იღებს ისევ ძველ ფორმას და მოცულობას, პროტოპლაზმა ისევ გარსს მიეკვრის. იმ მოვლენას, როცა პროტოპლაზმა პირვან-

დელ მდგომარეობას უბრუნდება პლანმოლიზის შემდეგ, დეპლანმოლიზი ეწოდება.]

ნაღალ სიცოცხლისუნარიან უჯრედებში ხშირი პლანმოლიზისა და დეპლანმოლიზის შედეგად (არაშხამიანი ხსნარების შემთხვევაში) უჯრედი ცოცხალი რჩება, ხოლო დაბალ სიცოცხლისუნარიან უჯრედებში პლანმოლიზის დროს პროტოპლაზმა ადვილად ზიანდება და კვდება. უჯრედის ცხოველმოქმედების ხარისხის დასადგენად მიმართავენ პლანმოლიზისა და დეპლანმოლიზის განმომწვევ საშუალებებს. იმავე პლანმოლიზით შეიძლება დავადგინოთ უჯრედის წვენიც კონცენტრაცია.

პროტოპლაზმის მოძრაობა. პროტოპლაზმის სიცოცხლისუნარიანობაზე ლაპარაკობს მასი ერთ-ერთი დამახასიათებელი თვისება—უგარსო პროტოპლასტური ორგანიზმების მოძრაობა. ქლოროფიანი სოკოების (მიქსომიციტების) მაგალითი საუკეთესოა იმის დასადგენად, რომ პროტოპლაზმა მოძრაობს. ამ შემთხვევაში შიშველი პლანმოლიუმში ამებასებრად მოძრაობს. ასევე, მხოლოდ მეტი ინტენსივობით, მოძრაობენ უდაბლეს მცენარეთა ზოოსპორები, გამეტები და სპერმატოზოიდები, რომლებიც მოძრაობენ პროტოპლაზმის გამონაზარდებით, ე. წ. შოლტებით.

გარსიან ცოცხალ უჯრედებში განასხვავებენ პროტოპლაზმის ორგვარ მოძრაობას—პირველადს და მეორადს. პირველადი მოძრაობა ისეთი მოძრაობაა, რომელიც დაუზიანებელ უჯრედში ხდება, ხოლო მეორადი მოძრაობა ხდება იმ შემთხვევაში, როცა პროტოპლაზმა ხელოვნური ზემოქმედების შედეგად ვალიზანებულ მდგომარეობაშია. პლანმოლიზის კარგი მაგალითი ჭორტანას *Tradescantia* (სურ. 24) სამტვრე ძაფის ბეწვების უჯრედებია.]



სურ. 24.

პროტოპლაზმის ნაკადისებური მოძრაობა ჭორტანას ბეწვის უჯრედში.

მიკროსკოპით დიდი გადიდებისას შესაძლებელია შევამჩნიოთ, რომ პროტოპლაზმა მოძრაობს სხვადასხვა მიმართულებით—მრავალი წვრილი ნაკადის სახით. ასეთი მოძრაობის დროს პროტოპლაზმა კედლურია და ჭიმებით ცენტრალურ ვაკუოლს კვეთს, დროგამოშვებით ესა თუ ის ნაკადი მიმართულებას იცვლის. წვრილი ნაკადების სახით პროტოპლაზმის მოძრაობას ნაკადისებრი მოძრაობა (ციოკულაცია) ეწოდება. (ნაკადისებრი მოძრაობა შეიძლება შევამჩნიოთ აგრეთვე გოგრის ყლორტის ბეწვის უჯრედებში, ვალისნერიას *Vallisneria* (სურ. 25) და ელოდეას (*Elodea*) ფოთლებში. მიკროსკოპის ქვეშ შეიმჩნევა, თითქოს უჯრედში ბირთვი და ქლოროპლასტები მოძრაობენ, მაგრამ დაკვირვების შედეგად აშკარა ხდება, რომ მოძრაობს პროტოპლაზმა, რომელსაც მოძრაობაში მოჰყავს ბირთვი და პლასტიდები.) პროტოპლაზმა მოძრაობს ერთი მიმართულებით, გარსის გასწვრივ, ცენტრალური ვაკუოლის გარშემო.

ამ მოძრაობას ბრუნვითი (როტაციული) მოძრაობა ეწოდება.

ბირთვი. ბირთვი, პროტოპლაზმასთან ერთად, უჯრედის ძირითადი ნაწილი—ორგანოიდი. მიუხედავად იმისა, რომ ბირთვი ყოველთვის პროტო-

პლაზმაშია მოქცეული, მისგან მაინც მკვეთრადაა გამოყოფილი. უჯრედში ერთი ბირთვია ან მრავალი. უმეტესად ერთბირთვიანი უჯრედები სჭარბობენ, თუმცა საკმაო რაოდენობითაა წარმოდგენილი მრავალბირთვიანი უჯრედები — როგორც უმადლეს, ისე უდაბლეს მცენარეებში.

ზოგიერთ მცენარეულ ორგანიზმში, ბაქტერიებსა და ლურჯ-მწვანე წყალ-მცენარეებში ტიპური ბირთვის მაგიერ არაფორმირებული ბირთვული (დიფუზური ბირთვები) სხეულაკებია.)

ბირთვს, როგორც ძირითად ელემენტს, უჯრედის ცხოველმოქმედებაში დიდი როლი ენიჭება. ბირთვში პროტოპლაზმის გზით შედის სხვადასხვა ნივთიერება, რის შემდეგ ხდება მათი ასიმილირება, გადამუშავება ისევე პროტოპლაზმაში გადასვლით. ბირთვში მიმდინარეობს ქანკვა-აღდგენითი პროცესები.

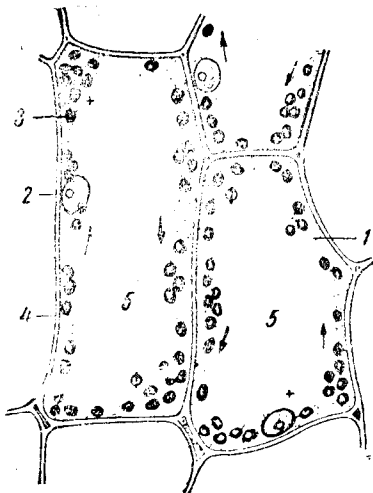
ბირთვს აქვს ოთხი ნაწილი: ბირთვის გარსი, ნუკლეოლაზმა, ქრომოსომები, ბირთვაკები.

ბირთვის გარსი ძალიან სხელი, ორშრიანი ფენაა, რომელიც პროტოპლაზმის მემარანგივით ნახევრად გამტარი თვისებებისაა. გარსში ელექტრონული მიკროსკოპით შენიშნულია წვრილი ფორმები, რომლებითაც ხდება ციპლაზმისა და ბირთვის შიდა ნაწილების ურთიერთდაკავშირება.

ნუკლეოლაზმა (ქარიოლაზმა) — შეიცავს სხვადასხვა ტიპის, მალა-მოლექულური ხასიათის ცილებს.

ქრომოსომები — შეიცავენ დიდი რაოდენობით დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავას (დნმ), რომელიც დაკავშირებულია პროტეინებთან და რიბონუკლეინის მჟავასთან (რნმ). იმის გამო, რომ ქრომოსომის ნივთიერება ადვილად იფერება საღებავებით, მას ქრომატინს უწოდებენ. ქრომოსომები ბირთვის 25%-ია და მოსვენებულ მდგომარეობაში მათ გრძელი, დაგრებილი ან გორგლებად დახვეული ძაფების ფორმა აქვთ.)

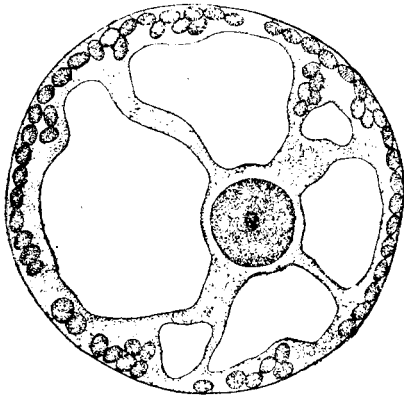
ბირთვაკები ბირთვში ერთი, ორი ან ზოგჯერ მეტი რაოდენობითაა. ისინი მომრგვალო სხეულებია და შეიცავენ რიბონუკლეინის მჟავას და სხვადასხვა ცილებს: ფოსფოპროტეიდებს, მარტივ და რთულ ცილებს. ბირთვაკების სხეულს გორგლისებრი, ძაფისებრი აგებულება აქვს, უკანასკნელი შეხედულებით ბირთვაკებში ბირთვის ცილების სინთეზი უნდა ხდებოდეს. ბირთვის ფორმა (მოყვანილობა) და ზომა სხვადასხვაა ერთი და იმავე მცენარის ორგანოების უჯრედებშიაც კი. უდაბლესი მცენარეების უჯრედებში ბირთვის ზომა მეტად მცირეა და რამდენიმე მიკრონით განისაზღვრება (მიკრონი 1 მმ-ის 0,001-ია). უმაღლეს მცენარეებში დიდი ზომის ბირთვებია, რომელთა ზომა ათეულ მიკრონს უდრის. მოყვანილობითაც ბირთვი მრავალნაირია: მრგვალი, წაგრძელებული (სურ. 26), ძაფისებრი, თითისტარისებრი, ვარსკვლავისებრი და ა. შ. უმეტესად კი ბირთვის მოყვანილობა მომრგვალოა.) ბირთვის მოყვანილობა (ფორმა)



სურ. 25. პროტოპლაზმის ბრუნვითი მოძრაობა ვალისნერიას ფოთლის უჯრედში.

ბევრად და დამოკიდებული უჯრედის ფორმაზე. ასე, მაგალითად, პარენქიმულ უჯრედებში ბირთვი ხშირად მრგვალია, პროზენქიმულში კი—მოგრძო ფორმისა.

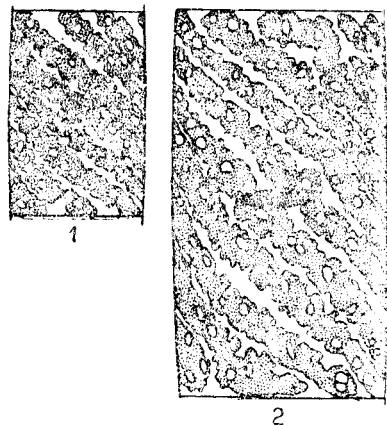
ბირთვი პროტოპლაზმაშია მოქცეული და არც ერთ შემთხვევაში (და ზიანების გარდა) ვაკუოლში არ გადადის. ბირთვის შესწავლა უმჯობესია-



სურ. 26. ცილინდრული უჯრედის განივი კრილი მრგვალი ბირთვით.

ხდებოდეს ცოცხალ უჯრედში, სადაც მას შენარჩუნებული აქვს თავისი დამახასიათებელი სტრუქტურა და თვისებები; უნდა აღინიშნოს, რომ ბირთვის გამოყოფა პროტოპლაზმიდან საკმაოდ ძნელია; ამიტომ ბირთვის სტრუქტურის, მისი ფიზიკურ-ქიმიური შედგენილობისა და ფიზიოლოგიური თვისებების შესასწავლად უმთავრესად დიქსირებულ, შეღებილ უჯრედებს იყენებენ. ბირთვის შესაღებად სხვადასხვა საღებავს ხმარობენ, როგორიცაა ჰემატოქსილინი (დელაფილდის), ფუქსინი და სხვა.

უჯრედის ფიქსაციისათვის განსაკუთრებით ფართოდ გამოყენებული ოსმიუმმჟავა და ფორმალინი. ასეთი ფიქსატორების მოქმედებით ფიქსირებული ბირთვი ცოცხალ ბირთვს ემსგავსება და უფრო იღებება, ვიდრე პროტოპლაზმა. უჯრედის ცხოველმოქმედებაში რომ ბირთვს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება, ამაზე მიგვითითებს ბევრი გამოკვლევა, უმთავრესად ი. გერასიმოვის შრომები. ი. გერასიმოვმა შეისწავლა ბირთვის როლი უჯრედში წყალმცენარე სპიროგირას მაგალითზე. მან უჯრედზე დაბალი ტემპერატურის მოქმედებით გამოიწვია მისი არანორმალური დაყოფა, რის შედეგად მიიღო ერთი უბირთვო უჯრედი, ხოლო მეორე—ორი ბირთვისაგან შერწყმული დიპლოიდური, ბირთვიანი უჯრედი (სურ. 27). უბირთვო უჯრედმა ჯერ გარსი განივითარა, მაგრამ შემდეგ თანდათანობით შეწყვიტა ყოველგვარი სასიცოცხლო პროცესი. ორბირთვიანმა უჯრედმა კი მეტი ზრდისა და სიცოცხლის უნარი გამოამჟღავნა. ბირთვი პროტოპლაზმის გარეშე თანდათანობით კარგავს ცხოველმოქმედებას, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, იგი მეტი გამძლეობით ხასიათდება, ვიდრე პროტოპლაზმა. ბირთვი უჯრედის ყველა სასიცოცხლო პროცესში მონაწილეობს, განსაკუთრებით მისი როლი გამრავლების პროცესში ჩანს. უჯრედის გამრავლება უმთავრესად ბირთვისა და პროტოპლაზმის დაყოფის პროცესია.



სურ. 27. ი. გერასიმოვის ცლა Spirogyra-ს (სპიროგირა) უჯრედზე 1—უბირთვო; 2—დიპლოიდური ბირთვიანი უჯრედი.

ბირთვის დაყოფა. უჯრედის დაყოფის ტიპები შეისწავლეს რუსმა მეცნიერებმა (ო. ჩისტიაკოვმა, კ. ბელიაევმა, ი. გერასიმოვმა, ა. მაკაროვმა და სხვ.). როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ბირთვი ფიზიკურ-ქიმიური სტრუქტურითა და ქიმიური შედგენილობით პროტოპლაზმაშია, მაგრამ იგი მაინც მისი თავისებურებებით გამოირჩევა, რაც იმაში გამოიხატება, რომ ბირთვი წარმოქმნება ბირთვისაგან დაყოფის გზით და არა პროტოპლაზმისაგან. ბირთვის დაყოფა ორი სახისაა:

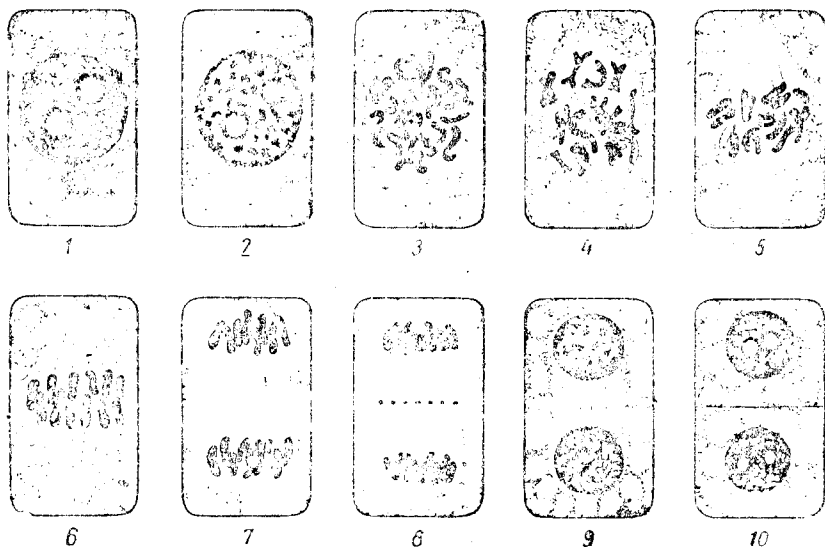
1) პირდაპირი, ანუ ამიტოზი და 2) არაპირდაპირი, ანუ კარიოკინეზი (მიტოზი).

პირდაპირი დაყოფა, ანუ ამიტოზი („ა“—უარყოფის ნაწილაკი, „მიტოს“—ძაფი, ბერძნ.).

პირდაპირი დაყოფის წინ უჯრედში ბირთვი ჯერ გრძელდება, შემდეგ გადაიჭიმება და ორ თანაბარ ან უთანაბრო ნაწილად გაიყოფა. ბირთვის დაყოფასთან ერთად პროტოპლაზმაც განივი ტიხრების წარმოქმნით ორად იყოფა, რასაც საბოლოოდ მთელი უჯრედის გაყოფა მოსდევს. პირდაპირი დაყოფა მცენარეში ნაკლებ გავრცელებული სახეა, გაყოფის ასეთ სახეს ადგილი აქვს, მაგ., წყალმცენარე ხარას (Chara) მუხლთშორისების უჯრედებში, კორტანასა და სხვა მცენარეების ხნიერ უჯრედებში; იგი ხშირი მოვლენაა ბაქტერიებშიც.

კარიოკინეზი („კარიონ“—ბირთვი, „კინეზის“—მოძრაობა, ბერძნ.), ანუ მიტოზი აღწერა რუსმა მეცნიერმა ი. ჩისტიაკოვმა (1871—1874) (სურ. 28)]

მანვე ბირთვის დაყოფის სტადიაში შენიშნა ქრომატინის მარცვლების



სურ. 28. კარიოკინეზი (მიტოზი).

1—ენტერკინეტიკული ბირთვი; 2—3—პროფაზა; 4—5—მეტაფაზა; 6—7—ანაფაზა; 8—9—ტელოფაზა; 10—უჯრედის დაყოფა.

უმცირესი ნაწილაკები—ქრომოსომები. ერთი წლის შემდეგ, 1875 წელს, ე. სტრასბურგერმა, ჩისტიაკოვისაგან დამოუკიდებლად, შენიშნა ქრომოსომები და უფრო გააღრმავა კარიოკინეზის შესწავლა. ქრომოსომი მცენარეული უჯ-
3. ა. ლორთქიფანიძე

რედის ბირთვას სტრუქტურული ელემენტი და მას უჯრედის ცხოველმოქმედებაში არსებითი მნიშვნელობა აქვს. უჯრედის სხვა ძირითად ნაწილებთან ერთად (პროტოპლაზმა, პლასტიდები) ქრომოსომები მემკვიდრული ნიშნების მატარებელი ელემენტებია.

ქრომოსომები ძლიერი სხივტების უნარს ამჟღავნებენ და კოლოიდური ბუნებით ხასიათდებიან. ფუძიანი საღებავებით ინტენსიურად შეღებვის უნარის გამო გერმანელმა მეცნიერმა ვ. ვალდერიერმა მას უწოდა ქრომოსომი, რაც ბერძნული სიტყვისაგან წარმოდგება („ქრომა“—საღებავი, ფერი, „სომა“—სხეული). ქრომოსომები ბირთვის საერთო მასის 25%-ს შეადგენენ და თითქმის ავსებენ ბირთვს: ქრომოსომის საშუალო მოცულობა 1³ მიკრონს უდრის.

მემკვიდრული თვისებების გადაცემაში (თაობიდან თაობაში) მთავარია დნმ. ქრომოსომის ფორმა სხვადასხვა მცენარეში სხვადასხვაა. თუმცა, მეტწილად ძაფისებრი ფორმა აქვთ და ხშირად მოღუნული და დაგროვილი არიან. მათი რიცხვიც სხვადასხვაა მცენარის სახეობის მიხედვით. თითოეული სახეობისათვის ქრომოსომების ფორმა და რიცხვი სპეციფიკური ღვისებაა, რასაც სისტემატიკოსები იყენებენ, როგორც ერთ-ერთ ნიშანს მცენარეთა კლასიფიკაციის დროს. ქრომოსომები გენერაციული უჯრედის მომწიფებისა და განაყოფიერების დროს უზრუნველყოფენ უჯრედთა თანმიმდევრულ თაობათა და აგრეთვე ორგანიზმთა თაობების მორიგეობას. რის გამო შეიქმნა აზრი, რომ ქრომოსომები მემკვიდრეობის მატერიალური საფუძველია.

ქრომოსომთა ერთობლიობას უჯრედში, ჩვეულებრივ ქრომოსომთა ნაკრებს—კომპლექსს უწოდებენ და აქედან ორ მთავარ ტიპს გააანსხვავებენ: 1. ერთმაგს, ანუ პაპლოიდურს—გენერაციულ უჯრედებში (გამეტოციტში) და 2) ორმაგს, ანუ დიპლოიდურს—სომატურ უჯრედებში (სპოროციტში). რომელიც ორ მსგავს (პოპოლოგ) დედისეულ და მამისეულ ქრომოსომებს შეიცავს.

შემდგომი გამოკვლევებით XX საუკუნის დასაწყისში ქრომოსომთა ნაკრებში აღმოჩნდა ე. წ. სასქესო ქრომოსომი X ქრომოსომის სახელწოდებით. ეს X ქრომოსომი ამერიკელი მეცნიერის—უ. სიეტონისა და სხვათა გამოკვლევების შედეგად შეიქმნა მემკვიდრეობის ქრომოსომური თეორიის შემუშავების საფუძველზე.

მრავალი გამოკვლევის საფუძველზე (ს. ნავაშინი, ლ. დელინი, ი. სოკოლოვი, უ. ტეილორი, ს. დარლინგტონი, კ. ბელარი და სხვ.) დღემდე გამოვლენილია ქრომოსომის აგებულების თავისებურებანი, მისი ქცევა მიტოზის პროცესში და ცვლილებანი ორგანიზმთა ონთოგენეზსა და ფილოგენეზში.

არჩევნ (პირობით) კარიოკინეზის 4 ფაზას: 1) პროფაზას, 2) მეტაფაზას, 3) ანაფაზას და 4) ტელოფაზას.

1. პროფაზას („პრო“—წინა, „ფაზა“—გამოქვლავება, ბერძნ.) დასაწყისში ძაფისებრი ფორმის ქრომოსომები მსხვილდებიან, მოკლდებიან და ქმნიან მჭიდრო გორგალს, რომელიც თანდათანობით ფაზარი ხდება. ბირთვის ქრომატინის ნივთიერებებიდან საბოლოოდ ქრომოსომები წარმოიშობა. ნაწილობრივ დაშლილი ბირთვი კარგავს თავის ძველ მდგომარეობას და მისი მასიდან ქრომოსომებთან ერთად ბირთვის წვენი წარმოიქმნება. შემდეგ კი ბირთვის დაშლა გრძელდება და უჯრედის ორ პოლუსზე იქმნება ე. წ. პოლა-

რული ჩაჩები, ხოლო მისი ბირთვები იშლებიან და ქრებიან. პროფაზის ბოლოს ქრომოსომები უწყსრიგოდაა გაბნეული.

2. მეტაფაზის („მეტა“—შემდეგ, ბერძნ.) წინ უწყსრიგოდ გაბნეული ქრომოსომები უჯრედის ეკვატორულ სიბრტყეზე წესიერად ლაგდებიან. ამ დროს ქრომოსომები მოხრილია ნალისებრად და ვარსკვლავისებრ ფორმას იღებენ. მოხრილი მხარე უჯრედის ცენტრისაკენაა მიმართული, ხოლო ბოლოები—პოლუსებისაკენ. პოლუსებთან ორნაირი პროტოპლაზმური ძაფები იქმნება. ამ ძაფების ერთი წყება ერთი პოლუსიდან მეორე პოლუსამდე გასდევს და მთლიან ძაფს წარმოადგენს; ეს ძაფები შუაში ისეა მოხრილი, რომ თითისტარისებრ ფორმას ქმნიან. ძაფების მეორე წყება პოლუსებიდან მხოლოდ ქრომოსომებამდე მიდის და მოლუნულ ადგილებში ეჭობა ქრომოსომებს. მეტაფაზის დასასრულს ქრომოსომები სიგრძეზე ორად იყოფიან, რაც მათი ზემოცველი ნუკლეოპროტეიდების სიგრძივი განლაგებითაა გამოწვეული.

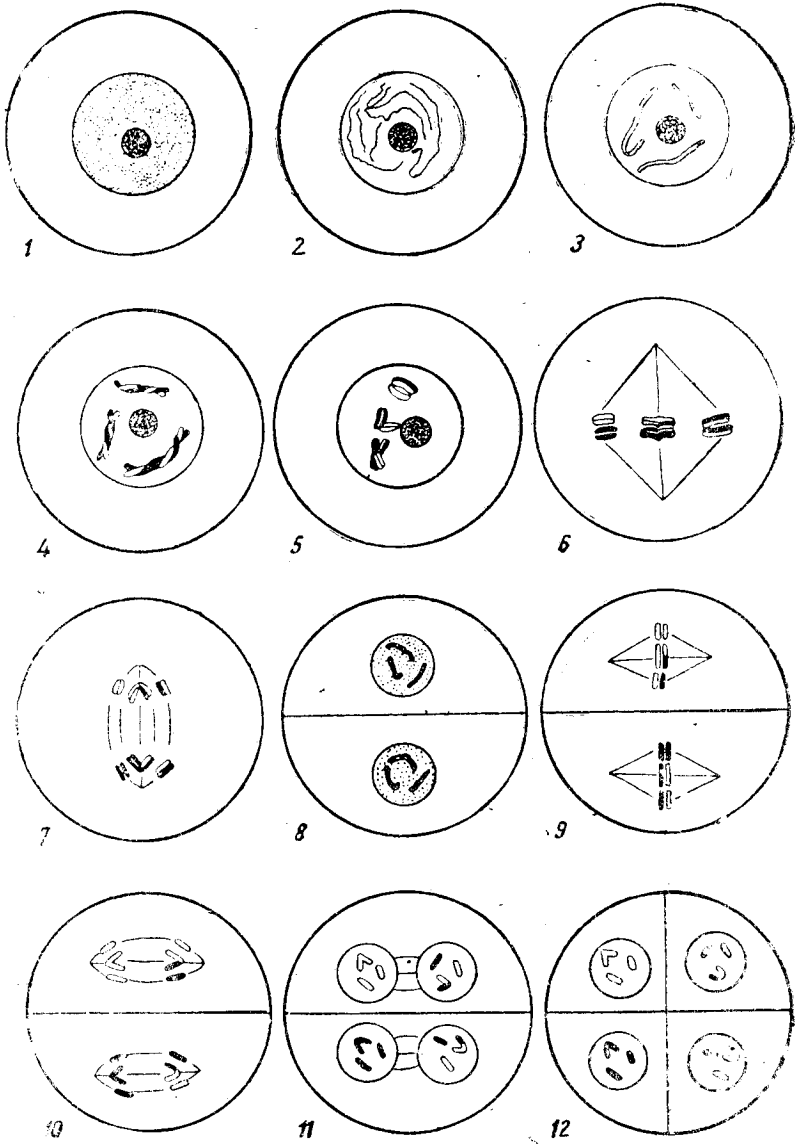
3. ანაფაზის („ანა“—ზევით, ბერძნ.) დროს სიგრძეზე გაყოფილ ქრომოსომთა ნახევრები უჯრედის პოლუსებისაკენ მიემართებიან და თითოეული ნახევრებით ერთმანეთს ეჭობებიან, რასაც ხელს უწყობს ქრომოსომებისაკენ მიმართული ძაფები.

4. ტელოფაზის („ტელოს“—ბოლო, ბერძნ.) დასაწყისშივე თითოეულ პოლუსში ქრომოსომების ნახევრები მჭიდროდ შეერთდებიან ერთმანეთს და ახალ ბირთვებს წარმოშობენ; პოლარული ბირთვების წარმოშობასთან ერთად ქრომოსომები იშლებიან. ამის შემდეგ უჯრედის ეკვატორულ ნაწილზე იქმნება უჯრედის გადამტიხრავი გარსი, რომლითაც დასაწყისი ეძლევა ორი ახალი უჯრედის წარმოქმნას. ამით მთავრდება კარიოკინეზის პროცესი. ბირთვის კარიოკინეზული დაყოფა ფართოდაა გავრცელებული მცენარეებში.

სპორებისა და სასქესო უჯრედების წარმოქმნის წინ, როგორც წესი, ადგილი აქვს ე. წ. რედუქციულ დაყოფას (სურ. 29).

რედუქციული („რედუქციო“—შემცირება, უკან დაბრუნება, ლათინ.) დაყოფის, ანუ მეიოზის („მეიოზ“—მცირე, ბერძნ.) პროცესის აღმოჩენა და შესწავლა რუს ბოტანიკოს ვ. ი. ბელიაევს ეკუთვნის (1894 წ.). რედუქციული დაყოფა უშუალო კავშირშია სქესობრივ გამრავლებასთან. სქესობრივი პროცესი ორი სასქესო უჯრედის—გამეტების შერწყმაა.

მცენარის ვეგეტაციურ უჯრედთა კარიოკინეზური დაყოფის ვარსკვლავა საფეხურზე ბირთვში გამოიკვეთება ქრომოსომთა გარკვეული რაოდენობა. ეს რაოდენობა არის მუდმივი დამახასიათებელი რიცხვი მოცემული სახეობის მცენარის ყველა უჯრედისათვის. ზრდის პროცესში რამდენჯერაც არ უნდა მოხდეს უჯრედების კარიოკინეზურად დაყოფა—ყოველ ახალ უჯრედში იქნება ერთი და იგივე რაოდენობის ქრომოსომიანი ბირთვები. მცენარის ყვავილობისას სასქესო ორგანოებში (სამტვრე პარკი, ბუტკო) წარმოიშობა განსაკუთრებული უჯრედები, ე. წ. სასქესო უჯრედები—გამეტები (გენერაციული უჯრედი, კვერცხუჯრედი), რომელთა ბირთვში ქრომოსომთა რაოდენობა რიცხობრივად განახევრებულია. განაყოფიერების დროს ორი (დედისა და მამის) გამეტის შეერთებისას ადგილი აქვს ახალი ტიპის უჯრედის—ზიგოტის (განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი) მიღებას ბირთვში გაორკეცებული რაოდენობის ქრომოსომებით. ესე იგი, აღდგება პირვანდელი რიცხვი ბირთვის



სურ. 29. ბირთვის რედუქციული დაყოფა (მეიოზისი). სქემა.

- 1—დედა უჯრედი; 2—5—პირველი დაყოფის პროფაზა; 6—8—პირველი დაყოფის მეტაფაზა; 9—მეორე დაყოფის მეტაფაზა; 10—მეორე დაყოფის ანაფაზა; 11—ტელოფაზა; 12—ტეტრაღების წარმოქმნა.

ქრომოსომებისა იმ განსხვავებით, რომ ზიგოტის ბირთვში მოცემულია მამისა და დედის ნიშნები.

სასქესო უჯრედის წარმოქმნისას, რომ წინასწარ არ ხდებოდა ქრომოსომთა რიცხვის შემცირება-განახვერება, ყოველი მომდევნო განაყოფიერებისას ზიგოტაში მიიღებოდა ქრომოსომთა რიცხვის არითმეტული პროგრესიით გაზრდა. ასე რომ, თუ საწყის მცენარეს ბირთვში ჰქონდა 42 ქრომოსომი, სქესობრივი უჯრედების შეერთებით მიიღებოდა ახალი თაობა ბირ-

თეში 84 ქრომოსომით, შემდგომ მოდგმაში იქნებოდა 168, შემდეგ 336 და ასე ამგვარად დაუსრულებლად. ეს შეუძლებელია, რადგან მაშინ ქრომოსომთა რიცხვი აღარ იქნებოდა მემკვიდრული ნიშანი. ბუნებაში არ არსებობს ზღაპრული რაოდენობის მქონე ქრომოსომიანი ბირთვიანი უჯრედი. სინამდვილეში, უმეტესად განაყოფიერების წინ ან უფრო ადრე სასქესო უჯრედების წარმოქმნაში ორგანიზმში ადგილი აქვს უჯრედის ისეთი ხასიათის დაყოფას, რომლის დროსაც მიიღება ორი უჯრედი—ქრომოსომების განახევრებული რაოდენობით თითოეულში. მაგალითად, თუ მცენარის ყველა უჯრედში 42 ქრომოსომიანი ბირთვია, სქესობრივი უჯრედების ბირთვებში იქნება 21 ქრომოსომა. ასეთ დაყოფას უწოდებენ რედუქციულს, ანუ მეიოზისს. რედუქციული დაყოფის შედეგად მიღებული უჯრედები იქნება სასქესო უჯრედები—გამეტები. ამგვარად, სასქესო უჯრედებს ახასიათებს ქრომოსომთა ჰაპლოიდური („ჰაპლოს“—მარტივი, მარტოული „ეიდოს“—სახე, ბერძნ.) კრებადობა. ზიგოტაში კი იქნება ქრომოსომთა გაორკეცებული რაოდენობა, ანუ დიპლოიდური („დიპლოს“—ორმაგი, ბერძნ.) კრებადობა.

შემდგომში ზიგოტის უჯრედის მრავალგზის კარიოკინეზური (მიტოზური) დაყოფის შედეგად გაიზრდება მცენარე, რომლის ვეგეტაციური უჯრედების ბირთვში ყველგან იქნება ქრომოსომების გაორკეცებული რაოდენობა, ე. ი. მიიღება დიპლოიდური თაობის მცენარე (მაგალითად, შიშველი და ფარულთესლოვანი მცენარეები). დიპლოიდური თაობის მცენარე განივითარებს ჰაპლოიდურ სქესობრივ უჯრედებს, მოხდება განაყოფიერება—მიიღება ისევ დიპლოიდური ზიგოტა და ასე შემდეგ.

რასაკვირველია, დიპლოიდური თაობის მცენარიდან ჰაპლოიდური სქესობრივი უჯრედების მიღების აქ მოყვანილი წესი და სქესობრივი პროცესის მსვლელობა უსაბუთოდ სქემატურია. იგი წარმოდგენილია გამარტივებულად მოვლენის არსში უკეთ გარკვევისათვის. სინამდვილეში ეს პროცესები გვევლინება უფრო რთულად. იგი ამა თუ იმ ტიპის მცენარეში გამოხატულია სხვადასხვაგვარი მოდიფიკაციით. მცენარეთა სამყაროს ძირითადი ტიპების ერთ-ერთი განმასხვავებელი კრიტერიუმი ჰაპლოიდურ და დიპლოიდურ უჯრედთა განვითარების ციკლის სპეციფიკურობაა. თვით გამეტების შერწყმის მოვლენა მეტად რთული ბიოქიმიური და ბიოფიზიკური პროცესია.

ამას უნდა დაემატოს ისიც, რომ ბუნებაში არსებობს ქრომოსომების ჰაპლოიდურა კრებადობის ბირთვიანი უჯრედები, რომლებიც არ არიან სქესობრივი ბუნების და დიპლოიდურ მცენარესავით შეუძლიათ დამოუკიდებლად არსებობა (ხავსი, გვიმრის წინაზრდილი). რედუქციული დაყოფის შედეგად ყოველთვის არ წარმოიშობა სქესობრივი უჯრედები, არამედ წარმოიშობიან უსქესო უჯრედები—სპორები.

რედუქციული დაყოფა შედგება ერთმანეთის მომდევნო ორი ფაზისაგან. ამ ორი ფაზის შედეგად ერთი დიპლოიდური ბირთვიანი უჯრედისაგან ოთხი ჰაპლოიდური ბირთვიანი უჯრედი წარმოიქმნება. პირველი ფაზა, საკუთრივ, რედუქციულ დაყოფას მოიცავს, რის შედეგადაც მიღებული ორი უჯრედის ბირთვი ქრომოსომთა ერთმავი რაოდენობით ხასიათდება. რედუქციული დაყოფის მეორე ფაზა არსებითად კარიოკინეზს წარმოადგენს. ქრომოსომთა რიცხვი არ იცვლება. რედუქციული დაყოფის ორივე ფაზის შემდეგ ყოველთვის ჰაპლოიდური ბირთვებიანი ოთხი უჯრედი წარმოიქმნება, მაგრამ, ზოგჯერ, აქედან სამი უჯრედი კარგავს სიცოცხლის უნარს და იშლებიან—ხდება ობლიტერაცია.

ნახშირორქანგი ფოთოლში შედის ფოთლის კანის უწყვილესი ხერელები—ბაგეების საშუალებით. წყალი, უმთავრესად, ფესვების მეშვეობით მიიღება ნიადაგიდან, გაივლის ღეროს და მიღწევს ფოთლამდე.

ამგვარად, მცენარეში ქლოროპლასტების მეშვეობით მიმდინარეობს ფრიად მნიშვნელოვანი მწვანე მცენარეთა სამყაროსათვის დამახასიათებელი პროცესი—ფოტოსინთეზი. ფოტოსინთეზში იგულისხმება ნახშირწყლების (შაქრებას) სინთეზი, რომელიც მიმდინარეობს ქლოროპლასტებში წყლისა და აცრიდან შთანთქმული ნახშირორქანგის ხარჯზე სინათლის ენერჯის უშუალო მოქმედებით.)

ფოტოსინთეზის პირველადი პროდუქტი—შაქარი ხშირად სახანგებლად გარდაიქმნება. ფოტოსინთეზის შესწავლის საქმეში დიდი ღვაწლი მიუძღვის კ. ტიმირიაზევის, რომელმაც ზუსტად განსაზღვრა ქლოროფილის როლი; მან პირველმა მიიღო ქლოროფილის ზუსტი სპექტრი და დაამტკიცა, რომ მას ახასიათებს სხივების შერჩევითი შთანთქმის უნარი. სახელდობრ, ის ინტენსიურად შთანთქავს წითელ, ნარინჯისა და ლურჯ ფერს.

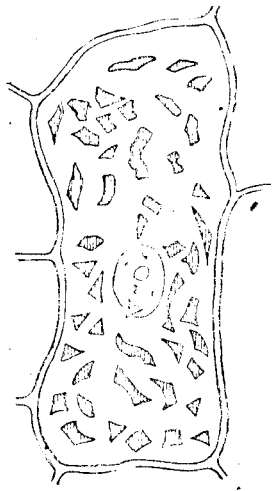
ქლოროპლასტები, ქლოროფილის გარდა, შეიცავენ: მონარინჯო-მოწითალო ფერის პიგმენტს—კაროტინს („კაროტა“—სტაფილო, ლათინ.) და ყვითელი ფერის პიგმენტს ქსანთოფილს („ქსანტოს“—ყვითელი, ბერძნ.).

ელექტრონული მიკროსკოპით გამოიკვია, რომ ქლოროპლასტის აგებულება მეტად რთულია. იგი გარედან დაფარულია ორფეროვანი მემბრანით, შიგნით მთელი პლასტიდი უკავია მარცვლოვან ნივთიერებას—სტრომას. მასში ჩაძირულია მწვანედ შეფერილი, ფორმიანი სხეულები—გრანები. მწვანე შრეები შეიცავენ ქლოროფილს, კაროტინოიდებს და ლიპოიდებს. მწვანე შრეებს შორის მდებარეობს შედარებით სქელი, უფერო შრე, რომელიც შედგება ცილოვანი ნივთიერებისაგან. გრანები, თავის მხრივ, შედგებიან დისკოსებრი ფირფიტებისაგან. ლამელების რიცხვი ცვალებადია, რაც დამახასიათებელია ყოველი სახეობისათვის. ერთი ქლოროპლასტი შეიცავს ორ მილიონზე მეტ ქლოროფილის მოლეკულას. ქლოროფილი უკვე მიღებულია სინთეზის გზით.

საბოლოოდ ჯერ კიდევ არაა შესწავლილი საკითხი ქლოროფილის წარმოქმნის შესახებ, მაგრამ მისი წარმოქმნისათვის სინათლე აუცილებელი პირობაა. სიბნელეში მყოფი მცენარეები ქლოროფილს ვერ ივითარებენ და მოყვითალო ან თეთრი შეფერადებით ხასიათდებიან. ასეთ მცენარეებს ეთიოლირებული („ეთიოლი“—უფერული, ფრანგ.) მცენარეები ეწოდება. სინათლეზე მოავედრილი ეთიოლირებული მცენარეები წარმოქმნიან ქლოროფილს და თანდათანობით მწვანდებიან. სინათლის გარდა, ქლოროფილის წარმოსაქმნელად საჭიროა ნიადაგში რკინის არსებობა. თუ ნიადაგიდან მცენარის მიერ რკინის შეთვისება არ მოხდა, ქლოროფილი არ წარმოიქმნება და იგი ყვითელ ფერს ღებულობს. იმ მოვლენას ქლოროზი („ქლოროს“—მომწვანო-ყვითელი, უფერული, ბერძნ.) ეწოდება. ქლოროზის მოვლენა შეიმჩნევა ვაზზე, ხეხილზე და სხვა., რის შედეგადაც მცენარე ზიანდება, ხმება. ქლოროფილის მარცვლები შეიძლება გამრავლდეს გაყოფით.

ქლოროპლასტებს ყვითელი, წითელი, ნარინჯისფერი და სხვა შეფერადება ახასიათებს. ეს შეფერადებანი გამოწვეულია ქლოროპლასტებში პიგ-

მენტების—კაროტინისა და ქსანტოფილის—არსებობით. კაროტინი დიდი რაოდენობითაა მცენარის სხვადასხვა ორგანოსა და ნაწილში, მაგ., სტაფილოს, საზამთროს გულში, მწიფე პომიდორისა და ვაშლის კანის უჯრედებში, ასკილის, გარგარის, ცერცველას და სხვა ნაყოფებში (სურ. 31).



სურ. 31. დედოფლის ყვავილის (*Tropaeolum majus*) კანის უჯრედი კრომოპლასტებით.

კეთესო მაგალითს სტაფილო წარმოადგენს. სტაფილოს სახეშეცვლილი ფესვი ნიადაგში მონარინჯო-მოწითალო ფერისაა, ნიადაგის ზევით მისი ამოზრდილი ნაწილი კი მწვანეა. ასევე შესაძლებელია ქლოროპლასტების გადაქცევა კრომოპლასტებად. მაგ., პომიდორის ნაყოფი მომწიფებაძვე მწვანეა, ხოლო მომწიფების შემდეგ—წითელი.

ლეიკოპლასტები (ნახ. 32). ლეიკოპლასტები ისეთი უფერული პატარა ზომის პლასტიდებია, რომლებიც პიგმენტებს არ შეიცავენ და უმალეს მცენარეთა ორგანოების უფერულ ნაწილებშია. ლეიკოპლასტები დიდი თაოდენობითაა წარმომშობ ქსოვილებში, თესლებსა და მიწისქვეშა ორგანოებში. მათი ფორმა ხშირად სფერულია, თითისტარისებრი და ნემსისებრი.

ერთი წყება ლეიკოპლასტიდების მონაწილეობით მცენარეთა ორგანოებში არსებული გლუკოზიდან სახანებელი წარმოიქმნება. ლეიკოპლასტიდებში სახანებელი დიდი ოდენობით გროვდება, უმათერესად, ტუბერებში (კარტოფილი), ფესურებსა და გამსხვილებულ ფესვებში. ისეთ ლეიკოპლასტებს, რომლებიც სახანებელს წარმოქმნიან და აგროვებენ, ამილოპლასტები („ამილონი“—სახანებელი, ბერძნ.) ეწოდება, ხოლო იმ ლეიკოპლასტიდების როლი, რომ-

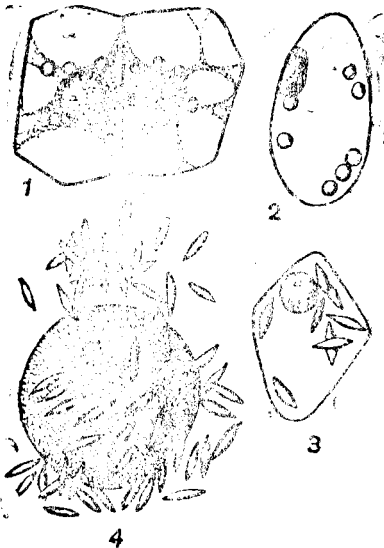
ქსანტოფილი, უმათერესად, სხვადასხვა მცენარის გვირგვინის ფურცლებშია დაგროვილი. ყვავილებისა (ძირითადად გვირგვინის ფურცლების) და ნაყოფების კრომოპლასტებით გამოწვეული შეფერადება ხელს უწყობს მცენარეების დამტევრვას (მწერების საშუალებით).

კრომოპლასტების ფორმა, განსაკუთრებით უჯრედში არსებული პიგმენტების და კრისტალების გამო, სხვადასხვანაირია, უმეტესად, ნემსისებრი, კუთხოვანი, სამკუთხედისებრი და ა. შ. კრომოპლასტების ზომაც სხვადასხვაა, 4—12 მიკრონამდე.

კრომოპლასტები წარმოიქმნებიან დაყოფის გზით კრომოპლასტიდანვე. კრომოპლასტები შეიძლება ქლოროპლასტებად გადაიქცნენ, რის საუ-

კეთესო მაგალითს სტაფილო წარმოადგენს. სტაფილოს სახეშეცვლილი ფესვი ნიადაგში მონარინჯო-მოწითალო ფერისაა, ნიადაგის ზევით მისი ამოზრ-

დილი ნაწილი კი მწვანეა. ასევე შესაძლებელია ქლოროპლასტების გადაქცევა კრომოპლასტებად. მაგ., პომიდორის ნაყოფი მომწიფებაძვე მწვანეა, ხოლო მომწიფების შემდეგ—წითელი.



სურ. 32. ლეიკოპლასტები: 1. *Philodendron grandifolium*-ის კანის უჯრედებში; 2,3—*Melandrium macrocarpum*-ის თესლის უჯრედებში; 4—*Phajus grandifolius*-ის ფესვის უჯრედებში.

ლებიც ეპიდერმისის უჯრედებში მდებარეობითი სასქესო ორგანოების პროტოპლაზმასა და სპორებშია მოთავსებული, ჯერ კიდევ დაუდგენელია.

ლეიკოპლასტები დაყოფის გზით წარმოიქმნება ისევე, როგორც სხვა პლასტიდები. ზოგჯერ ლეიკოპლასტები ქლოროპლასტებად და ქრომოპლასტებად გარდაიქმნებიან და ამდენად ისინი ამ პლასტების საწყის ფორმად ითვლებიან.

სამივე სახის პლასტიდებს (ქლოროპლასტები, ქრომოპლასტები და ლეიკოპლასტები) შორის მკვეთრი საზღვრის გატარება არ ხერხდება, ვინაიდან, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ერთი სახეობის პლასტიდი მეორე სახეობის პლასტიდად იქცევა. ქლოროპლასტი ქლოროფილის დაკარგვის შემთხვევაში ქრომოპლასტად გარდაიქმნება, ქრომოპლასტი ლეიკოპლასტად და ლეიკოპლასტი — ქრომოპლასტად.

პლასტიდებს ახასიათებს მოძრაობა, მაგალითად, ქლოროპლასტები დღისით ფოთლის ზედაპირის პარალელურად ლაგდებიან, ღამით კი — უჯრედის პლაზმის შიგნით. პლასტიდები, როგორც აღვნიშნეთ, დაყოფით მრავლდებიან.

პირენოიდები. პლასტიდების გარდა, უჯრედები შეიცავენ პროტოპლაზმური წარმოქმნის სხეულაკებს — პირენოიდებს („პირენ“ — კურკები ნაყოფებში, „კიდოს“ — სახეობა, ბერძნ.). პირენოიდები მხოლოდ წყალძენარეებს და ზოგიერთი ღვიძლის ხავსს (*Anthoceros*) ახასიათებს. პირენოიდი მონარქალა ან კუთხოვანი ფორმისაა, ის ცილოვანი ნივთიერებისაგან შედგება და ბლანტი, თხევადი სხეულაკია. პირენოიდები დაყოფის გზით მრავლდებიან.

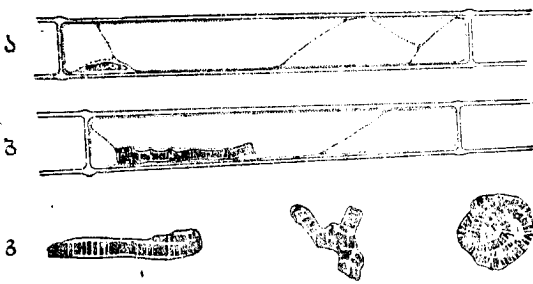
ქონდრიოსომები. მრავალი მცენარეული უჯრედის პროტოპლაზმაში, ბაქტერიებისა და ლურჯ-მწვანე წყალძენარეებს გარდა, პატარა ზომის ფორმის სხეულაკები — ქონდრიოსომებია („ქონდრიოს“ — ნამცეცი, „სომა“ — სხეული, ბერძნ.). ქონდრიოსომების ქიმიური ბუნება პროტოპლაზმის მსგავსია. მათი ფორმა მრავალგვარია: სფერული, ანუ მარცვლის მსგავსი — მიტოქონდრიების სახეულოდებითაა ცნობილი. დაფისებრს ან ჩხირისებრს — ქონდრიოკონტებს, ხოლო ძეწკვების მსგავსებს — ქონდრიომიტებს უწოდებენ.

კონსისტენტით ქონდრიოსომები ნახევრად თხევადი სხეულაკებია, ისინი შედგებიან ცილოვანი ნივთიერებებისაგან — ფოსფატებისაგან, გლიცეროიდებისა, რიბონუკლეინის მჟავასაგან და მეთი სიბლანტე ახასიათებთ, ვიდრე პროტოპლაზმას. გარაუდობენ, რომ ერთ ქონდრიოსომაში უნდა იყოს 1 ნილიონამდე ცილის მოლეკულა. ქონდრიოსომების გამრავლება, ჩვეულებრივ, გაყოფით ხდება. მათი როლი უჯრედის ცხოველუნარიანობაში დიდია; ისინი ხელს უწყობენ სხვადასხვა ნივთიერების წარმოქმნას და დაგროვებას, მონაწილეობენ სუნთქვის, ჟანგვა-აღდგენის პროცესებში და ა. შ.

უჯრედის ორგანული და არაორგანული ნივთიერებანი (ერგასტული ნივთიერებები). ნივთიერებათა ცვლის შედეგად უჯრედში ხშირად წარმოიქმნებიან, გროვდებიან ან იშლებიან ფორმისანი, ზოგჯერ უფორმო (ამორფული) ნივთიერებანი. ეს ნივთიერებები წარმოშობისთანავე მონაწილეობენ უჯრედის ცხოველმოქმედებაში, რის შემდეგ იშლებიან (ქრებიან) ან ძარაგი ნივთიერების სახით გროვდებიან უჯრედში. ამ ნივთიერებებს ერგასტული ნივთიერებები ეწოდება. ერგასტული ნივთიერებებიდან, პირველ რიგში, აღსანიშნავია ცილოვანი ნივთიერებანი. უჯრედში ცილოვანი

ნივთიერებანი წარმოდგენილია ამორფული ან კრისტალური ნივთიერებების სახით, მაგარი ან რბილი კონსისტენციით.

ჩვეულებრივი კრისტალებისაგან განსხვავებით, ცილების კრისტალებს



სურ. 33. ცილოვანი კრისტალები სანთელას (*Melampyrum nemorosum*) ჯამის ფოთლების ბეწვების უჯრედებში: ა—უჯრედი უკრისტალილო ბირთვით; ბ—უჯრედი მსხვილი ბირთვით, რომელიც შეიცავს ცილოვან კრისტალებს; გ—კრისტალების განლაგების სხვადასხვა ტიპი.

ბი (სურ. 34) გარედან თხელი ცილოვანი შრეებითაა დაფარული, ხოლო შიგნიდან ამორფული ცილოვანი მასისაგან შედგებიან. ალეირონის მარცვლები

შეიცავენ სფერული ფორმის გლობოიდებს („გლობუზს“—სფერო, ლათინ. „ვიდოს“—სახეობა, ბერძნ.). გლობოიდების შედგენილობაში შედის კალციუმი, მავნიუმი და ფოსფორი, ერთი ალეირონის მარცვალში ერთი ან რამდენიმე გლობოიდი.

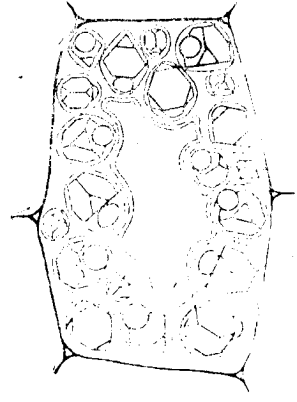
ცხიმით მდიდარი თესლების გალივებისა და წყლის შეწოვის დროს ალეირონის მარცვლები ზოგჯერ წარმოქმნიან ვაკუოლებს, რომლებიც შემდეგ ერთმანეთს უერთდებიან და ქმნიან ამინომჟავებით სავსე ერთ ცენტრალურ ვაკუოლს.

ცილოვან ნივთიერებებთან ერთად უჯრედის ერგასტულ ნივთიერებებს მიეკუთვნება ცხიმები; ცხიმები, უმეტესად, ცხიმმჟავებისაგან შედგება და თხელი ემულსიის ან წვეთების სახითაა პროტოპლაზმაში, ასევე პლასტიდებში. ცხიმოვანი ზეთები მდიდარია ზოგიერთი თესლი და ნაყოფი.

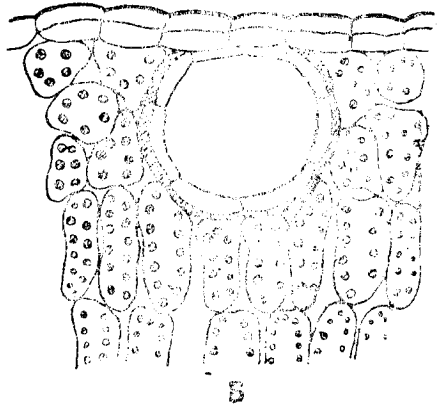
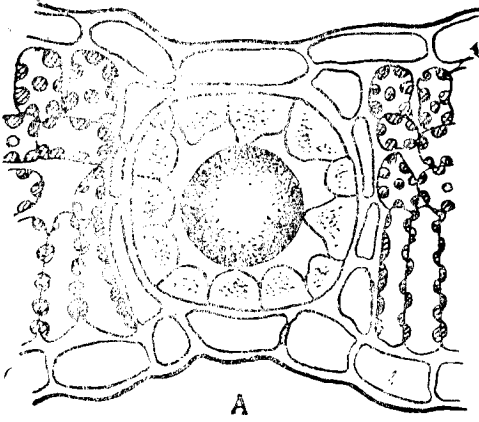
ზეთიანობით მდიდარ თესლებში მათი რაოდენობა მშრალი ნივთიერებების შიშართ ზოგჯერ 70%-მდეა. თესლებიდან მიღებული ზეთი საკვებად გამოიყენება (ზეთისხილი, მზესუმზირა, კაკალი, თხილი, წიფელი და სხვ.); მისგან მზადდება მარგარინი, ხაღვა, შოკოლადი, კარგი ხარისხის საპონი. ოლიფისა და ლაქების დასამზადებლად იყენებენ ტუნგოს ზეთს. სხვა ტექნიკური ზეთების მისაღებად, პირველ რიგში, ზეთის საღებავის მისაღებად, იყენებენ აბუსალათინის, სელის, კანაფისა და სხვა მცენარეების თესლებს. ცხიმზეთებთან ერთად მცენარის ვეგეტაციური ორგანოების უჯრედები შეიცავენ ეთერზეთებს (სურ. 35). ეთერზეთები განსხვავდებიან ცხიმზეთებისაგან აქროლადობითა და ძლიერი სხივოტეხადობით. ეთერზეთებს ახასიათებს

კრისტალოიდები ეწოდება (სურ. 33). კრისტალოიდები ხშირად პროტოპლაზმაში, აგრეთვე ბირთვსა და პლასტიდებში გვხვდება. მათი ფორმა სხვადასხვაა—კუბური, თითისტარისებური, რგოლური და ამორფული. ცილოვანი ნივთიერებები უჯრედში, განსაკუთრებით თესლებში, ალეირონის („ალეირონ“—ფქვილი, ბერძნ.) (სურ. 16) მარცვლებად წარმოიქმნებიან.

ალეირონის მარცვლები



სურ. 34. აბუსალათინის (*Pisinus communis*) ენდოსპერმის უჯრედი ალეირონის მარცვლებით.



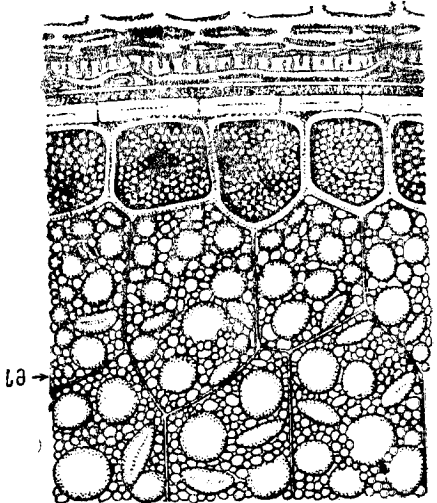
სურ. 35. ეთერზეთების სათავსოები:
 ა—კრაზანას (*Hypericum perforatum*) ფოთლის გენივი ქრილი; ბ—მირტის (*Myrthus ceylonica*).

ძლიერი სურნელება, არომატულობა; ფართოდაა გამოყენებული ლიქიორის, სხვა სასმელებისა და პარფიუმერიულ წარმოებებში.

მაღალხარისხოვანი ეთერზეთებით გამოირჩევიან ვარდის, ლავანდის, ჟანშინის, გერანისა და სხვა მცენარეთა ყვავილები, ფოთლები და თესლები.

მარაგ ნივთიერებათა სახით უმეტეს მცენარეებში, სოკოების გარდა გროვდება სახამებელი—კარგად გამოსახული მარცვლების სახით. სახამებელი უმთავრესად პლასტიდებში წარმოიქმნება. სახამებელი გროვდება თესვებში ღეროში, ფოთლებში და ა. შ. (სურ. 36).

სახამებელი ქიმიურად რთული ნახშირწყალია, რომლის ემპირიული ფორმულაა ($C_6H_{11}O_5$). სახამებლის მარცვლის შიგა მასას ამილოზი ეწოდება, ხოლო გარსს—ამილოპექტორი. 65—75°-მდე გათბობის დროს სახამებლის მარცვალი ადვილად გაჯირჯდება, რის შედეგადაც გამოიყოფა ამილოპექტინი და მიიღება წებოსებრი მასა, ე. წ. ბუბკო (კლეისტერი). სახამებლის მარცვალი შედგება ერთმანეთთან მჭიდროდ მიჯრილი ნემსისებრი კრისტალებისაგან, რომელთაც სფეროკრისტალები ეწოდება. სახამებლის მარცვლის ზომა დიდად მერყეობს—2 მიკრონიდან დაწყებული 275 მიკრონამდე აღწევს, ზოგიერთი მცენარის სამარაგო ნაწილებში სახამებელი მშრალი მასის თითქმის 75%-ია (მაგ., ბრინჯი).



სახამებლის მოლეკულის ჰიდროლიზის დროს ხდება წყლის მოლეკულათა შემოერთება, გლუკოზის წარმოქმნა; პირიქით, გლუკოზის მოლეკულების მიერ წყლის მოლეკულის დაკარგვისას მათგან სახამებელი წარმოიქმნება.

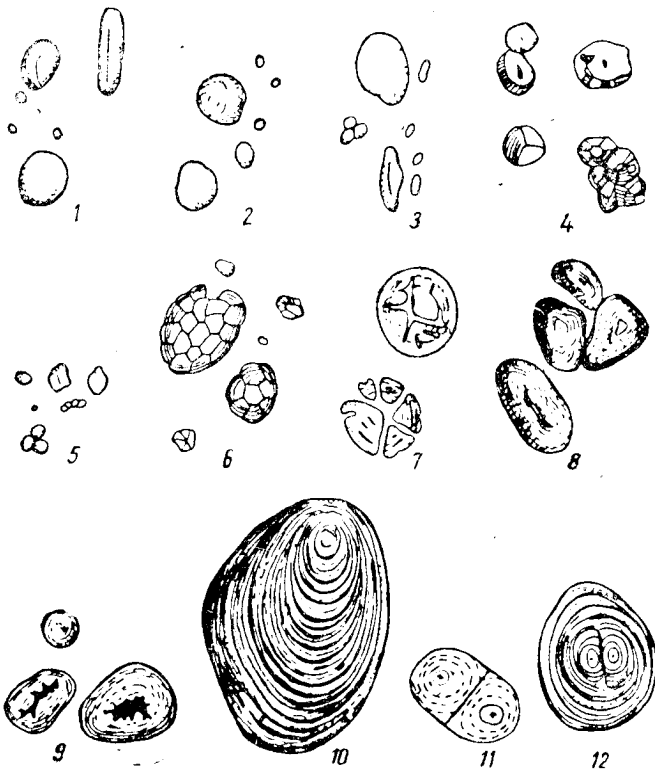
სურ. 36. ხორბლის მარცვლის პერიფერიული უბნის განივი ქრილი სმ-ენდოსპერმის თხელ-გარსიანი უჯრედი სახამებლის მარცვლებით.

სახამებლის მარცვლების ფორმა და ზომა სხვადასხვანაირია არა თუ სხვადასხვა მცენარეში, არამედ ერთი მცენარის სხვადასხვა ორგანოშიც კი.

ქლოროპლასტიდებიდან ფოტოსინთეზის შედეგად, ფოთლის ან ყლორტის საასიმილაციო ქსოვილებში წარმოშობილ სახამებელს პირველადი, ანუ ასიმილაციური ეწოდება. ეს სახამებლის მარცვლები, უმეტესად, ჩხირისებრი ფორმისაა. ასიმილაციური სახამებელი მცენარის სხვადასხვა სასიცოცხლო პროცესისათვის გამოიყენება.

ისეთ სახამებელს, რომელიც ფოთლებიდან ღეროს ქსოვილებში ხსნადი ნახშირწყლების გადაადგილების შედეგად გროვდება წვრილი მარცვლების სახით, მეორეული, ანუ ტრანზიტორული („ტრანზიტუს“—გადასვლა, ლათინ.) სახამებელი ეწოდება. მეორეული სახამებელი ხშირად დიდი რაოდენობით გროვდება გორგლის, ფესურის, ნაწილობრივ კი თესლებისა და ღეროების სამარაგო ქსოვილებში და მათ სამარაგო სახამებელი ეწოდება. სამარაგო სახამებლის მარცვლებს, ასიმილაციური და მეორეული სახამებლის მარცვლებთან შედარებით, სხვადასხვა ფორმა აქვთ. ასე, მაგალითად, ხორბლის სახამებლის მარცვლები მომრგვალო ფორმისაა, სიმინდის—პოლიგონალური, ლობიოს—ელიფსურა, კარტოფილის—ოვალური და ა. შ. (სურ. 37).

სახამებლის მარცვლების სამ ფორმას არჩევენ: მარტივს, რთულსა და ნახევრად რთულს.



სურ. 37. სახამებლის მარცვლები:

1—ხორბლის; 2—ცხვების; 3—ჩერის; 4—სიმინდის; 5—წიწიბურას; 6—შერის; 7—ხორბლის ელიფსური მარცვლის; 8—ბაღის; 9—ლობიოს; 10, 11, 12—კარტოფილის; 1—9—თესლის სახამებლები; 10—12—ტუბერის სახამებლები.

1) თუ პლასტიდის შიგნით სახამებლის თითო-თითო მარცვალი წარმოიქმნება, მაშინ მარცვლებს მარტივი ეწოდება, 2) როდესაც ერთი პლასტიდის შიგნით ორი ან რამდენიმე სახამებლის წარმოშობის ცენტრია და თითოეულ მათგანს საკუთარი სახამებლის შრე აქვს განვითარებული, წარმოიქმნება სახამებლის რთული მარცვლები (სურ. 38). თუ რთულ სახამებელს ახალი შრეები შემოეზარდა გარშემო—სახამებლის ნახევრად რთული მარცვალი წარმოიქმნება (სურ. 38).

სახამებლის მარტივი მარცვლები რთული ან ნახევრად რთული მარცვლები. ერთ მცენარეს შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვა სახეობის მარცვლები. მაგალითად, კარტოფილის ტუბერში მოიპოვება მარტივი, რთული და ნახევრად რთული მარცვლები. პლასტიდის შიგნითა ნაწილს, რომელშიც სახამებლის წარმოშობა იწყება, სახამებლის წარმოშობის ცენტრი ეწოდება, რომლის ახალი ფენების წარმოშობის გზით სახამებლის მარცვალი იზრდება. სახამებლის მარცვლის ზრდა ხდება ორგვარად: 1) წარმოშობის ცენტრის გარშემო სახამებლის მარცვლის შრეები ყველა მიმართულებით თანაბრად განაწილებული, სახამებლის მარცვლის სწორი შრიანობით ხასიათდება და მას კონცენტრული (კონ—ერთად, „ცენტრუმი“—ცენტრი, ლათ.) სახამებლის მარცვალი ეწოდება, 2) წარმოშობის ცენტრის გარშემო შრეები არათანაბრად ვითარდება და არათანაბრად განაწილებული ცენტრის სხვადასხვა მხარეზე,—ასეთ სახამებელს ექსცენტრული („ექს—გარე, ლათ.) სახამებლის მარცვალი ეწოდება.

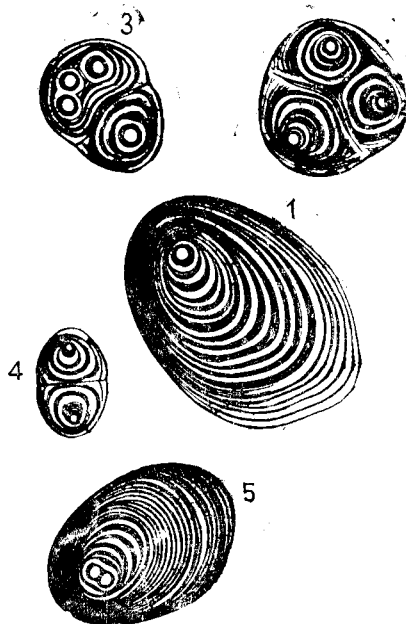
ზემოაღნიშნული ნივთიერებების (ცილა, ცხიმი, სახამებელი) გარდა უჯრედში სხვა ნივთიერებებიც არის.

უჯრედის წვენი. უჯრედის წვენი ცოცხალი უჯრედის ვაკუოლშია მოთავსებული. წვენის შედგენილობაში, წყალთან ერთად, მრავალი ნივთიერებაა (ნახშირწყლები, გლუკოზიდები, ორგანული მჟავები, ალკალოიდები, კოლოიდური ხასიათის ნივთიერებები (ფისი, კაუჩუკი, გუტაპერჩი, მარილები და სხვ.).

ნახშირწყლებიდან უჯრედის წვენში ფართოდაა გავრცელებული რთული პოლისაქარიდი ინულინი („ინულია“—მზიურა, ლათინ. სურ. 39). ინულინი დამახასიათებელია რთულყვავილოვნების ბევრი წარმომადგენლისათვის, მაგალითად—ბაგეშხიურა.

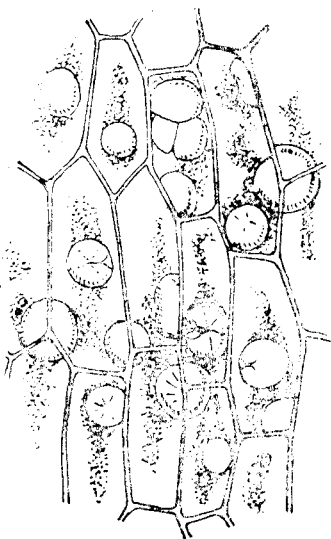
სპირტით გამოლექვის შემდეგ მიკროსკოპულად ინულინი სფერო-კრისტალების სახითაა უჯრედში. უჯრედის წვენის ნახშირწყლებს მიეკუთვნება აგრეთვე მონოსაქარიდები და დისაქარიდები. დისაქარიდებიდან უჯრედის წვენში აღსანიშნავია საქაროზა, ანუ ლერწმის შაქარი. საქაროზით მდიდარია

უფრო ხშირია, ვიდრე სახამებლას



სურ. 38. სახამებლის მარცვლები კარტოფილის ტუბერში: 1—მარტივი მარცვალი; 2—ნახევრად რთული; 3—4—რთული მარცვლები.

შაქრის კარხალი და შაქრის ლერწამი, ის, ხშირია აგრეთვე სხვადასხვა მცენარის ნაყოფებში (ნესვი, საზამთრო და სხვა). მცენარეებში მონოსაქარიდებიდან უმთავრესად გვხვდება გლუკოზა და ფრუქტოზა. გლუკოზა, ანუ ყურძნის შაქარი მეტად გავრცელებული მონოსაქარიდია და ხშირად ვხვდებით ნაყოფების უჯრედების წვენი (ყურძენი). ფრუქტოზაც მონოსაქარიდებს მიეკუთვნება და ხშირად სხვადასხვა ნაყოფის უჯრედებში გვხვდება. უჯრედის წვენი წარმოიქმნება აგრეთვე სხვადასხვა პიგმენტი („პიგმენტუმ“ —საღებავი, ლათინ.) ანთოციანისა და ანთოქლორის სახით.



ანთოციანის („ანთოს“ ყვავილი, „ციანოს“ —ლავჯარდი, ბერძნ.) არსებობაზე და უჯრედის წვენის რეაქციაზე დამოკიდებული მცენარის სხვადასხვა ნაწილის შეფერადება (წითელი, ლურჯი, იისფერი და ამ ფერების გარდამავალი ელფერი). ანთოციანი, უმეტესად, ყვავილის ნაწილებში გვხვდება (გვირგვინის ფურცლები, ჯამის ფოთლაკი, მტვრიანა და ბუტკო), საქმაოდ ხშირია ფოთლებში, განსაკუთრებით, გაზაფხულსა და შემოდგომაზე, მწიფე ნაყოფებში და, იშვიათად, ფესვებში.)

სურ. 29. ბურბუშელას ფესვის უჯრედში ციანოლის სფეროკრისტალები.

ანთოციანები ფართოდ გავრცელებულია მაღალი მთისა და ჩრდილოეთის მცენარეებში (ე. რაზდორსკი). ანთოციანთან ქიმიური ბუნებით ახლოა უჯრედის წვენის ყვითელი პიგმენტი—ანთოქლორი („ქლორიას“—მომწვანოყვითელი, ბერძნ.), რომელიც ხშირად გვირგვინის ფურცლებშია (მაგ. ფურისულა; სელიჭა და სხვ.), იშვიათად—ნაყოფებში (ციტრუსები) და უფრო იშვიათად—ფოთლებსა და ლერწებში.)

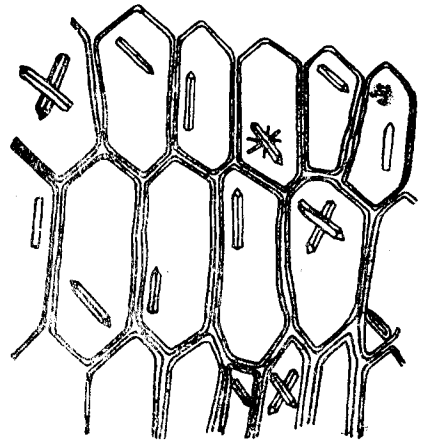
ცალკე დაგროვების სახით მცენარის სხვადასხვა ორგანოში ან უჯრედის წვენი ვხვდებით მთრიმლავ ნივთიერებებს. მთრიმლავი ნივთიერებანი ძველთაგანვე ცნობილი იყო ადამიანისათვის ტყავის გამოსაქნელად. მთრიმლავი ნივთიერების შემცველ მცენარეებში (თრიმლი, მუხა, თუთუბო, მოცივი, დეკა, დათვის კენკრა, წაბლი, კაკალი და სხვ.) ნივთიერებები მოიპოვებიან ფოთლებში, ქერქის უჯრედებში, ფესვებში, ნაყოფებში და სხვ.

უჯრედის წვენის შედგენილობაში შედის ორგანული მჟავები სხვადასხვა სახით, მათ შორის ფართოდაა გავრცელებული: მჟაუნმჟავა, რომლის საუკეთესო მაგალითია მცენარე მჟაუნა, ვაშლმჟავა—ვაშლის მკვახე ნაყოფებში, ღვინისმჟავა—ვაზის ნაყოფებსა და ფოთლებში, ლიმონმჟავა თვით ლიმონისა და სხვა ციტრუსოვანთა ნაყოფებში. უჯრედის წვენი საქმაოდაა წარმოდგენილი ამინომჟავები, მაგალითად, ასპარაგინი, რომლითაც მდიდარია სატაცური (Asparagus). ზოგიერთი მცენარის უხვწვენიანი ნაყოფის უჯრედის წვენი გროვდება წყალში ხსნადი პექტინოვანი ნივთიერებები. პექტინოვანი ნივთიერებები კოლოიდური ხასიათისაა და ქიმიურად ნახშირწყლებს ემსგავსებიან. პექტინოვანი ნივთიერებებით მდიდარი ნაყოფების მოხარშვისას (ცი-

ტრუსების, ვაშლის, კომშისა და სხვათა ნაყოფები) მიიღება ლაბისებრი სითხე, ე. წ. „შელე“.)

უჯრედის წვენიში ხშირად წარმოიქმნება ტუტე თვისებების აზოტშემცველი ნივთიერებები—ალკალოიდები, ადვილად ხსნადი მარილების სახით. ალკალოიდებს ეკუთვნის ბევრი მცენარეული წარმოშობის სამკურნალო ნივთიერება, როგორცაა: ქინაქინი, ატროპინი, მორფინი, კოდეინი და სხვ. ზოგიერთ ალკალოიდს იყენებენ მცენარეთა მავნებლების წინააღმდეგ, მათ შორის ანაბაზინსა და ნიკოტინს. ალკალოიდებით მდიდარია ზოგიერთი ოჯახის (ძალყურძენასებრთა, ყაყაჩოსებრთა, ბაიასებრთა და ენდროსებრთა) წარმომადგენლები.

უჯრედის წვენიში ვპოულობთ მინერალურ ელემენტებს, კერძოდ კალიუმს, კალციუმს, მაგნიუმსა და სხვ. ხშირად მასში აგრეთვე ნიტრატული იონებია (ნაცარქათამაში, ჯიჯილაყაში და სხვ.).



სურ. 40. კრისტალები და მისი შენაზარდები ხახვის ქერქში.

კალიუმის მარილებს ხშირად ვხვდებით მცენარის მჯარდ ნაწილებში. მცენარეთა უჯრედებში ვპოულობთ კალციუმს მგაუნმგავა კალციუმის კრისტალების სახით. ასეთი კრისტალების წარმოქმნა მგაუნმგავას მომწამვლელი მოქმედების განეიტრალებას მოასწავებს და ხშირად ამაშია კალციუმის ერთერთი დადებითი მნიშვნელობა მცენარისათვის.

მგაუნმგავა კალციუმი, ანუ კალციუმოქსალატი სხვადასხვა სახითაა წარმოდგენილი; ეს კრისტალები (სურ. 40) წაგრძელებული პრიზმის, ზოგჯერ რომბის ფორმისაა.

რაფიდები (სურ. 41) ეწოდება ბოლოებწაწვეტილ, ნემსისებრ კრისტალებს, რომლებიც ერთმანეთთან პარალელურად არიან განლაგებული. დრუზები მრავალი პირამიდული ფორმის ერთმანეთთან შენაზარდი კრისტალებია. სფეროკრისტალები ნემსისებრად განლაგებული კრისტალებია, რომლებიც სფერულ სხეულებს ქმნიან.

სურ. 41. 1ა—დრუზა ბეგონიას (Begonia) ფოთლის უწნწის უჯრედში; 2—რაფიდიების კონა.

ზემოაღნიშნული მარილების—კრისტალების გარდა, უჯრედში სხვა კრისტალებიცაა—თაბაშირი, მგაუნმგავა მაგნიუმი და კაჟოვანა (სილიციუმმგავა);

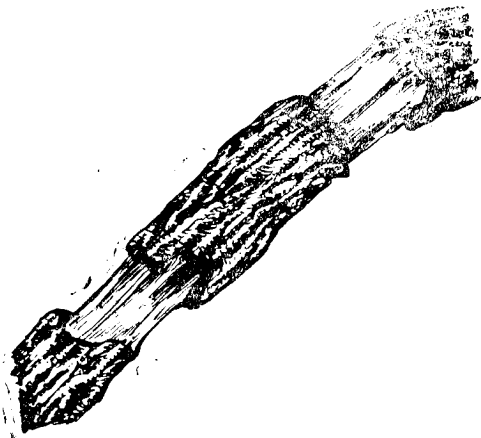
ისინი მაგარი კრისტალური სხეულებია; მათ შრიანობა და რადიალური ზოლიანობა ახასიათებს.

მცენარეთა დიდ უმრავლესობას აქვს რძეწვენის გამოყოფის თვისება; განსაკუთრებით სხვადასხვა დაზიანების დროს; რძეწვენი თეთრი, ყვითელი, ღია-ყვითელი, მონარინჯო და წითელი ფერისაა. რძეწვენს, უმთავრესად: რძიანსებრთა, რთულყვავილოვანთა, ძალყურძენასებრთა, ყაყაჩოსებრთა, მაჩიტისებრთა და სხვა ოჯახების წარმომადგენლები შეიცავენ.

რძეწვენში არის სახამებლის მარცვლები, კაუჩუკი და გუტაპერჩი. კაუჩუკოვანი მცენარეებიდან აღსანიშნავია: ქოქ-სალიზი, ყირიმ-სალიზი, ტაუ-სა-

ლიზი (სურ. 42) და სხვა რთულყვავილოვნები; გუტაპერჩი დიდი რაოდენობითაა ჭანჭუკატის ფესვებსა და ევკომიის ფოთლებში.

ფერმენტები ანუ, ენზიმები. ფერმენტები („ფერმენტუმ“ — შედგენილი, ლათინ.) ცილოვანი ბუნების ჰიდროფილური კოლოიდებია და კატალიზატორის როლის შემსრულებელ ნივთიერებებს წარმოადგენენ. ფერმენტები პროტოპლაზმისაგან არიან წარმოქმნილი. მათი როლი ბიოქიმიური პროცესების დაჩქარებაში გამოიხატება. ფერმენტების მცირე ოდენობას შეუძლია დიდი რაოდენობის ორგანული



სურ. 42. კაუჩუკის ჰიმები ტაუ-სალიზის (Scorzenera tausaghyz) ფესვზე.

ნივთიერება გარდაქმნას და მიღებულ პროდუქტში ისინი უკვე აღარ არიან. ფერმენტები, მათ მიერ გამოწვეული რეაქციების მიხედვით, რამდენიმე ჯგუფად იყოფა: 1) ჰიდროლაზებად, 2) დამშლელ და 3) დამჟანგველ-აღმდგენელად. ასე მაგალითად, ჰიდროლაზების ჯგუფის ფერმენტი ინვერტაზა („ინვერტანე“ — გადაბრუნება, ლათინ.) საქაროზის ჰიდროლიზის დროს გლუკოზას და ფრუქტოზას წარმოქმნის. დამშლელი და დამჟანგველ-აღმდგენელი ფერმენტების ჯგუფიდან აღსანიშნავია: კატალაზა („კატალაზის“ — დაშლა, ბერძ.), რომელიც წყალბადის ზეჟანგს წყლად და მოლეკულურ ჟანგბადად შლის, და პეროქსიდაზა („პერ“ — ძალიან, „ოქსი“ — შეავე, ლათინ.), რომელიც წყალბადის ზეჟანგით ორგანული ნივთიერების დაჟანგვას იწვევს.

ეს ფერმენტები (კატალაზა და პეროქსიდაზა) აქტიურად მონაწილეობენ სუნთქვისა და დუღილის პროცესებში.

ვიტამინები. ვიტამინები („ვიტა“ — სიცოცხლე, „ამინი“ — სიცოცხლისათვის აუცილებელი, ლათინ.) ისეთ ორგანულ ჯგუფს მიეკუთვნებიან, რომლებსაც დიდი მნიშვნელობა აქვთ ადამიანის ცხოვრებაში. ვიტამინებთან საკვები ნივთიერების ან მზა ვიტამინების გამოყენება ხელს უწყობს ადამიანის ორგანიზმის ზრდასა და განვითარებას.

თუ ადამიანის ორგანიზმი მცირე დოზით მიიღებს არღებულობს ვიტამინებს (საკვებში ან ცალკე), იგი ავადდება ისეთი სნეულებით, როგორცაა,

სურავანდი, პელაგრა, რაქიტი და სხვა. ვიტამინებს დიდი მნიშვნელობა აქვთ აგრეთვე ცხოველების ზრდა-განვითარებისათვის. ვიტამინების მიუღებლობა ცხოველებშიც სხვადასხვა ავადმყოფობას იწვევს.

ჯერჯერობით ოცზე მეტი სხვადასხვა ვიტამინია ცნობილი და შესწავლილი. ვიტამინებიდან აღსანიშნავია შემდეგი: ვიტამინი A, რომელიც წარმოქმნილია პროვიტამინ-კაროტინისაგან—ჩნდება ადამიანისა და ცხოველის ღვიძლში. კაროტინი მაღალმოლეკულური უჯვრი რიგის ნახშირწყალია. კაროტინით მდიდარია ასკილის, პოპიდორის, მოცხარის, ცირცველის ნაყოფები, სტაფილოს ფესვები, ისპანახის, სამყურას, ჭინჭრის ფოთლები და ა. შ.

ვიტამინი A აზუშებს და ახორციებს სიღამწვრეს და ჭრილობებს. ხელს უწყობს მხედველობის მეტ უნარიანობას. ვიტამინი B ჯგუფის ვიტამინებს მიეკუთვნება B₁, B₂, B₃, B₁₂ და სხვა ვიტამინები. ვიტამინი B₁ შედგება ნახშირბადის, წყალბადის, ჟანგბადის, აზოტისა და გოგირდმჟავასაგან, ვიტამინი B₁ ხელს უწყობს ნერვული სისტემისა და ზრდის პროცესების რეგულირებას. ვიტამინი B₁ მოიპოვება თესლის კანსა და ჩანასახში, მარცვლოვანთა ღივში, ლუდის საფუარში და სხვ. ვიტამინი B₂ მცენარის სუნთქვის პროცესებში მონაწილეობს.

ვიტამინი C ნახშირბადის, წყალბადისა და ჟანგბადისაგან შედგება და ასკორბინის მჟავას წარმოადგენს. ეს ვიტამინი, უმეტესად, ასკილის, ვაშლის, მოცხარის, ლიმონისა და ფორთოხლის ნაყოფებში, ბოსტნეულობიდან—კომბოსტოში, ხახვსა, ნიორსა და პირშუშხას ფესვებშია, აგრეთვე ნაძვისა და თიკვის წიწვებშიც. ეს ვიტამინი ხელს უწყობს დამჟანგველი ფერმენტების მოქმედებას.

უჯრედის ზრდისა და ფორმათა წარმოქმნის პროცესებში დიდ როლს ასრულებენ ე. წ. ზრდის სტიმულატორები („სტიმულატორ“—გაღვიძება, გასწრება, ლათ.), რომლებიც ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებია. ზრდის სტიმულატორებს ფიტო-ჰარმონებსაც („ფიტონ“—მცენარე, „ჰორმონ“—გამორავებ—ბერძენ.) უწოდებენ.

პირველი მეცნიერული ცნობები, ზრდის სტიმულატორების, ანუ ჰორმონების შესახებ აკადემიკოსმა ნ. ხოლოდნიმ მოგვაწოდა, თუმცა ჯერ კიდევ ჩ. დარვინი ვარაუდობდა ამ ნივთიერების არსებობას. მიკროორგანიზმებიდან გამოყოფილ პეტეროაუქსინთან („პეტეროს“ სხვა, ბერძენ.) თავისებური ფიზიოლოგიური ქმედებით დიდ მსგავსებას ამჟღავნებს მცენარის მიერ გამოშვებული აუქსინი („აუქსინო“—ვიზრდები, ბერძენ.).

აუქსინი, უმთავრესად, ემბრიონულ ქსოვილებშია. იგი აძლიერებს საკვებში ნივთიერების დაგროვებას, რითაც ხელს უწყობს არსებული უჯრედების ზრდას. აუქსინი ცნობილია ა და ბ აუქსინის სახით. ქიმიის თანამედროვე მიღწევების საფუძველზე მიღებულია სინთეზური აუქსინი, რომელსაც პეტეროაუქსინი ეწოდება, რადგან იგი საესებით არ ჰგავს ბუნებრივ აუქსინს.

პეტეროაუქსინი და სხვა ზრდის ნივთიერებები (ინდოლილმარმჟავა, ნაფტალენმარმჟავა; 2—4 დიქლოროფენოქსილინმარმჟავა, 2, 4, 5—ტრიქლოროფენოქსილიპროპიონისმჟავა და სხვა) ფართოდ გამოიყენება სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში კალმების დაფესვიანების სტიმულაციისათვის, ნაყოფსაშობიარობის გასაძლიერებლად, უთესლო ნაყოფების მისაღებად და სხვ.

დიდი ხანი არაა, რაც ნიადაგის სოკოებში აღმოაჩინეს ზრდის ნივთიერება—გ ი ბ ე რ ე ლ ი ნ ი, რომელიც მთელ რიგ მცენარეებზე

იძლევა კარგ შედეგებს მწვანე მასის, ნაყოფის რაოდენობის გაზრდის მხრივ. გიბერელინებით შეიძლება დავაჩქაროთ მცენარის ზრდა, ორწლოვანი მცენარეები გადავაქციოთ ერთწლოვანად და სხვ.

ანტიბიოტიკები. ანტიბიოტიკები („ანტი“—საწინააღმდეგო, „ბიოტიკუს“—სასიცოცხლო, ბერძნ.) მცენარეული წარმოშობის თხევადი და აქროლადი ნივთიერებებია. ანტიბიოტიკებს ზრდის შეჩერების, ბაქტერიებისა და მიკრობების სიკვდილიანობის გამოწვევის უნარი აქვთ, თუმცა ზოგიერთი მათგანი, თუ ერთი წყება მიკრობებისათვის გამანადგურებელია, მეორე წყება მიკრობებისათვის შეიძლება უვნებელი იყოს. ანტიბიოტიკებს, როგორც სამკურნალო საშუალებებს, ფართოდ იყენებენ სხვადასხვა ინფექციური დაავადების წინააღმდეგ. ცნობილი ანტიბიოტიკებია: პენიცილინი—ობის სოკოებისაგან და სტრეპტომიცინი—აქტინომიცეტებისაგან.

შუმაღლეს მცენარეებში (შუმაჯრესად ყვავილოვნები) ანტიბიოტიკების ქიმიური მსგავსი ნივთიერებები პირველად შეისწავლა საბჭოთა მეცნიერმა—ბ. ტოკინმა. ამ ნივთიერებებს მან ფიტონციდები უწოდა („ფიტონ“—მცენარე, ბერძნ. „ცედერი“—მოკვლა, განადგურება, ლათია.). ფიტონციდები, ჩვეულებრივ, აქროლადი ნივთიერებებია, რომლებიც უარყოფითად მოქმედებენ სხვადასხვა მიკრობსა და პარაზიტზე. ფიტონციდებით მდიდარი მცენარეებიდან აღსანიშნავია: ხახვი, ნიორი, პირშუშხა, წიწაკა, მდოგვი და სხვა.

უჯრედის გარსი. ყველა მცენარის (ზოგიერთი უდაბლესი მცენარის განიოლებით) უჯრედს აქვს გარსი, რომელიც პროტოპლაზმის ცხოველმოქმედების შედეგია. უჯრედის გარსი, ძირითადად, შედგება ცელულოზისაგან და პექტინოვანი ნივთიერების მინარევებისაგან. ცელულოზა ხასიათდება მოლექულების რთული აღნაგობითა და კოლოიდური ბუნებით; იგი წარმოადგენს გელს და პოლისაქარიდებს მიეკუთვნება. გარსი სტრუქტურულად ცელულოზის მიცელებისაგან შემდგარი სხეულია.

უჯრედის გარსი წყალში არ იხსნება, მაგრამ წყლისა და მასში გახსნილი ნივთიერების გამტარია. ცელულოზა იხსნება სპილენძის ქანვის ამონიაკურ ხსნარში (შვეიცერიის რეაქტივი), ქიმიურად ინდიფერენტული ნივთიერებაა, ნეიტრალური რეაქციის, მაღალი ტემპერატურისადმი მდგრადია. გარსებს შორის არსებული პექტინოვანი ნივთიერებებით გარსები ერთმანეთს უკავშირდებიან. პექტინოვანი ნივთიერება შედგება ორი ნაწილისაგან: უხსნადი პექტინისაგან ანუ პროტოპექტინისაგან და ხსნადი პექტინი—ჰიდრატოპექტინისაგან. მკვახე ნაყოფის სიმავრე გამოწვეულია პროტოპექტინით, დამწიფების დროს პროტოპექტინი ფერმენტების მოქმედებით გარდაიქმნება ჰიდრატოპექტინად, გადადის უჯრედის წვენიში და რბილდება. ახალგაზრდა უჯრედის გარსი უმეტესად პექტინოვანი ნივთიერებებითაა მდიდარი, ხოლო ხნიერი უჯრედების გარსში იგი მცირე რაოდენობითაა.

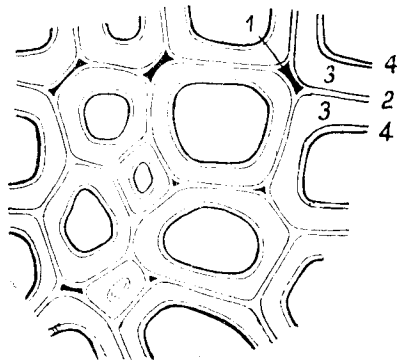
უჯრედის გარსის შედგენილობაში, ცელულოზასთან და პექტინებთან ერთად, მოიპოვება ჰემიციელულოზა, რომელიც ისე, როგორც ცელულოზა—პოლისაქარიდია. აგებულებით ცელულოზას და სახამებელს უახლოვდება. იგი ცელულოზასთან შედარებით ქიმიური აგენტებისადმი ნაკლებ მდგრადობას ამჟღავნებს. ენზიმ ციტაზას მოქმედებით განიცდის ჰიდროლიზს, რის შედეგადაც მცენარის მიერ გამოიყენება როგორც სამარაგო ნივთიერე-

ბა. ჰემიციელოლოზა თესლებში (სიმინდი, პალმები), მერქანში ან ზოგჯერ კვირტებში გროვდება.

ციელოლოზას, რომელსაც, უმთავრესად, მერქნიდან იღებენ, დიდი გამოყენება აქვს ტექნიკასა და მრეწველობაში. სათანადო დამუშავების შედეგად მისგან მიიღება ხელოვნური აბრეშუმი—„ვისკოზი“ (ციელოლოზაზე მწვავე ნატრიუმისა და გოგირდნახშირბადის მოქმედებით). ცელოლოზისაგან აგრეთვე ღებულობენ პიროქსილის (წყალბადატომების ჩანაცვლებით ნიტროჯგუფთან), რომელიც ფეთქებად ნივთიერებას წარმოადგენს. ცელოლოზაზე სხვადასხვა მტავას მოქმედებით მიიღება ამილოიდი, ხოლო ამილოიდიდან—პერგამენტის ქალაღი. ცელოლოზიდან სხვადასხვაგვარი დამუშავებით ღებულობენ აგრეთვე საფილტრავ და საწერ ქალაღს; ბამბისა და სელის ბოჭკოები, რომლებიც საფეიქრო მრეწველობაში გამოიყენება, ცელოლოზას წარმოადგენენ.

უჯრედის გარსი ზრდის პირველ ხანებში სქელდება ან ოდნავ იწყებს გასქელებას, უფრო კი ხდება სიგრძეზე გაწევა და ცელოლოზის შემომატება ე. წ. ინტუსუსციპციით („ინტუს“- შეგნით, სუსციპციით—აღვიქვამ, მერინ.). ინტუსუსციპცია ეწოდება ისეთ ზრდას, როდესაც პროტოპლაზმის მიერ წარმოქმნილი ახალი ნივთიერებები ძველ ნაწილებს შორის თავსდება. ასეთ მოვლენას, როცა ზრდადამთავრებული უჯრედის გარსს შეგნიდან ცელოლოზის ახალი ფენები ემატება და გარსი თანდათანობით სქელდება, აპპოზიცია („აპპოზიციო“- მიმატება, ლათ.) ეწოდება. გარსის გასქელების დროს წარმოიქმნება რამდენიმე შრე (სურ. 43).

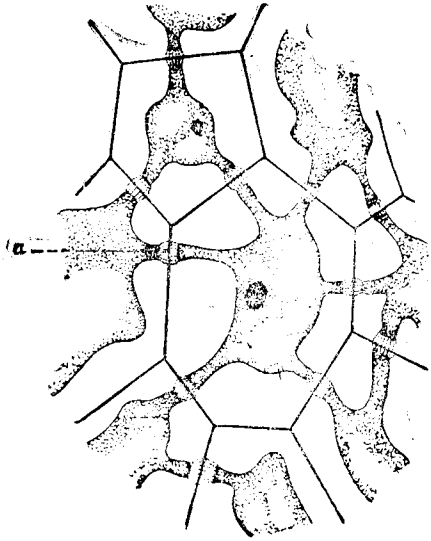
ამ შრეებიდან ყველაზე ახალგაზრდა შრეა შეგნითა, ხოლო ძველი—გარეთა; გარეთა შრეს პირველადი გარსი ეწოდება; პირველადი გარსის შეგნით მეორადი შრეა, რომელსაც მეორად გარსს უწოდებენ. მეორადი გარსი უჯრედის გარსის მთავარი ნაწილია. უჯრედის გარსის ყველაზე შიგა ნაწილს—შრეს მესამეულ გარსი ეწოდება. ასე რომ, მეორადი გარსი პირველ და მესამეულ გარსს შორის მდებარეობს. გარსის სისქეზე ზრდა, უმთავრესად, გარსის ზედაპირული ზრდის შედეგად მიმდინარეობს. გარსს ახასიათებს გარეგანი და შინაგანი გასქელება. პირველად გარსს პროტოპლაზმიდან ახალი შრეები ეფინება მეორადი და მესამეული გარსების სახით. ამ შრეების დაფენა (დალაგება) ყველგან არ ხდება მის შინაგან ზედაპირზე, არამედ რჩება გარსის გაუსქელებელი თხელი ადგილები. ამ ადგილებს ფორები ეწოდება. ფორებში გამავალი პროტოპლაზმური მთავების—პლაზმოქმედი (სურ. 44) საშუალებით—მეზობელი უჯრედები ერთმანეთს უკავშირდებიან.



სურ. 43. გახვეებული გარსის აგებულების სქემა: 1—უჯრედშორისი ნივთიერება, 2—პირველადი გარსი, 3—მეორადი გარსი, 4—მესამეული გარსი.

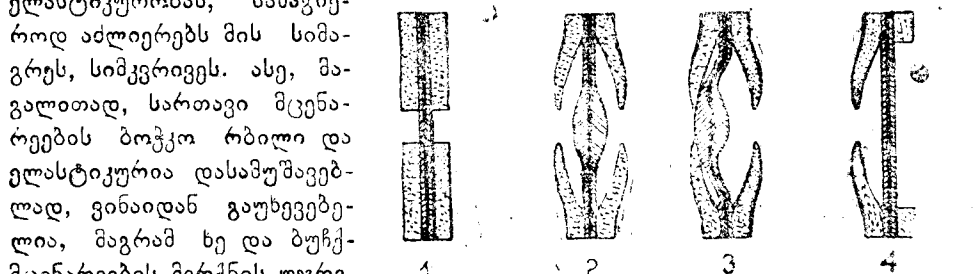
ფორების ფორმა სხვადასხვანაირია, მაგალითად, პარენქიმული ქსოვი-

ლის უჯრედებში მომრგვალო, ხოლო პროზენქიმულში გრძელი ფორგბია, რომლებიც ხშირად უჯრედში ირიბად არიან განწყობილი, რის გამო უჯრედები ირიბად დასერილია. წიწვოვანი მცენარეების უმეტესობას უჯრედების რადიალურ კედლებზე გარემოიანი ფორები (სურ. 45) აქვს. უჯრედის გარსი ზრდისა და განვითარების სხვადასხვა სტადიაში ღრმა ცვლილებებს განიცდის. ეს ცვლილებებია: გარსის გახევება—ლიგნიფიკაცია, კუტინით გაყენთვა—კუტინიზაცია, გაკორპება—სუბერინიზაცია, გალორწოება და მინერალიზაცია;



სურ. 44. ფინიკის პალმის (Phoenix dactylifera) თესლის ეპიდერმისის უჯრედების პლასმოდესმები.

უმთავრესად ნახშირბადის, წყალბადისა და ჟანგბადისაგან. ყვითელი ფერის ძნელად ხსნადი ამორფული ფხენილია. გახევება მეტად ზღუდავს გარსის ელასტიკურობას, სამაგიეროდ აძლიერებს მის სიმამრეს, სიმკვრივეს. ასე, მაგალითად, სართავი მცენარეების ბოჭკო რბილი და ელასტიკურია დასაპუშავებლად, ვინაიდან გაუხვევებელია, მაგრამ ხე და ბუჩქმცენარეების მერქნის უჯრედები გახვევებულია და ამდენად მათ ფართოდ იყენებენ სამშენებლო და საავეჯო მრეწველობაში. გახვევების საწინააღმდეგო პროცესია დელიგნიფიკაცია, ე. ი. ლიგნინის გამოყოფა და დაშლა.



სურ. 45. ფორმების ტიპები. 1—მარტივი, 2—გარემოიანი, 3—ნახევრადგარემოიანი.

გაკორპება. ამ პროცესს იწვევს გარსის განსაკუთრებული ნივთიერებით—სუბერინით („სუბერ“—კორპი, ლათინ.) გაყენთვა: სუბერინი ცხიმოვანი ნივთიერების ნარევი; გაკორპებული გარსი წყალსა და ჰაერს არ ატარებს. გაკორპება ცელულოზის ქიმიური ცვლილებების შედეგია.

გარსის სრულმა გაკორპებამ შეიძლება უჯრედის სიკვდილი გამოიწვიოს. სუბერინით გაყენთილი უჯრედებისაგან შედგება Quercussuber-ზე (კორპის მუხა) განვითარებული კორპის სქელი ფენა; მას ფართოდ იყენებენ მრეწველობაში.

უჯრედის გარსის ზედაპირზე ხშირად გამოიყოფა ცხიმმავარი ნივთიერება, რომელსაც კუტინი ეწოდება, ხოლო ამ მოვლენას—კუტინიზაცია („კუტის“—კანი, ლათინ.); კუტინიზებული გარსი არ ატარებს არც წყალს და არც ჰაერს. კუტინიზაციას განიცდის მეტწილად ფოთლისა და ყლორტის კანი. კუტინის შრეს, რომელიც ორგანოს გარედან ეკვრის—კუტიკულა ეწოდება. მისგან გაჯღენითი უჯრედებით დაფარვის გამო მცენარე ნაკლებ წყალს კარგავს და უარყოფითი ფაქტორების ზემოქმედებისაგან შედარებით დაზღვეულია.

გარსის გალორწოიანება. ამ დროს გარსიდან გამოიყოფა ე. წ. გუმფისი, რასაც გარსის ცელულოზა და პექტინოვანი ნივთიერებების ქიმიური ცვლილებები იწვევენ. ლორწოსა და გუმფისის ქიმიური ბუნება არაა ზუსტად ცნობილი. აქედან გუმფისს აკუთვნებენ ბენინების ტიპის ჰემიცელულოზას. გარსის გალორწოიანება გამოწვეულია მცენარის გარემო პირობებით, რაც მრავალი მაგალითით დასტურდება. ასე, მაგალითად, სელისა და კომშის თესლები დასველების დროს ლორწოს გამოყოფენ; ეს ლორწო წებოვნების გამო ამაგრებს თესლს ტენიან ადგილზე ნიადაგში, რითაც ხელს უწყობს თესლს წყლის შეწოვაში.

უდაბნოების ზოგიერთი მცენარის ფოთლის კანის უჯრედებიდან გამოყოფილი ლორწო მცენარეს იცავს ზედმეტი აორთქლებისაგან. მცენარის პათოლოგიური მოვლენების—გუმოზისის (ბაქტერიებისა და სოკოების მოქმედებით) დროსაც უჯრედები ლორწოს გამოყოფენ, როგორც საბუჩველს წყლის დასაზოგავად.

სხვადასხვა მცენარის უჯრედის გარსი მინერალური მარილებით, უმთავრესად კაჟოვანას და კალციუმის ნალექებით, არის გაჯღენთილი. გარსში მარილები ამორფული ან კრისტალური ფორმის არიან.

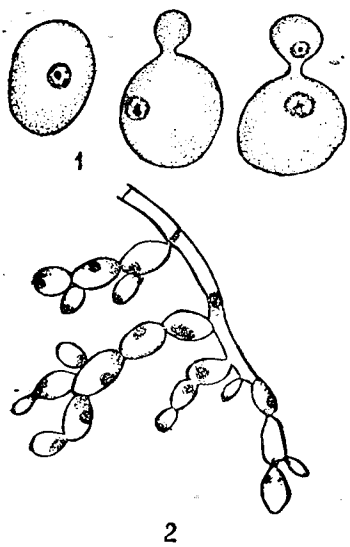
სილიციუმმზავათი მდიდარია (შეიტების) მარცვლოვნებისა და სხვა ზოგიერთი მცენარის ღეროს (ბამბუკი) და ფოთლების უჯრედების გარსები. აქ განსაკუთრებით აღსანიშნავია კაჟოვანი წყალმცენარეები (Diatomae). კალციუმი მრავალი მცენარის უჯრედების გარსებში ნახშირმჟავა და მჟაუნმჟავა კალციუმის სახითაა, კრისტალური ფორმის ნახშირმჟავა კალციუმი მსუსხავი ბეწვების უჯრედებში, ფოთლის სირბილეში გვხვდება, მათ ცისტოლოგიები ეწოდება. გარსებში ან მათ ზედაპირზე მინერალური მარილების გამოყოფას გარსის მინერალიზაციას უწოდებენ.

მრავალუჯრედიანი მცენარეების უჯრედები ზოგჯერ ერთმანეთს უშუალოდ გარსებით კი არ ეხებიან, არამედ მათ შორის უჯრედშორისი სივრცეები რჩება. ზოგჯერ ისინი ერთდებიან და გრძელ ზოლებს ქმნიან და მათ უჯრედშორისი სავალები ეწოდება.

უჯრედშორისი სავალები ხშირად ფოთლის ბაგეებით ატმოსფეროს ჰაერს ეხებიან და ასიმილაციის დროს მცენარე ამ ჰაერით სარგებლობს. უჯრედშორისებში იმყოფება ჰაერი, რომელიც შეიძლება ძალიან გაჯღენთილი იყოს წყლის ორთქლით; ასევე შესაძლებელია, რომ უჯრედშორისებში იყოს თვით უჯრედებიდან გამოყოფილი ზოგიერთი ნივთიერება. თუ სივრცეები უჯრედების ერთმანეთისაგან დაცილებით წარმოიქმნებიან, მაშინ ისინი სქიზოგენურია („სქიზი“—ვყოფ, ბერძ.), მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში

სივრცეების წარმოსაშობად უჯრედების წყება იშლება, მაშინ მათ ლიზიგენური („ლიზის“—გახსნა, დაშლა, ბერძნ.) უჯრედშორისები ეწოდება.

უჯრედის წარმოქმნა. ახალი უჯრედების წარმოქმნის გავრცელებულ ფორმას წარმოადგენს უჯრედის პირდაპირი დაყოფა (ამიტოზი). პირდაპირი დაყოფის დროს ხდება ბირთვების, შემდეგ კი უჯრედების დანარჩენი ნაწილების გადაჭიმვა და ორად გაყოფა.



უჯრედების წარმოქმნის არანაკლებ გავრცელებული ფორმაა—დაკვირტვა. დაკვირტვის დროს დედა-უჯრედი ივითარებს ბატარა გამონაზარდს, რომელიც თანდათან იზრდება. შემდეგ კი გამონაზარდი სცილდება მას და ახალი დამოუკიდებელი უჯრედი ვითარდება. ზოგჯერ ეს ახალი უჯრედი, დედა უჯრედივით იკვირტება. დედა უჯრედი ერთ ან რამდენიმე გამონაზარდს იკეთებს და დაკვირტვა ისე სწრაფად ხდება, რომ უჯრედები (გამონაზარდები) ერთმანეთისაგან განცალკევებას ვერ ასწრებენ და ხშირად „კრიალოსნისმაგვარი“ (სურ. 28) ძაფები ჩნდება; ასეთი დაკვირტვის საუკეთესო მაგალითია საფუარა სოკოები (სურ. 46).

უჯრედის წარმოქმნის ერთ-ერთი ფორმა აგრეთვე კოპულაციაა. კოპულაციის პროცესი მდგომარეობს ორი გამეტის შეერთებაში, რის შედეგადაც ზიგოტა წარმოიქმნება.

ზიგოტა თავისი განვითარების პროცესში ისევ ახალ უჯრედებს წარმოშობს.

სურ. 46. უჯრედის გამრავლება დაკვირტვით.

- 1—პურის საფუარის უჯრედის დაკვირტვა (*Saccharomyces cerevisiae*).
- 2—ჩანთიანი სოკოს (*Endomyces fibuliger*) მიცელიუმის უჯრედებისაგან დაკვირტვით წარმოქმნილი კრიალოსნისმაგვარი სხეული.



ქ ს ო ვ ი ლ ე ბ ი

მორფოლოგიურად ერთნაირი აგებულებისა და ფიზიოლოგიურად ერთნაირი ფუნქციების შემსრულებელ უჯრედების კომპლექსს ქსოვილი ეწოდება. არსებობს ქსოვილთა მრავალი სახე, რომლებიც მრავალგვარი შეხამებით განაპირობებენ ამა თუ იმ მცენარის ორგანოს შინაგანი აგებულების მრავალფეროვნებას.

უდაბლესი მცენარეების ერთუჯრედიან და მრავალუჯრედიან ფორმებში უჯრედი უპირატესად დამოუკიდებელი ორგანიზმია, ხოლო უმაღლეს მცენარეებში უჯრედი უმცირესი ბიოლოგიური სტრუქტურული სხეულია, რომელიც ყოველთვის იმყოფება სხვა მსგავს უჯრედებთან ურთიერთკავშირში. ამავე დროს უჯრედთა ეს კომპლექსები—ქსოვილები მთელი მცენარის სხვადასხვა ორგანოს ცალკეულ ფიზიოლოგიურ პროცესთა საერთო შეთანაწყობაშია. ბუნებაში არსებული ერთუჯრედიანები დამოუკიდებელი ორგანიზმის სახით გვევლინება, ხოლო უჯრედი უმაღლესი მცენარის ორგანიზმში მთელი მცენარის სასიცოცხლო ფუნქციებს ექვემდებარება. ამასთანავე, გარკვეულ შემთხვევაში უმაღლესი მცენარის რომელიმე ამათუიმ უჯრედს აქვს მთელი მცენარისათვის დამახასიათებელი ყველა ნაწილის განვითარებისა და აღდგენის უნარი.

უდაბლესი ტიპებიდან წყალმცენარეები უფრო მეტად ერთუჯრედიანი ან კოლონიური მცენარეებია. ამ ტიპების არც ერთი წარმომადგენლის სხეული არ არის ორგანოებად დიფერენცირებული. უმაღლეს მცენარეებში კი ხავსნაირების, გვიმრანაირების, შიშველთესლოვანებისა და ფარულთესლოვანების ყველა წარმომადგენელი (გარდა პარაზიტ ფორმებისა) ორგანოებისაგან შედგება.

თუ უდაბლესი მცენარეების ძირითადი საარსებო გარემო წყალია, უმაღლესი მცენარეების უპირველესი საარსებო გარემო—ხმელეთია—წყალთან და ჰაერთან ერთად თავისი მრავალმხრივი ფაქტორებით. წყალი, როგორც პირველადი გარემო, თავისი, შედარებით ერთსახოვანი ფაქტორებით, ნაკლებად იწვევს მცენარის მორფოლოგიურ, ფიზიოლოგიურ დიფერენციაციას და წყალში მცხოვრები მცენარეები შედარებით მარტივი ორგანიზმებია. ამ მარტივ ორგანიზმებს ეკუთვნის წყალმცენარეების სხვადასხვა ტიპის ერთუჯრედიანი მრავალი წარმომადგენელი, მათ შორის: ქლამიდომონადა, ქლოროკოკუმი, ბოტრიდიუმი, დიატომეა, კაულერპა. იმის გამო, რომ წყლის გარემო თუნდაც სხვადასხვა გეოგრაფიულ პუნქტებში არ შეიძლება იყოს სავსებით ერთგვარი, იგი უსათუოდ იწვევს იმავე ერთუჯრედიანი უდაბლესი მცენარეების ზოგიერთ გართულებას. ასეთებს მიეკუთვნებიან წყალმცენარეები: ხარა, ლამინარია, დიქტიოტა და სხვა. წყალმცენარეების სხეულის ცალ-

კეთლ ორგანოებად დიფერენცირება მკვეთრად არაა გამოსახული, რაც ხმელეთზე მცხოვრებ უმაღლეს მცენარეებში შესამჩნევია. თუ მხედველობაში მივიღებთ დებულებას, რომ ცოცხალი ორგანიზმები წყლის ცხოვრებიდან ხმელეთის ცხოვრებაზე გადადიან, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ წყალში მცხოვრები პირვანდელი მცენარეებიდან წარმოიშვნენ ხმელეთის მცენარეები. აქედან ყველაზე ჭეშმარიტი ვარაუდია, რომ ხარალების, ლამინარიალების, დიქტიოტალებისა და წყალმცენარეების სხვა წარმომადგენლებიდან ხმელეთის პირობებში მოხვედრის შემდეგ წარმოიქმნენ ღეროფოთლიანი მცენარეები, ხავსნაირი, ფსილოფსიტები, ლიკოფსიტები, რომელთა უმრავლესობას ფესვი არ გააჩნია. შემდეგ განვითარდნენ გვირანაირნი (ტელომოფიტები), რომელთა ძირითადი ორგანოები შედარებით დაბალი სპეციალიზაციის ქსოვილებისაგან არიან შედგენილნი. ბოლოს კი თესლოვანები, სახელდობრ, შიშველთესლოვანნი და ფარულთესლოვანნი, რომელთა ყველა წარმომადგენელი ორგანოებისაგან შედგება, ხოლო ორგანოები უფრო მაღალი სპეციალიზაციის ქსოვილებისაგან არიან შემდგარი.

ხმელეთის პირობებში პირველად წარმოშობილ ზოგიერთ ტიპს — ხავსნაირებს, ფსილოფსიდებს და სხვ. ფესვი არა აქვს. ეს შემდეგი გარემოებით უნდა აიხსნას: წყლიდან ხმელეთზე გადმოსული ზოგიერთი წყალმცენარიდან ახალ გარემოსთან (ხმელეთი) შეგუებით წარმოიშვნენ ხავსნაირნი ხმელეთის იმ პირველ პერიოდში, როცა ჯერ ნიადაგი არ იყო განვითარებული; ვინაიდან ფესვი ნიადაგის პირობებთან დაკავშირებული ორგანოა, ამიტომ ხავსებსა და ხმელეთის ზოგიერთ მცენარეთა პირველად ტიპებსაც ფესვი არ გააჩნიათ. კარგად გამოსახული ფესვი უკვე თესლოვან მცენარეებს აქვთ.

უმაღლეს მცენარეებს საში ძირითადი ორგანო აქვთ: ფესვი, ღერო და ფოთოლი. ყოველი ორგანო სხვადასხვა ტიპის ურთიერთშეპირობებულ ქსოვილთა ერთობლიობაა. ამიტომ მთელი მცენარის შინაგანი აგებულების შესწავლისათვის საჭიროა პირველ რიგში შევისწავლოთ ცალკეულ ორგანოში შემავალი ქსოვილის აღნაგობა, დავადგინოთ მათი ურთიერთკავშირი, სპეციფიკურობა და ბოლოს განვიხილოთ ისინი ერთ მთლიანობაში.

ქსოვილში უჯრედები ურთიერთთან შეწყობებულნი არიან უჯრედშორისი ნივთიერებათ, რომლის ქიმიური შედგენილობა განსხვავებულია გარსის ცელულოზისაგან, ლიგნინისაგან თუ სუბერინისაგან. მაშასადამე, უჯრედის ურთიერთდაკავშირება არ ხდება ერთიმეორეზე გადაგრებით, გადახლართვით. როგორც ეს ადრე წარმოედგინათ მკვლევარებს, რომლებმაც იხმარეს სიტყვა „ქსოვილი“ (ისინი ადარებდნენ ნაქსოვს). მართალია, მცენარეული ქსოვილი არ შეესაბამება ნაქსოვს, მაგრამ ტერმინი ისტორიულია და დარჩა ისევე ხმარებაში — თუმცა დღეს მას სხვანაირად განმარტავენ. ერთმანეთთან მჭიდროდ გადახლართულ უჯრედებს გხვდებით უდაბლეს მცენარეებში (სოკოებში, წითელ წყალმცენარეებში); მათ ცრუ ქსოვილა ანუ პლექტენქიმას („პლექტო“ — ხლართი, „ენქიმა“ — ჩასხმული, ბერძნ.) უწოდებენ.

უჯრედშორისი ნივთიერება, მეტწილად, პექტინისაგან შედგება. სხვადასხვა წესით შეიძლება გავხსნათ უჯრედშორისი ნივთიერება და უჯრედები დავაცილოთ ერთიმეორეს. ამ მოვლენას მაცერაცია („მაცერაცია“, შერბილება, ლათინ.) ეწოდება. მაცერაცია ორგვარია: ბუნებრივი და ხელოვნური. ბუნებრივი მაცერაცია მიმდინარეობს ნაყოფების დამწიფებისას (მსხალი,

საზამთრო, პამიდორი), ფოთლის ყუნწის ბაზისში, რაც აადვილებს ფოთოლ-
ცვენას. ხელოვნური მაცერაცია, თავის მხრივ, ორგვარია: ქიმიური და ბიო-
ლოგიური. პირველი შეიძლება გამოვიწვიოთ ტუტეების ან მჟავების მოქმე-
დებით ან კიდევ ხანგრძლივი ხარშვით. ხელოვნური მაცერაცია ფართოდ გა-
მოიყენება ბოჭკოების გამოსაცალკევებლად (სართავ მცენარეებში: რამი, კენა-
ფი, ქენდირი), მერქნის დასაშლელად და სხვა. ბიოლოგიური მაცერაცია,
ტარდება მცენარეების წყალში დაღობით ზაფხულში. აქ ვითარდება მიკრო-
ორგანიზმები, რომლებიც იკვებებიან უჯრედშორისი ნივთიერებით — პექტინით.
ეს წესი ფართოდ გამოიყენება სელის ბოჭკოს წარმოებაში. პექტინოვან ნივ-
თიერებებს ფართოდ იყენებენ აგრეთვე საკონდიტრო წარმოებაში.

ამა თუ იმ ქსოვილის უჯრედები ერთმანეთთან მჭიდროდ არიან დაკავ-
შირებული. ზოგჯერ მჭიდრო განლაგება არაა, განსაკუთრებით კუთხეებში
და ჩნდება უჯრედშორისი სივრცეები ანუ უჯრედშორისები. უჯრედშორისე-
ბის გადიდებისას წარმოიქმნება უჯრედშორისი სავალები ანუ არხები.

უჯრედშორისებში, უპირატესად, ჰაერია და წყლის ორთქლი. ქსოვილი
შეიძლება შედგებოდეს ცოცხალი ან მკვდარი უჯრედებისაგან. მიუხედავად
იმისა, რომ ზოგიერთი ქსოვილი მკვდარი უჯრედებისაგან შედგება, მცენარე-
სათვის იგი გარკვეული მნიშვნელობის ფაქტორია. ასეთებია: კორპი, მერქანი,
მექანიკური ქსოვილები, კურკა და სხვა.

უჯრედის განხილვის დროს შევეხეთ პროზენქიმულ და პარენქიმულ
უჯრედებს. გრძელი უჯრედებისაგან იქმნება პროზენქიმული ქსოვილები; მომ-
რგვალო უჯრედებისაგან შეიძლება ქსოვილი პარენქიმულია. ქსოვილების
უჯრედი თხელი ან სქელგარსიანია. ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებულ
უჯრედებიან ქსოვილებს მკვრივი ქსოვილები ეწოდება; კარგად განვითა-
რებულ უჯრედშორისებიან ქსოვილებს კი ფაშარ ქსოვილებს უწოდებენ.

მარტივი ქსოვილი ეწოდება იმ ქსოვილს, რომლის შექმნაში ერთნა-
ირი აგებულებისა და ფუნქციების მქონე უჯრედები მონაწილეობენ; სხვადა-
სხვა აგებულებისა და ფუნქციის მქონე უჯრედებისაგან შექმნილ ქსოვილს
რთული ქსოვილი ეწოდება.

მცენარის ზრდასა და განვითარებას განაპირობებს შემდეგი სახის ქსო-
ვილები: წარმომშობი, მფარავი, მექანიკური, გამტარი და ძირითადი.

წარმომშობი ქსოვილი. წარმომშობი ქსოვილი ანუ მერისტემა დასაწყისს
აძლევს დიფერენცირებულ ქსოვილებს, ორგანოებს და შემდეგ მთლიანი ორ-
განიზმის ჩამოყალიბებას. წარმომშობი ქსოვილი მდებარეობისა და მოქმედე-
ბის მიხედვით ცნობილია სხვადასხვა სახელწოდებით, მაგ., კენწრული მერის-
ტემა (ზრდის კონუსი) და გვერდითი (კაპილუმი) მერისტემა. არჩევენ ღეროს
ზრდის კონუსისა და ფესვის წვერის წარმომშობი ქსოვილებს.

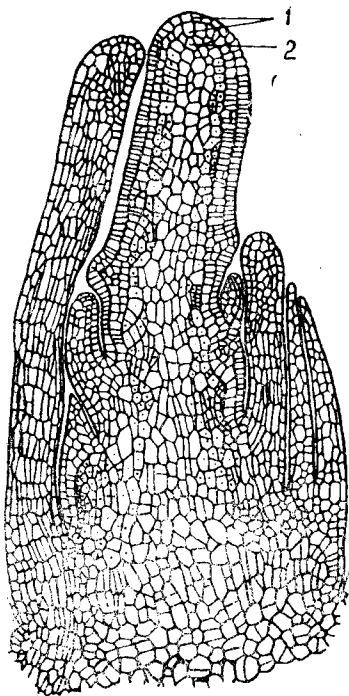
ზრდის კონუსი მოთავსებულია კვირტსა და თესლის ჩანასახში.

ზრდის კონუსი (სურ. 47) შედგება სამი ნაწილისაგან. პირველი სულ
გარეთა შრე — დერმატოგენია, რომლისაგანაც წარმოიშობა მფარავი
ქსოვილი.

დერმატოგენის შიგნით მდებარეობს მრავალრივანი შრე — პერიბლემა,
საიდანაც წარმოიშობა პირველადი ქერქის ძირითადი ქსოვილი. სულ შიგნი-
თა, ასევე მრავალშრიანი ნაწილია — პლერომა; იგი თავისი ბუნებით რამ-
დენადმე განსხვავებულია დერმატოგენისა და პერიბლემისაგან; პლერომა წარ-

მოშობს—პროკამბიუმს და პერიციკლს. პროკამბიუმიდან შემდგომში ვითარდება გამტარი კონები, ხოლო პერიციკლიდან—ბოჭკოები (ფესვში—გვერდითი ფესვები). პლერომიდან წარმოიშობა აგრეთვე ქსოვილი—გულგული.

ზრდის კონუსის მერისტემებს კიდევ კენწრულ ანუ აპეკალურ მერისტემებს უწოდებენ. არსებობს კიდევ ჩამატებითი ანუ ინტერკალარული მერისტემა, ბაზალური მერისტემა და გვერდითი ანუ ლატერალური მერისტემები.



სურ. 47. ღეროს წვერის სიგრძევი კრილი:
1—ტუნია, 2—კორპუსი.

ჩამატებითი მერისტემა კარგად გამოხატულია მარცვლოვან მცენარეთა მუხლში და ღეროს სიგრძეზე ზრდაში უწყობს ხელს. ბაზალური მერისტემა მდებარეობს ფოთლის ძირში (სიმინდი) და ფოთლის სიგრძეზე ზრდას უწყობს ხელს.

გვერდითი მერისტემები ღეროს მთელ სიგრძეზე მიჰყვებიან და სიგანეზე ზრდაში ხელს უწყობენ. ესენია: კამბიუმი, ფელოგენი, გამსხვილების რგოლი, პერიციკლი. კამბიუმიდან წარმოიქმნება მერქანი და ლაფანი, ფელოგენიდან—კორპი. გამსხვილების რგოლიდან კონცენტრული ტიპის გამტარი კონები (დრაცენა, ალოე და სხვა.), ხოლო პერიციკლიდან წარმოიშობა დამატებითი ფესვები.

მერისტემები, ჩვეულებრივ, განაწილებულია მცენარის ყველა ორგანოში, ყველაზე მეტი ტიპის მერისტემები მოდის ღეროზე. ეს გასაგებია, რადგან ყველა ორგანოთა შორის უფრო რთულად აგებულია ღერო.

მრავალწლოვან მცენარეს ახასიათებს მისი სიცოცხლის მთელ მანძილზე—წლის ზოგიერთი სეზონის გამოკლებით—ზრდა სიგრძეზე და სიგანეზე. პირველს, ძირითადად, ახორციელებენ ყველა კენწრული მერისტემები, ჩამატებითი და ბაზალური მერისტემები; მეორეს—კამბიუმი, გამსხვილების რგოლი, ფელოგენი, ნაწილობრივ, პერიციკლი.

მფარავი ქსოვილი. როგორც სახელწოდებიდან ჩანს, ამ ქსოვილის ძირითად ფუნქციას შეადგენს დაფაროს მცენარე სხვადასხვა უარყოფითი ზემოქმედებისაგან, მათ შორის: ტემპერატურის ცვალებადობისაგან, ნალექებისაგან, ბიოტური და მექანიკური დაზიანებისაგან და ა. შ.

მფარავი ქსოვილი შეზღუდული ქსოვილების სისტემას მიეკუთვნება და წარმოშობის მიხედვით ორგვარია—პირველადი და მეორადი. პირველად მფარავი ქსოვილებს ეკუთვნის კანი ანუ ეპიდერმისი, ხოლო მეორად მფარავი ქსოვილებს—კორპი ანუ საფევი.

კანი, ანუ ეპიდერმისი („ეპი“—ზე, კანი, ბერძნ.) პრომერისტემადერმატოგენისაგან წარმოშობილი მთარაფი ქსოვილია.

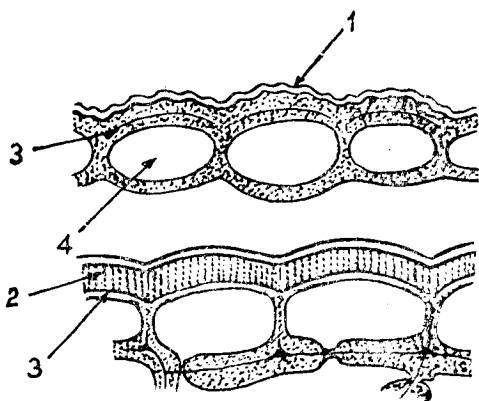
კანი ერთყმის მცენარის ყველა მზარდ ნაწილებს მათი სიცოცხლის მთელ მანძილზე. იგი ერთ წყებად განწყობილი ცოცხალი უჯრედებითაა წარმოდგენილი.

თითოეული უჯრედის პროტოპლასტი შედგება: კედლური პროტოპლაზმისაგან, ბირთვისაგან, მცირერიცხოვანი ლეიკოპლასტებისაგან, ზოგჯერ ქლოროპლასტებისაგან (მხოლოდ სპოროფანებში, ყვავილოვნებში არაა). კანის უჯრედში დიდი ზომის ვაკუოლა, რომელიც ამოვსებულია სხვადასხვა შეფერადების უჯრედის წვენით. ზოგიერთი მცენარის კანის უჯრედში აღინიშნება აგრეთვე ცისტოლითი („ცისტოს“—ბუშტი, „ლიტოს“—ქვა, ბერძნ.). ცისტოლითები უჯრედის შიგნითა გარსის პარკისებრი გამონაზარდებია და გარსზე ყუნწით არიან მიმაგრებული. პარკისებრ გამონაზარდებში გროვდება ნახშირმჟავაკაციუმი, ყუნწში კი—კაჟოვანა. კანის უჯრედები დაყოფის ღნარს დიდხანს ინარჩუნებენ და ისინი ერთმანეთთან მკიდროდ მიჯრილნი არიან. კანის უჯრედების ფორმა იცვლება იმის მიხედვით, თუ რომელ მცენარეებს მიეკუთვნებიან, სწრაფმზარდ მცენარეებში კანის უჯრედები წაგრელებულნი არიან, ხოლო ნელამოზარდ მცენარეებში—შედარებით ოთხკუთხისებრია. კანის უჯრედის გარსი გარედან უფრო გასქელებულია, ვიდრე შიგნით. გასქელება უფრო მეტია მშრალ პირობებში მოზარდ მცენარეებში (ქსეროფიტებში); კანის უჯრედის გარსის გარეთა ნაწილი გაჟღენთილია კუტიკულით.

კუტიკულა კანსზედა თხელი გამჭვირვალე ფენაა, რომელიც ფოთლებისა და ყლორტების კანს ზევიდან ფარავს (სურ. 48).

კუტიკულა უჯრედის გარსის გარეთა შრის ცხიმოვანი ნივთიერებით—კუტინით გაჟღენთვის შედეგად წარმოიქმნება და ამ პროცესს კუტინიზაცია ეწოდება. კუტიკულა აირებისა და წყლის გაუმტარია და ამდენად, მცენარეს კარგად იცავს ზედმეტი აორთქლებისაგან.

კუტიკულას უფითარდება ცვილისებრი ნაფიფქი. ეს ცვილისებრი ნაფიფქი შესამჩნევია, მაგალითად, ქლიავის, ყურძნის ნაყოფზე, ზოგიერთ წიწვებზე, მარცვლოვანთა ფოთლებზე და სხვა. ნაფიფქის ფენის სისქე ზოგიერთ მცენარეში დიდია, მას აკლიან სამრეწველო და ტექნიკური მიზნებისათვის. ზოგი მცენარის კანის უჯრედების გარსი კალციუმით იჭლანთება. ტენიან პირობებში მოზარდ მცენარეებს კუტიკულა თითქმის არა აქვთ, მშრალ ადგილებში მოზარდ მცენარეებს კი კუტიკულა კარგად აქვთ განვითარებული. კანის დაცვითი როლი უფრო იზრდება, როდესაც კანს უფითარდება სხვადა-



სურ. 48. 1—კუტიკულა, 2—კუტიკულარული ფენები, 3—ცელულოზური ფენები, 4—უჯრედის ღრუ.

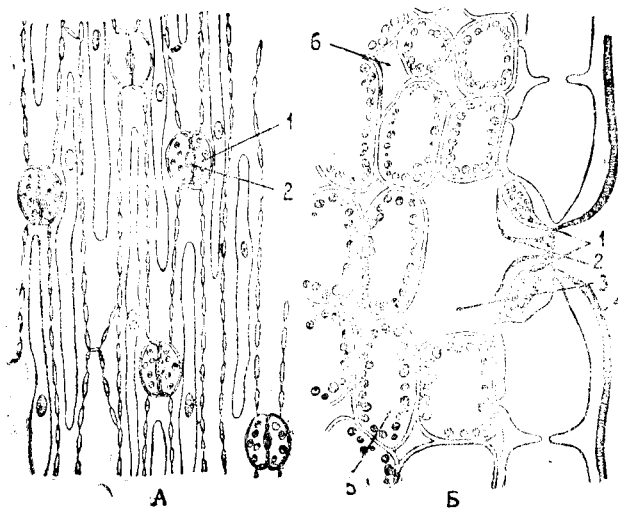
სხვა გამონაზარდი სხვადასხვანაირი ბუსუსების—ტრიქომების (.ტრიქონა—ბეწვები, ბერძნ.) სახით.

ბუსუსები ხშირია ფოთლებზე. ბუსუსები ერთ-ან მრავალუჯრედიანებია. მათი ფორმა, ზომა და აგებულება მეტად ნაირგვაროვანია, მაგრამ მაინც განიყოფა მარტივი და ჯირკვლოვანი ბუსუსები. მარტივია ფესვის შემწოვი ბუსუსები, რომლებიც ნიადაგიდან იწოვენ წყალს და მასში გახსნილ ნივთიერებებს. ფოთოლს, ყვავილის ზოგიერთ ბუსუსს განსაკუთრებით ზედა კენწრული ნაწილი ამობურცული აქვს და ამობურცულებში უჯროვდება სხვადასხვა ნივთიერება (ეაერხეთები). ასეთ ბუსუსებს ჯირკვლოვანი ბუსუსები ეწოდება. სპეციფიკური აგებულების ჯირკვლოვანი ბუსუსები აქვს ჭინჭარს. მისი ბუსუსები ერთუჯრედიანია. მას წვენი ნაწილში მახვილი დაბოლოება აქვს და გარსი გაქვნილია სილიციუმის ნაერთით, რის გამოც იგი მსხვრევადია. შეხების დროს წვერის ნაწილი ადვილად ტყდება და მასში დაგროვილი წინააღი ნივთიერება იღვრება, ხვდება რა ადამიანის კანს, იწვევს დასუსტებას. ამ ჯირკვლოვან ბუსუსებს მსუსხავი ბუსუსები ეწოდება. ბუსუსების მსგავსად კანის გამონაზარდებია—ქაცვები, მეჭეჭები, ქერქლები, ჯაგრები და სხვ. ბუსუსების სიცოცხლის ხანგრძლივობა დიდია, იგი კანთან ერთად ცვია.

კანის გარეთა გამონაზარდს ეკუთვნის აგრეთვე ქაცვი, რომელიც მრავალუჯრედიანი სხეულია და შედგება გახევებული უჯრედებისაგან. ქაცვი ზოგჯერ ეპიდერმისის უჯრედებისაგან არის წარმოქმნილი, ზოგჯერ კი მის წარმოშობაში ღეროს პარენქიმული უჯრედები მონაწილეობენ. ქაცვი გარედან კანითა და ბეწვებითა დაფარული და ამავე დროს ბაგეებსაც შეიცავს.

წყლის შეთვისების, აორთქლებისა და აირმიმოცვლის პროცესებისათვის კანის უჯრედებს შორის იქმნება დამახასიათებელი წარმოქმნანი—ბაგეების სახით. კანის ცალკეულ უჯრედს უფითარდება რკალისებრი კედლები; ეს კედლები ყოფენ ამ უჯრედებს. ცენტრალური უჯრედი ბაგის შექმნის საწყისი უჯრედი. ეს საწყისი უჯრედი იყოფა ორად სიგრძივი სატინხრით, რომელიც შენდევ იზლიჩება და ჩნდება ნაპრალისებრი ხვრელი ბაგე.

ბაგეები მცენარის ყველა ახალგაზრდა ორგანოშია, განსაკუთრებით ფოთოლში; მეტწილად ბრტყელი ფოთლის ქვედა მხარეზე ბაგეები დიდი რაოდენობით არიან განლაგებულნი, ხოლო ვერტიკალურად განხიდულ ფოთლებს ბაგეები ორივე მხარეზე აქვთ. წყლის ზედაპირზე მოტივტივე ფოთლების მქონე ზოგიერთ მცენარეს (თეთრსა და ყვითელ დუმფარას, წყლის ზამბახს, წყლის სუროს და სხვ.) ბაგეები ზედა მხარეზე აქვს განლაგებული, ბაგეები არა აქვთ წყალში ჩაყურსულფოთლებიან მცენარეებს (წყლის მრავალძარღვას, ისარას და სხვ.). ბაგეები ფოთლის ზედაპირზე თითო-თითო და თანაბრად, ან გასწვრივ რიგებად (სურ. 49) არიან განლაგებული ან ჯგუფებად არიან შეკრებილნი. ფოთლის 12 მმ-ზე ბაგეების რიცხვი 300-ზე მეტია, ხოლო მალიანად ფოთოლზე ხშირად ერთ მილიონს აღწევს. ბაგე ორი უჯრედისაგან შედგება და რკალივით მოხრილი ეს ორი უჯრედი ქმნის ძალზე წვრილ სანათურს—ბაგის ხვრელს. ბაგის ხვრელი გარშემორტყმულია ორი უჯრედით და მათ მკეტავი უჯრედები ეწოდება. ბაგის ხვრელის გარეთა გავანაწილებულ ნაწილა, ბაგის წინა ეზო, ხოლო ბაგის ხვრელის შიგნით გავანაწილებულ ნაწილს, ბაგის უკანა ეზო ეწოდება. ბაგის ხვრელის ქვეშ ე. წ. საპარო ღრუა. ბაგის მკეტავი უჯრედები სხვადასხვა პირობების მოქმედებით



სურ. 19. ბაგეები ფოთლის გადგრძესზე. A—სიბრტყევი ქრილი, B—გაჩივი ქრილი, 1—მკეტავი უჯრედები, 2—ბაგის ხერტი, 3—საპაერო ღრუ, 4—კუტიკულა, 5—პარენქიმის უჯრედები ქლოროპლასტებით, 6—უჯრედშორისი სივრცეები.

არეგულირებენ ბაგეების ხერტის გახსნასა და დაკეტვას. მკეტავი უჯრედები მეტწილად ნახევრადმთვარიანებრი ფორმისა არიან და შეიცავენ ქლოროპლასტებს, რის გამოც მწვანე შეფერალება აქვთ. ბაგის ხერტის გაღება და დაკეტვა—ეს ორი საწინააღმდეგო პროცესი—დამოკიდებულია, ერთი მხრივ, მკვებავი უჯრედების გარსის არათანაბარ გასქელებაზე და, მეორე მხრივ, ტურგორულ მდგომარეობაზე. მკეტავი უჯრედებს მიკრო ბაგეების გაღებასა და დაკეტვას ტურგორის შემცირება ან გაზრდა იწვევს.

ეს ორივე პროცესი მაშინ ხდება, როდესაც მკეტავი უჯრედების ოსმოსური წნევა მაღალია; მაშინ უჯრედები ტურგორულ დაძაბულ მდგომარეობას ღებულობენ და ბაგის ადგენენ. როდესაც უჯრედების ტურგორული დაძაბულობა მცირდება, ოსმოსური წნევა ეცემა, მაშინ ბაგეები იკეტება.

გარდა ჩვეულებრივი ბაგეებისა, ზოგიერთ მცენარეს, განსაკუთრებით ტენჭარბიანებს, ფოთლის კიდეებზე და წვერზე უფითარდება წყლის ბაგეები ანუ ჰიდატოდები („ჰიდატოს“—წყალი, „იდოს“—გზა, ბერძნ.). ასეთი ბაგეების საშუალებით ხდება წყლის წვეთების გამოყოფა ფოთლებიდან გარეთ და ამ პროცესს ვუტყვიან („ვუტა“—წვეთა, ლათინ.) ეწოდება. ამ ბაგეების ქვეშ პარენქიმული უჯრედებისაგან შემდგარა წყლის შემცველი ქსოვილია.

თუ კანის ასაკი ერთწლოვანი მცენარეებისათვის მეტწილად ერთ წლამდე (რამდენიმე თვე) განისაზღვრება, მრავალწლოვანებში იგი ვეგეტაციის პირველ წელს აჩერებს ზრდას, შემდეგ ცვივა ან ხეს შეახმება და მეორადი მფარავი ქსოვილით—კორპით იცვლება.

კორპი ანუ ფელემა („ფელოს“—კორპი, ბერძნ.) კანისაგან განსხვავებით მკვდარი პარენქიმული უჯრედებისაგან შედგება.

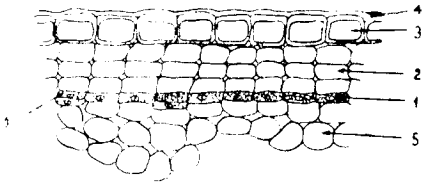
კორპი მრავალწლოვან, იშვიათად, ერთწლოვან მცენარეებში მეორადი მერისტემისაგან, კორპის წარმოშობი კამბიუმისაგან ვითარდება, რომელსაც ფელოგენსაც („ფელოს“—კორპი, „გენოს“—დაბადება) უწოდებენ.

ფელოგენი შეიძლება წარმოიშვას: 1) კანის უჯრედის ტანგენტალური ტიხარის ორად გაყოფის გზით წარმოშობილი შიგნითა წყება უჯრედისაგან, 2) კანის შიგნით მდებარე ქერქის პარენქიმული უჯრედებისაგან და 3) ქერქის შიგნითა ქსოვილებისაგან.

ფელოგენიდან გარეთ წარმოქმნილი კორპის უჯრედები მალე კვდებათ, რადგან მათი გარსები იჟღინთებიან სუბერინით, რის გამოც უჯრედების კვება წყდება.

იგივე ფელოგენი შიგნით პარენქიმული ცოცხალი უჯრედებისაგან შემდგარ ქსოვილს—ფელოდერმას ქმნის, რომლის უჯრედების დამახასიათებელია ქლოროპლასტების თანაპოვნობა.

მაშასადამე, ღეროსა და ფესვის საფარი სისტემა სამი ქსოვილისაგან შედგება: გარედან კორპისაგან ანუ ფელემისაგან, კორპის კამბიუმისაგან



სურ. 50. პერიდერმის წარმოქმნა:

- 1—ფელოგენი (კორპის კამბიუმი); 2—კორპი;
3—ფელიდერმისი; 4—ქუტიკულა; 5—ფელოდერმა.

ანუ ფელოგენისაგან და შიგნიდან ფელოდერმისაგან (სურ. 50). ეს სამივე ქსოვილი ერთად ცნობილია პერიდერმის („პერო“—ახლო, ბერძნ.) სახელწოდებით. სწორედ ამ პერიდერმის ძირითადი ელემენტი კორპი და როგორც მთარავი ქსოვილი უფრო უკეთესად იცავს მცენარეს, ვიდრე კანი. იგი იცავს მცენარეს წყლის ზედმეტი აორთქლებისაგან,

ტემპერატურის მერყეობისაგან (გადახურება, მოყინვა), სხვადასხვა მიკროორგანიზმის მავნე მოქმედებისაგან (ვინაიდან კორპის მკვდარი უჯრედები ამ ორგანიზმებისათვის არ წარმოადგენენ საკვებ არეს) და კორპზე ვერ სახლდება სოკოს, ბაქტერიებისა და ვირუსის ტიპის მავნეობის გამოძწევები ორგანიზმები. კორპის უჯრედი ჰაერითაა სავსე. კორპის პარენქიმული თხელგარსიანი უჯრედები ერთმანეთთან მჭიდროდაა დაკავშირებული და უჯრედშორისები არა აქვთ. კორპის გარსი გაჟღენთილია ცხიმმაგვარი ნივთიერებით—სუბერინით („სუბერ“—კორპი, ლათინ.), რაც გაკორპებას ანუ სუბერინიზაციას იწვევს; ამის გამოც გაკორპებული ზედაპირი სავსებით გაუმტარია.

ზოგიერთ მცენარეს, რომელთაგანაც ტიპურია კორპის მუხა, *Quercus suber*-ს კორპი სქელ ფენად უვითარდება, მისი სისქე რამდენიმე სანტიმეტრს აღწევს. კორპს პერიოდულად თლიან და ჭურჭლების საცობად, საიზოლაციო მასალად იყენებენ.

კორპში ბაგეების ნაცვლად ვითარდება თავისებური წარმონაქმნები—მეჭეჭები. მეჭეჭები პერიდერმის ხვრელებია. ამ ხვრელების საშუალებით შედის ჰაერი. ფელოგენისაგან წარმოშობილი ზოგიერთი ცოცხალი უჯრედი ჩამოყალიბების შემდეგ აღწევს კანს და გამოეფინება გარეთ მურა ან ნაცრის-

ფერი სხვადასხვა ფორმის ბორცვების სახით (მუხა, მეჭეჭებიანი არყი, მეჭეჭებიანი ჭანჭყატი და სხვ.).

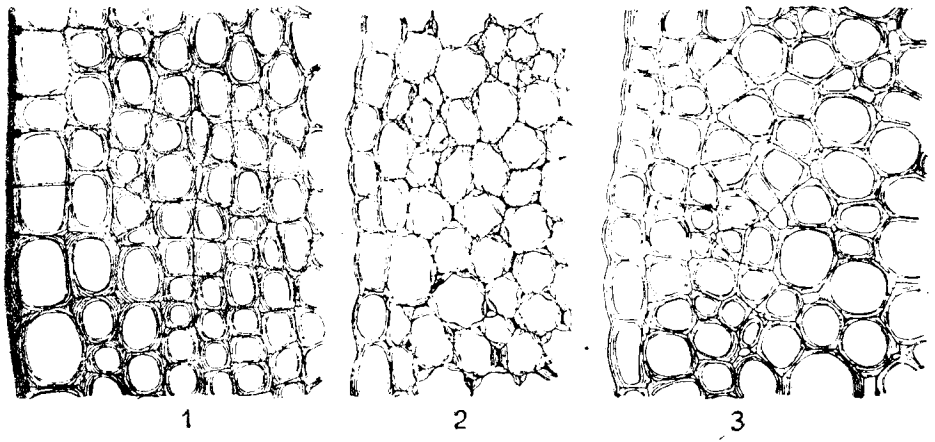
ზოგჯერ ფელოგენი კვდება. ქერქის ძირითად ქსოვილში წარმოიქმნება ახალი ფელოგენი, მაშინ პერიდერმა ლაგდება რგოლისებრ ფენებად და იქმნება რგოლისებრი ფუტი.

ფელოგენი ზოგჯერ მთლიანად არა რგოლებად, უბნებად ლაგდება, რის გამოც პერიდერმის განლაგებაც არამთლიანია და ამ შემთხვევაში ფუტი ქერცლოვანია.

მექანიკური ქსოვილები. ამ ქსოვილების ძირითადი ფუნქციაა მცენარის სიმაგრე, სიმტკიცე, გამძლეობა სხვადასხვა ზემოქმედების მიმართ (ქარი, ნალექები, ცოცხალი ორგანიზმები და სხვა); მექანიკური ქსოვილები ყველა უმაღლესი მცენარის ძირითად ორგანოებშია (ფესვი, ღერო, ფოთოლი და მათი ნაწილები). მექანიკური ქსოვილის უჯრედების დამახასიათებელი ნიშანია გარსის ამა თუ იმ ხარისხით გასქელება.

უჯრედის ფორმისა და გარსის გასქელების ტიპის მიხედვით არჩევენ მექანიკური ქსოვილების სამ სახეს: კოლენქიმას, სკლერენქიმას ანუ ბოჭკოს და სკლერეიდას.

კოლენქიმა („კოლა“—წებო, „ენქიმა“—ავსებული, ბერძნ.) მარტივი ქსოვილია. მის ცოცხალ უჯრედებში პროტოპლაზმასთან ერთად ქლოროფილისა და სახამებლის მარცვლებია. უჯრედის გარსი არათანაბრადაა გასქელებული. გარსის გასქელების მიხედვით არჩევენ კოლენქიმის შემდეგ სახეებს: თუ მხოლოდ გარსის კუთხეებია გასქელებული, ეს იქნება კუთხური კოლენქიმა; როდესაც ტანგენტალური გარსებია გასქელებული, ეს ფირფიტოვანი კოლენქიმაა, მაგრამ როცა ადგილი აქვს აგრეთვე კუთხეებისა და გვერდების გასქელებასაც, მაშინ შერეული კოლენქიმა იქნება (სურ. 51).



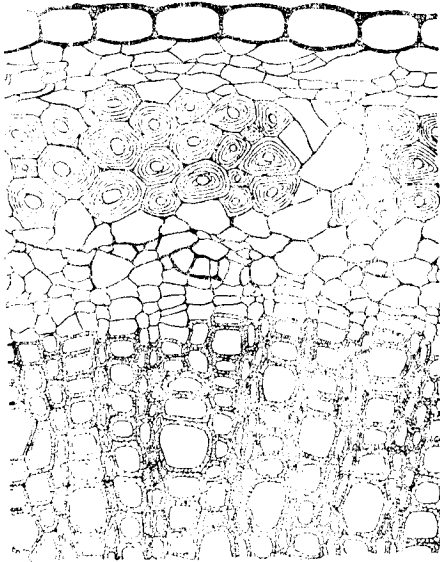
სურ. 51. კოლენქიმა

1—ფირფიტოვანი სატილიას (*Pedicularis comosa*) განივი ჭრილი; 2—კუთხური კოლენ-მეფავას (*Rumex acetosella*) (განივი ჭრილი); 3—კუთხური (სიგრძივი ჭრილი).

კოლენქიმის უჯრედის შიგთავსის სიცოცხლისუნარიანობა დამოკიდებულია მცენარის ასაკზე. ერთწლოვანებში ერთი სიცოცხლი სუნარიანობა სავეგე-

ტაციო პერიოდით განისაზღვრება, ხოლო მრავალწლოვანებში—რამდენიმე წლით. ღეროს სისქეში ზრდასთან ერთად კოლენქიმა კვდება და ღეროს კანთან ერთად ცვივა. კოლენქიმა, უპირატესად, ორლებნიანებს ახასიათებს, იშვიათად ერთლებნიანებშიაც მოიპოვება—ღეროების ნუხლებში; ეს ქსოვილი, მეტწილად, ახალგაზრდა მცენარის ღეროს კანის ქვეშაა, ჩვეულებრივია ყუნწისა და ფოთლის ძარღვში.

სკლერენქიმა („სკლერო“—მაგარი, ხეშეში, ბერძნ.) კარგადაა გამოსახული ღეროში (სურ. 52), იშვიათად კი—ფესვებში. მისი პროზენქიმული უჯრედების ბოლოები შევიწროებულია. გარსი ძლიერ გასქელებული და გახვევებულია. ზოგჯერ კი ცელულოზოვანი (სართავი მცენარეები). შიგთავსი ადრე კვდება და უჯრედი ჰაერით ივსება. ბოჭკოს უჯრედის გარსი შედგება პირველადი, მეორადი და მესამეული შრეებისაგან. პირველადი შრე პროტოპლაზმიდან განვითარებული ყველაზე გარეთაა შრეა, ამ შრის შემდეგ ვითარდება მეორეული შრე, ხოლო ყველაზე შიგნითაა მესამეული შრე. მეორადი შრეებითაა გამოწვეული გარსის გასქელება. ზოგიერთ ალგილებში პირველად შრეებზე მეორადი შრეები წყვეტილია, გას-



სურ. 52. სელის (*linum usitatissimum*) ღეროს განვი კრილი.

ქელება არ ხდება, ჩნდება ნაპრაღისებრი ფორები.

ბოჭკო წარმოშობით ორგვარია: პირველადი, როდესაც იგი ვითარდება პროკამბიუმისაგან და პერიციკლისაგან, ხოლო მეორადი, როდესაც კანტიუმისაგან ვითარდება. მეორადია ლაფანში ლაფანის ბოჭკო და მერქანში ნერქის ბოჭკო ანუ ლიბრიფორმი („ლიბენ“—ნათ. ბერძნ. „ლიბრე“—ხრალი ბერძნ.). ლაფანის ბოჭკოს თანაპოვნიერებით ცნობილია ბოჭკოვანი მცენარეები, რომლებიც გამოიყენება საფეიქრო მრეწველობაში.

ლაფანის ბოჭკოს უჯრედი განსაკუთრებით გრძელია, მისი სიგრძე ხო-
მით 2—200-მმ-სა და მეტს აღწევს; ლაფანის ბოჭკოს უჯრედის გარსი შე-
იცავს ცელულოზას ან შეიძლება გახვევებული იყოს.

წმინდა ცელულოზური გარსების მქონე უჯრედებისაგან შემდგარი ლაფ-
ანის ბოჭკოები აქვს სელს, რამს, ქენდირს და სხვ. გახვევებული გარსიანი
ბოჭკოები აქვს, მაგალითად, ცაცხვს, თელას და სხვ. ბოჭკოს დიდი რაოდენ-
ობაა, მაგ., ახალზელანდიური სელის ფოთლებში. ბოჭკო ქსოვილებიდან მა-
ცერაციის გზით გამოიყოფა.

ბოჭკო დიდ წინააღმდეგობას უწევს მცენარის სხვადასხვა ნაწილის გა-

დალუნვას, გამოწვეულს ამა თუ იმ ფაქტორის მოქმედებით (მეტწილად ქარის).

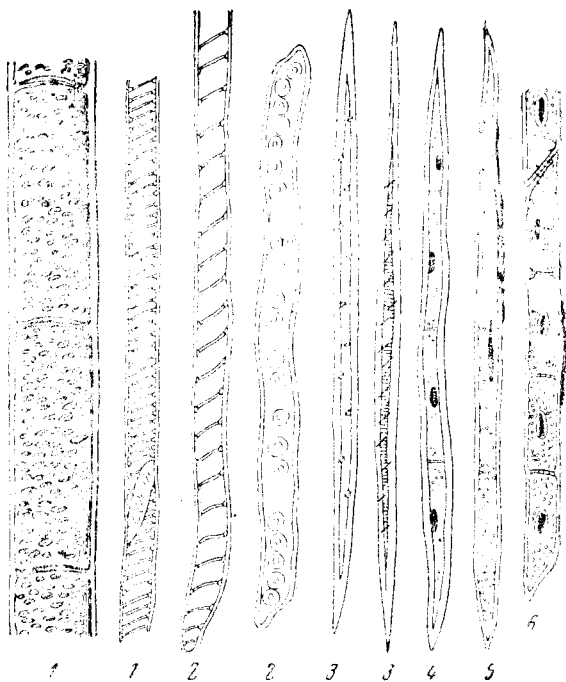
ლაუნისა და მერქნის ბოჭკო რთულ ქსოვილთა სისტემაში შემავალი ნაწილებია და მეორად ლაუნისა და მერქანშია განლაგებული.

მერქნის ბოჭკო (სურ. 53) გახვევულგარსიანი უჯრედებით შესაფერად ეწინააღმდეგება ხის ტანისა და ვარჯის მასის სიმძიმის ზედიდან დაწოლას, ამიტომ იმ ხის მერქანი, რომელშიაც მერქნის ბოჭკოები დიდი რაოდენობითაა, მეტად მყარია და განსაკუთრებული მდგრადობით ხასიათდება (მუხა, ურთხელი, წაბლი, ბზა, რცხილა, ევკალიპტი).

ს კ ლ ე რ ე ი დ ე ბ ი
(„სკლეროს“—მაგარი, ხე-შეში „ეიდოს“—სახე, ბერძნ.)
ანუ გაქვავებული უჯრედები ფორმით სხვადასხვანაირია: მომრგვალო, წაგრძელებული, დაკუთხული, წახანაგოვანი და ვარსკვლავისებრი (სურ. 54); სკლერეიდა მარტივ ქსოვილებს ეკუთვნის და მისი ცოცხალი უჯრედის შიგთავსი შედგება პროტოპლაზმისაგან, ბირთვისაგან და ზოგჯერ სახამებლის მარცვლებისაგან.

მომრგვალო და დაკუთხული უჯრედებისაგან იქმნება გროვა გაქვავებული უჯრედებისა, რომლებიც დიდი რაოდენობითაა მსხლისა და კომშის ნაყოფის რბილობაში (სურ. 55). მათი უჯრედების გარსები თანაბარი და ძლიერ გასქელებულია; ისინი გახვევული არიან. გახვევული გარსი ზოგჯერ კაჟოვანასაგან და კირისაგან შედგება, აქვთ დიდი ზომის უჯრედები და დიდი ზომის ხვრელისებრი ფორნები. სკლერეიდის უჯრედები ჯგუფებად, ან ერთეულების სახით მეტწილად ხის ქერქში, თესლისა და ნაყოფის გამაგრებულ ნაწილებშია გაბნეული (კურკა).

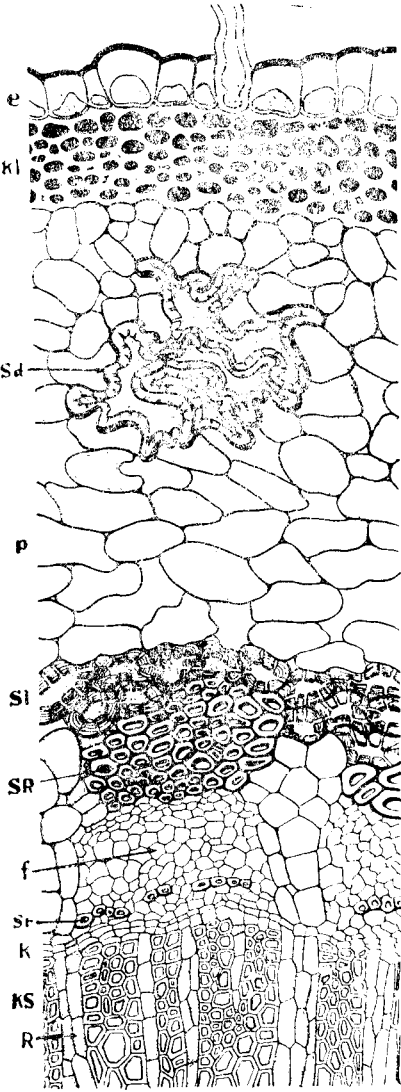
გამტარი ქსოვილები. ამ ქსოვილების ძირითადი ფუნქციაა გადაუმუშავებელი—ქვევიდან ზევით (აღმავალი დენი) და გადამუშავებული—ზევიდან ქვევით (დაღმავალი დენი) საზრდო ნივთიერებისა და წყლის გატარება. ფესვი იღებს წიაღაგიდან (ძირითადად, შემწოვი ბუსუსებით) წყალს და მასში გახსნილ სხვადასხვა ნივთიერებას, რაც გადაეცემა ზევით ღეროს საშუალებით ფოთლებს, ხოლო ფოთლების მიერ გადამუშავებული ნივთიერებები გადადის



სურ. 53. ქსოვილის ელემენტები:

- 1—ქუჩკლები, 2—ტრაქეიდები, 3—ლიბრიფორმი,
- 4—დატისრული ლიბრიფორმი, 5—შემცველი ბოჭკო,
- 6—მერქნის პარენქიმა.

ქვევით და უნაწილდება მცენარის ყველა ორგანოს. აღმავალი დენის ვატარება ხდება ნერქის ანუ ქსილემის ელემენტებით—ტრაქეებითა და ტრაქეიდებით. დაღმავალ დენს არეგულირებს ლათის ანუ ფლოემის ელემენტები—



სურ. 54. მექანიკური ქსილილი მაგნოლის ღეროს ქერქში (ნ. ანელის).
 Kl—კოლენქიმა; Sd—სკლერეიდა;
 Sl—გაქვავებული უჯრედები;
 SR—ბერიციკლოვანი ბოჭკოები;
 Sr—ლაფნის ბოჭკოები.

საცრიანი მილები და თანამგზავრი უჯრედები. განტარი ქსილოვების სისტემას მიეკუთვნება ავტოთვე ტრაქეიდები და სარძევეები ანუ სარძევე მილები.

ტრაქეები („ტრაქეა“ სასუნთქი ყელი, ბერძნ.) ანუ ჭურჭლები ვიწრო კაპილარული მილებია; ისინი წარმოიშობიან ერთ წყება სიგრძივად განლაგებულ უჯრედებს შორის განივი ტიხრების ჩაშლის გზით. მათი გარსი გახვევებულია და გასქელებული. გასქელება არაა მთლიანი, რაც იწვევს ჭურჭლის კედლების ნაირფერობას.

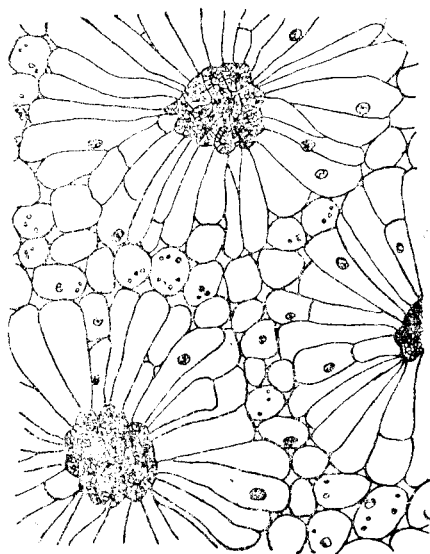
გასქელების ფორმის მიხედვით ჭურჭლები სხვადასხვანაირია: რგოლური, სპირალური, ბადისებრი, დაწერტილი და კიბისებრი (სურ. 56). ჭურჭელი რგოლურია მაშინ, როცა გარსის გასქელების ადგილები ერთმანეთისაგან საგრძნობლადაა დაშორებული და მათ რგოლური ფორმა აქვთ; სპირალურია—ჭურჭლის კედლის სპირალურად გასქელების შემთხვევაში (კედლის მთლიანად გასქელებისას), მაგრამ, როცა ალაგ-ალაგ დარჩენილია გაუსქელებელი ადგილები, მაშინ ასეთ ჭურჭელს ბადისებრი ეწოდება. ბადისებრია დაწერტილი ჭურჭლები, რომელთა მთლიანად გასქელებულ გარსში გაუსქელებელი ადგილები ფორების სახით წერტილებივით ჩანს,—მათ ფორიან ჭურჭლებსაც უწოდებენ; როდესაც ჭურჭლის კედლის გარდიგარდმო გასქელებულ ნაწილს გაუსქელებელი ნაწილი ცვლის საფეხურებივით,—მას კიბისებრი ჭურჭელი ეწოდება. ჭურჭლის გასქელება ხდება კედლების შიგნით.

რგოლური და სპირალური გასქელება მეტად მარტივია. ასეთი ჭურჭლები ორგანოებში ამ ორგანოების გან-

ვითარების ადრეულ სტადიაში წარმოიშობა. ჭურჭლების ზრდასთან ერთად მისი გაუსქელებელი ადგილები იჭიმებიან და ერთმანეთს სცილდებიან; ჭურჭლის კედლებზე არსებული მრავალი გაუსქელებელი უბანი გარემოშიან ფო-

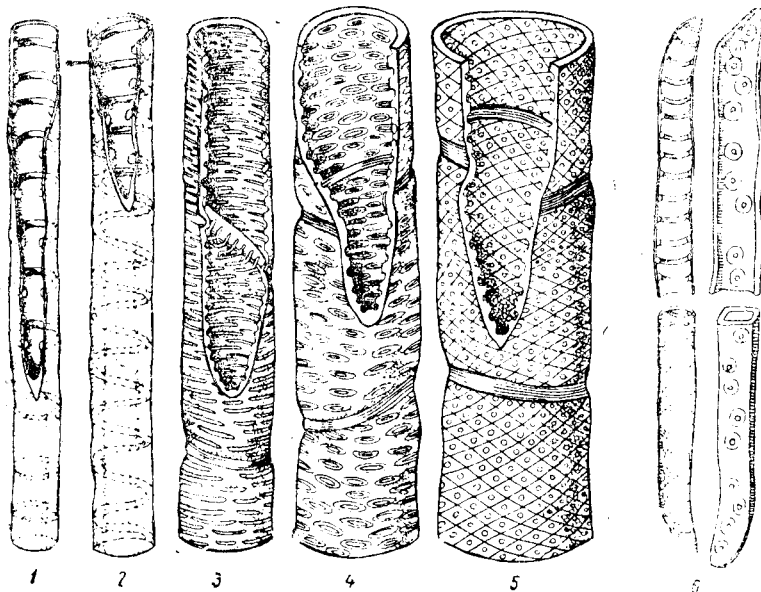
რებს წარმოადგენენ, რომელთა ფორმა და ზომა სხვადასხვა მცენარეში განსხვავებულია. ჭურჭლები ერთმანეთს ამ გარემოიანი ფორებით უკავშირდებიან.

კედლების ძლიერი გასქელებისა და გახევების გამო ჭურჭლებს დიდი გამძლეობა აქვთ. ჭურჭლების სიგრძე, ჩვეულებრივ, 10—20 მმ-ია. დიდი ზომის მცენარეებში, ხეები, ბუჩქები და ა. შ. 2—3 მ-მდე აღწევს. ლიანებს გრძელი ჭურჭლები აქვთ, მათ შეიძლება მიაღწიონ 5 მ-ს და მეტ სიგრძეს. ზოგიერთი მცენარის ზრდადასრულებული ჭურჭლები ვეღარ ატარებენ წყალს იმას გამო, რომ მათი ღრუ ამოვსებულია ე. წ. თიღებით (სურ. 57). („თიღის“ — გაბერილობა, სიმსივნე, ბერძნ.). ჭურჭლების მოსაზღვრე პარენქიმული უჯრედები ჩაიზრდება ფორების შეშვებით ჭურჭლის ღრუში და ამ გამონაზარდებით, ე. ი. თიღებით, ხდება ღრუს დაცობა პთელ სიგრძეზე. ჭურჭლები აქვთ ფარულთესლოვანებს (ყვავილოვნებს).



სურ. 55. გაქვავებული უჯრედები მსხლის ნაყოფის რბილობაში, თხელგარსიანი უჯრედებით შემოფარგლული.

წიწვოვანი მცენარეების ღეროებში ტრაქეიდებია („ტრაქვი“ — სასუნთქი,



სურ. 56. ჭურჭლებისა და ტრაქეიდების ტიპები: 1—რგოლური „ჭურჭელი“, 2—სპირალური, 3—კიბისებრი, 4—დაწერტილი, 5—ბადისებრი, 6—ტრაქეიდები.

„ეიდოს“—ყელი, ბერძნ.). ტრაქეიდები პროზენქიმული უჯრედებია და წყლის გამტარ ელემენტებს ეკუთვნიან. ერთმანეთთან მიჯრილი ტრაქეიდები განლაგებული არიან ორგანოების, განსაკუთრებით ღეროს სივრცის გასწვრივ.

ტრაქეიდები წყალს ნაკლებად ატარებენ, ვიდრე ჭურჭლები, ვინაიდან მათ შორის მდებარე გასწვრივი კედლები მხოლოდ ფორებიტაა აღჭურვილი და ჩაშლას არ განიცდიან. ამ ფორების მეშვეობით ხორციელდება ტრაქეიდების ურთიერთკავშირი.

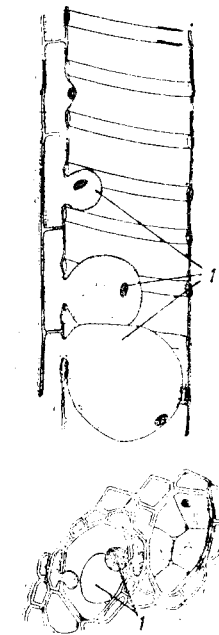
ტრაქეიდების მკვდარი უჯრედები გახევებული და სქელგარსიანებია, თუმცა მათი გასქელება არათანაბარი შეიძლება იყოს.

გასქელების მიხედვით, ისე როგორც ჭურჭლები ტრაქეიდები შეიძლება იყოს: რგოლური, სპირალური, ბადისებრი, დაწერტილი და კიბისებრი.

ტრაქეიდების სიგრძე უფრო მცირეა და მილიმეტრის მესამედებით განისაზღვრება.

საცრიანი მილები. პროკამბიუმისაგან და კამბიუმისაგან წარმოიქმნება და ძლიერ წაგრძელებულ, ცოცხალი უჯრედებისაგან შექმნილ მილებს წარმოადგენენ (სურ. 58); თხელგარსიანი ცელულოზოვანი უჯრედები გაუხევებელი რჩებიან მილების სიცოცხლის მთელ მანძილზე.

გარსების დიდი რაოდენობა ნახევარხვრელების წარმოქმნით ძალზე დაჩვილია საცერივით და ამიტომ მას საცრიანი მილები ეწოდება. მილები, მეტწილად, კონებად არიან განლაგებული. მილების სიგრძე ძალზე მცირეა—03—05 მმ, ლიანებში მათი სიგრძე 1 ან 2 მმ-ს ძლივს აღწევს. საცრიანი მილებს, სხვა გამტარი ელემენტებისაგან განსხვავებით, უხდებათ ორგანულ ნივთიერებათა გადაადგილება ფოთლებიდან ქვევით პლანზოდესმების საშუალებით. ამ პლანზოდესმებით მყარდება ერთმანეთთან კავშირი საცრიან მილებს შორის; საცრიანი მილების ცხოველმყოფელობის უნარი მრავალწლოვან ერთლებნიან მცენარეებში რამდენიმე წლით განისაზღვრება, ხოლო ორლებნიანებში—1—2 წლის შემდეგ—უმოქმედონი ხდებიან და მათი მილების ღრუები თილებით (ჭურჭლების მილების მსგავსი) იხშობიან.



სურ. 57. თილების ჩაზრდა ცრუ აკაციის (*Robinia pseudoacacia*) ჭურჭლებში; ჭურჭლების სიგრძივი და განივი კრილი. 1—თილები.

საცრიან მილებს შორის მდებარეობს გამყოფი საცერი—ფირფიტა. ეს ფირფიტა ზოგიერთ მცენარეში ზამთრის წინ სქელდება, საცრები დაიცობა თავისებური ნახშირწყლოვანი ნივთიერებებით, იქმნება კალუსი („კალიუს“—კოური, ლათინ.). გაზაფხულზე კალუსი იხსნება და საცრიანი მილებით იწყება ნივთიერებათა მოძრაობა. საცრიან მილებს გვერდით ესაზღვრება მისგან გამოყოფილი თანამგზავრი უჯრედები (სურ. 59). თანამგზავრები თხელგარსიანი, წაგრძელებული, ბოლოებწაწვეტილი ცელულოზოვანი უჯრედებია. მათ გარსებს, რომლებიც ეხებიან საცრიანი მილებისა და ფლოემის პარენქიმის უჯრედებს, ახასიათებს გაფანტული პლანზოდესმური არხები ანუ ფორები.

თანამგზავრები წარმოიქმნებიან საცრიანი მილების სივრცითი გაყოფით და განიცდიან განივი ტიხარებით გაყოფას. თანამგზავრების ფუნქცია საბოლოოდ არაა განსაზღვრული. ზოგი ავტორის აზრით, თანამგზავრები ფერმენტების დაგროვების ცენტრია, ხოლო ზოგნი ვარაუდობენ, რომ მათი მონაწილეობით ხდება საცრიან მილებში პროტოპლაზმის კოაგულაციის თავიდან აცილება.

სარძევეები ანუ სარძევე მილები. სარძევეები ცოცხალ მწვრილი უჯრედების კომპლექსია, რომელთა შეკავშირებით იქმნება მილების პადე: მათი გარსი თხელია, ძლიერ უკმეზადი და ღრეკადი. სარძევეებში გროვდება რძე წვენი ანუ ლატექსი (ლატექსი—სითხე, ლათინ.). რძეწვენი სარძევეების უჯრედის წვენია. რძეწვენი მეტწილად რძისფერია და აქედანაა მისი სახელწოდებაც, თუმცა რძეწვენის ფერი ზოგჯერ ყვითელია (ქრისტესისხლა—*Chelidonium majus*) ან მოწითალო. ეს სხვადასხვა შეფერადება გამოწვეულია სხვადასხვა პიგმენტის მოქმედებით. სარძევეების ურთიერთკავშირი მცირდება ფორების საშუალებით.

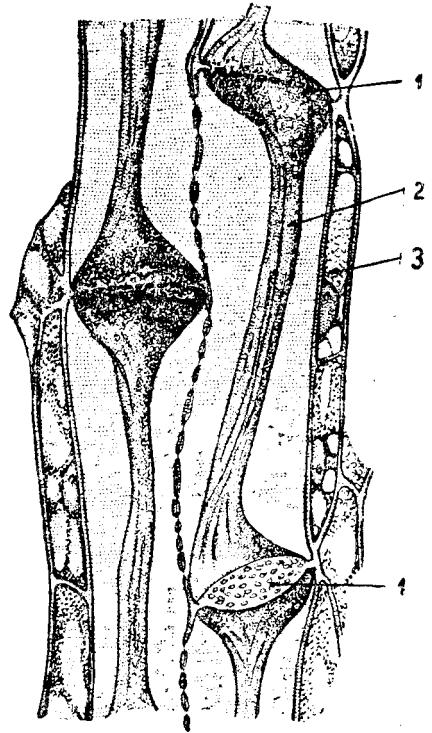
რძეწვენის შემცველ მცენარეებს ეკუთვნის რძიანა, ლეღვი, თუთა, ხაშხაში, ტაუ-სალიზი, ქოქ-სალიზი, ყირიმ-სალიზი, ფამფარულა, ფამფარა, ღორის ქადა, ბაბუაწვერა და სხვ.

სარძევე მილები ორგანოა: დანაწევრებული და დაუნაწევრებელი; როდესაც სარძევე მილების შექმნაში მონაწილეობს რამდენიმე უჯრედი და ამ უჯრედებს შორის გარსები იშლებიან, მაშინ იქმნება სარძევეების გრძელი მილები, — ესაა დანაწევრებული სარძევე მილები. დანაწევრებული სარძევეები ახასიათებთ: რთულყვავილოვნებს, ხეართველასებრთ, მაჩიტასებრთ და სხვ.

ზოგიერთი სარძევე მილების წარმოქმნა თესლის გაღივებისთანავე იწყება, აქედან მცენარის ზრდასთან ერთად ისიც იზრდება, იტოტება და წარმოიქმნება ძალიან გრძელი მილების დატოტვილი უჯრედი, — ესაა დაუნაწევრებელი სარძევე მილები. ასეთი დაუნაწევრებელი სარძევეები ახასიათებთ: რძიანასებრთ, ღველკეცისებრთ, ქენდრისებრთ და სხვა ოჯახების წარმომადგენელთ.

სარძევეებში კოლოიდურ მდგომარეობაში ემულსიების ან სუსპენზიების სახით მოიპოვება სხვადასხვა ნივთიერება.

რძეწვენის შედგენილობიდან ძირითადი ელემენტებია: კაუჩუკი-დან („კაუჩუკ“ ინგლისურად) და გუტაპერჩი („გუტა“—ფისი, „პერჩა“ — კუნძულ სუმატრას სახელწოდება მალაიურად). ზოგჯერ კაუჩუკისა და გუტა-



სურ. 58. საცრიანი მილები. 1—საცრისე-
ბური ფირფიტა; 2—პლასტიკურ ნივთიერე-
ბათა კიმები; 3—თანამგზავრი უჯრედი.

პერჩის ნაწილაკები განიცდიან შედედებას — კოაგულაციას. კაუჩუკით მდიდარია ისეთი კაუჩუკოვანი მცენარეები, როგორცაა: ბრაზილიური ჰევეა, (კაუჩუკის ხე—*Hevea brasiliensis*), მანიპოტი (*Maniat utilissima*), კოჭ-სალიზი, ტაუ-სალიზი და სხვ.). გუტაპერჩის შედედებული რძეწვენია, რომლითაც

მდიდარია თვით გუტაპერჩის ხე—*Pal-lagium gutta Sapotaceae*-ების ოჯახიდან, მეგვიკიანი ტანჯუკი (*Monimus verrucosa*) და სხვ. გუტაპერჩი გამოიყენება ელსადენების კაბელების საიზოლაციოდ.

სარძევეების წვენი შეიცავს აგრეთვე შხამიან ნივთიერებებს, მათ შორის ცნობილ ობიუმს („ობიუმ“-ყაყაოს წვენი, ზერძ.), გლუკოზიდებს, მარიმლავ ნივთიერებებს, ალკალოიდებს და სხვ.

სარძევეების ფუნქცია არაა დაზუსტებული. იმ ნივთიერებებიდან, რომლებიც წვენის სახითაა მასში დაგროვილი, მეტ წილს მცენარე გამოიყოფენებს.

სარძევეებს გამტარ ქსოვილთა სისტემის აკუმენგენი, რადგან ისინი ზოგიერთი ნივთიერების გამტარი ელემენტებია, მაგრამ სიკვანძო სარძევეებს გამოიყოფენ ქსოვილებში განხილავენ.

გამტარი კონები. გამტარი ქსოვილები, განაკუთრებით ყვავილოვან მცენარეებში, სხვა ქსოვილებს კომპლექსშია და ქმნის გამტარ კონებს.

გამტარ კონებს შეადგენენ შემდეგი ქსოვილები: გამტარი (ჭურჭლები, ტრაქეიდები, საციოიანი მილები, თანამგზავრები), მექანიკური (ლატინის ბოჭკოები, ტრაქეიდები), ძირითადი.

გამტარი კონები ორგვარია: მარტივი, როცა კონები მარტო ერთი ვეტილი ძარღვები და რთული, როცა ძირითადი და მექანიკური ქსოვილები-

სურ. 59. თამბაქოს ფლოემის სიგრძივი კრალი: 1—საცრისებური ფირფიტა; 2—თანამგზავრი უჯრედი; 3—საცრიანი მილი; 4—ფლოემის პარენქიმის უჯრედები; 5—საცრიანი მილის პლასტიდები.

ქსოვილებსაგან შედგება (ფოთლის კონები გამტარ ქსოვილებთან ერთად საგან შედგება.

გამტარი კონების შემადგენელი ქსოვილები სხვადასხვა წარმოშობისაა: პირველადი პროკამბიუმისაგანაა წარმოშობილი, ხოლო მეორადი—კამბიუმისაგან.

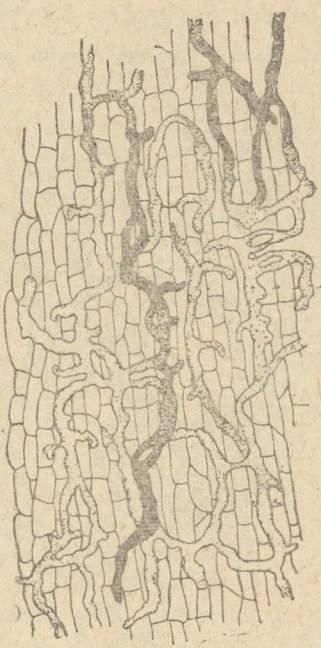
გამტარ კონებს მომრგვალო ან რამდენადმე მოგრძო ფორმა აქვს. ისინი წარმოიქმნებაან ზრდის კონუსის პლერომის ნაწილში პირველად წარმოშობი-

ქსოვილისაგან—პროკამბიუმისაგან. გამტარი კონა შედგება ორი ნაწილის აგან ლათნისა და მერქნისაგან, რომლებიც ატარებენ წყალს და სხვადასხვა ნივთიერებას. ფესვის ბუსუსის მიერ შეწოვილი წყალი და მასში გახსნილი მინერალური ნივთიერებანი მერქნის საშუალებით აღწევს ფოთოლში. ფოთლებში წარმოქმნილი პლასტიკური (ორგანული) ნივთიერებები ლათნის მეოხებით მიედინება მცენარის ყველა ნაწილამდე. ნივთიერებები ხმარდება მცენარის ზრდისა და განვითარების პროცესებს ან მათი ნაწილი მარაგად გროვდება, რომელსაც ისევ მცენარე იყენებს.

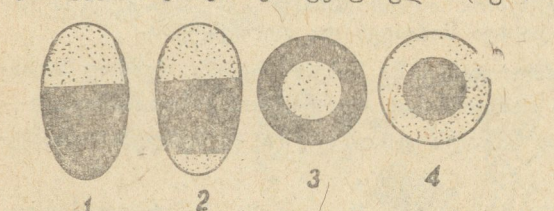
ქსილემის („ქსილონ“—ხე, ბერძნ.) ანუ მერქნის (ქვევით ყველგან მერქანი იქნება მოხსენებული) სისტემას ეკუთვნის ჭოჭოლები, ტრაქეიდები, მერქნის ბოჭკო და მერქნის პარენქიმა.

ფლოემის („ფლოოს“—ქერქი, ხრალი, ბერძნ.) ანუ ლათნის შემადგენლობაშია: საცრიანი მილები თანამგზავრებით, ლათნის ბოჭკო და ლათნის პარენქიმა.

სხვადასხვა მცენარეში მერქნისა და ლათნის განლაგება განსხვავებულია. ერთ შემთხვევაში მერქანს ყველა მხრიდან ლათანი აკრავს (გვიმრანაირები) ანდა პირუკუ—ლათანს მერქანი (ფარულთესლოვანნი). ორივე შემთხვევაში კონები კონცენტრულია (სურ. 62).



სურ. 60. სარძევეები.



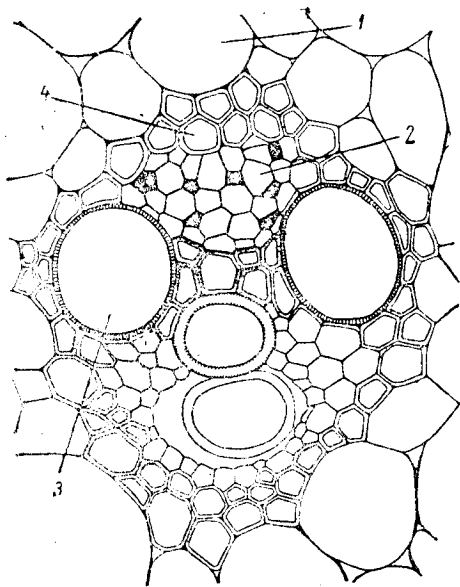
სურ. 61. სხვადასხვა გამტარის კონების ტიპების სქემა (განივი კრილი): 1—კოლატერალური; 2—კოლატერალური შიგნითა ფლოემით; 3, 4—კონცენტრული ორმხრივი (გარეთა და შიგნითა ქსილემით). შავად არის ქსილემა, თეთრად—ფლოემა.

ერთმანეთის მოპირისპირედ იყო განლაგებული (კონა გვერდული ანუ კოლატერალური). როდესაც ლათანი მერქანს ეკვრის ორივე მხრიდან, ასეთი კონები ბიკოლატერალურია. ასეთი კონებია, მაგ. კარტოფილის გორგლსა და გოგრის ღეროში. თუ მერქანი და ლათანი ერთმანეთს მორიგეობენ რადიალური მიმართულებით, მაშინ იქმნება რადიალური კონები: რადიალური კონები აქვთ წიწვოვანსაკუთრებით პირველადი აგებულების დროს.

გამტარ კონებს, რომელთაც არა აქვთ კამბიუმი და არ გააჩნიათ ზრდის უნარი, დახურული კონები ეწოდება. იმ კონებს, რომელთაც კამბიუმი ახასიათებს და აქვთ ზრდის უნარი—ღია კონები ეწოდება (სურ. 63).

გამტარი კონები ყველა ორგანოშია და ქმნიან გამტარი ელემენტების

რთულ სისტემას, განსაკუთრებით ღეროში; ღეროში გამოირჩევა სპეციალური კონები, რომლებიც მარტო ღეროშია და ღეროს ზრდასთან ერთად იზრდება. არის აგრეთვე ისეთი კონები, რომლებიც საერთო კონებია—ღეროდან ფოთლებში გადმოსული. თუ კონა მერქნისა და ლაფნის ელემენტებისაგანაა შედგენილი, მაშინ იგი სრული კონაა, მაგრამ, როდესაც კონა ცალკე მერქანს ან ცალკე ლაფანს შეიცავს—იგი არასრული კონაა.



სურ. 62. სიმინდის დახურული გამტარი კონა:
1—ძირითადი ქსოვილი, 2—საცრიანი მილები,
3—ქსილემის ტერტლები, 4—სკლერენჩიმა.

ხალი უჯრედები გამოყოფენ სხვადასხვა სიმკვავეს და ფერმენტებს.

შეწოვის პროცესი, ძირითადად, ფესვებში მიმდინარეობს შემწოვ ზონაში. ფესვის შემწოვი ზონა ფესვის ეპიდერმისის უჯრედების გამონაზარდები—ბუსუსებია და ფესვის ამ შემწოვ ნაწილს ეპიბლემა („ეპებლემა“—საბურავი, ბერძნ.) ეწოდება.

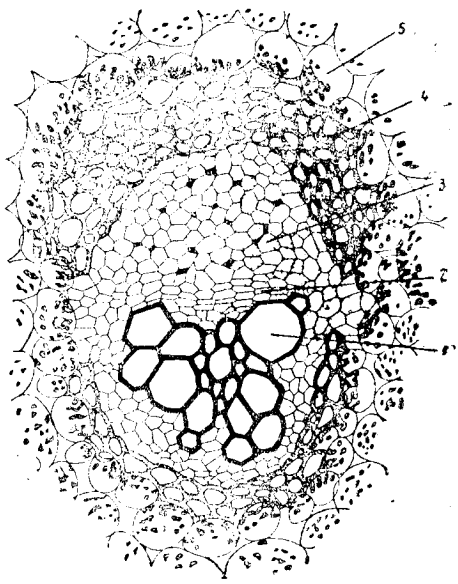
სამარაგო ნივთიერებათა დამაგროვებელი ქსოვილები. სამარაგო ქსოვილი შედგება პირველადი მერისტემებისაგან. ეს ქსოვილი ღეროს პერიდერმისა და გამტარი კონების რკალს შორისაა. სამარაგო ქსოვილს მიეკუთვნება აგრეთვე გულგული და გულგულის სხივები.

ამ ქსოვილის უჯრედები განლაგებულია თანაბრად, ვინაიდან აქვთ უჯრედშორისები.

სავეგეტაციო პერიოდში საკვები ნივთიერების ზედმეტი ნაწილი დაგროვებას იწყებს მცენარის სხვადასხვა ნაწილში (გორგლში, ბოლქვში, ღეროს მერქნის პარენქიმაში და სხვ.) როგორც ზამთრის მარაგი.

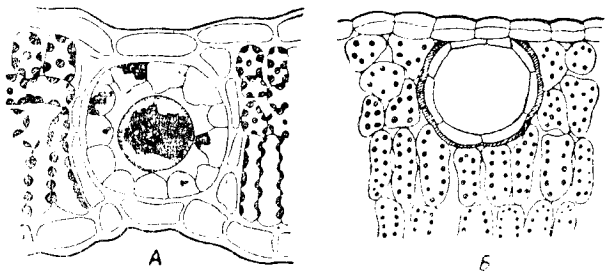
პარენქიმულ უჯრედებში ხშირად არის საზრდო ნივთიერება, ასე, მაგალითად, სახამებელი (კარტოფილი), შაქარი (ჭარხალი), ზეთი (მზესუმზირა, თხილი) და სხვ. გაზაფხულზე ეს ნივთიერებები ხმარდება ვეგეტატიური ორგანოების წარმოქმნას.

საასიმილაციო ქსოვილები. ეს ქსოვილები მკვეთრად გამოსახულია ფოთლებში და, ნაწილობრივ, ღეროში (უფრო ყლორტში). მისი ძირითადი ფუნქციაა ჰაერის ნახშირბადის ასიმილაცია და ორგანული მასის შექმნა. საასიმილაციო ქსოვილის დამახასიათებელია ქლოროფილის მარცვლებით ამოვსებული პარენქიმული უჯრედები. უკანასკნელნი ფოთოლში ქმნიან ფოთლის რბილობს. აქ უჯრედები შეერთებულია დიდი ზომის უჯრედშორისებით ფაშარად. მეტწილად ფოთლის რბილობი შედგება ორი წყება უჯრედისაგან: ფოთლის ფირფიტას ზედა კანის ქვეშ მიჯრილი, წაგრძელებული უჯრედებია და ისინი ქმნიან მესრისებერ პარენქიმას. ამ პარენქიმაში მიმდინარეობს, ძირითადად, ასიმილაცია. ქვედა კანის ქვეშ მომრგვალო, ფაშარად განლაგებული უჯრედებია და ქმნიან ღრუბლისებერ პარენქიმას.



სურ. 63. ღია კონა. 1—ქსილემის ტურჭლები, 2—კამბიუმი, 3—ფლოენა, 4—სკლერენქიმა, 5—ძირითადი ქსოვილი.

გამომყოფი ქსოვილები. ამ ქსოვილებში გამოყოფიან ნივთიერებათა ცვლის შედეგად წარმოქმნილი პროდუქტები.

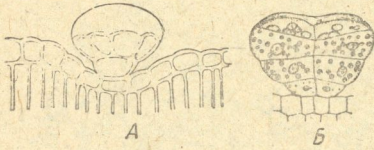


სურ. 64. ეთერზეთების სათავსოები. 1—სქიზოგენური, 2—ლიზიგენური.

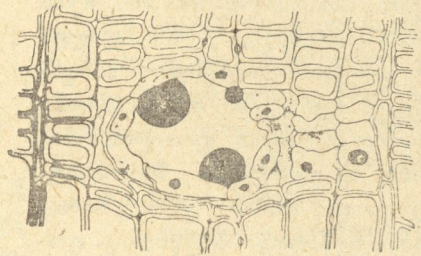
როგორც სარძევეებში, ასევე ორგანოების შიგნითა ნაწილებში, განსაკუთრებით გამომყოფ უჯრედებში და ხშირად უჯრედშორისებშია სხვადასხვა ნივთიერებები და მათი პროდუქტები, როგორცაა ეთერზეთები, მთრიმლაფი, შხამიანი ნივთიერებები, ფისები და სხვ. (სურ. 64, 65, 66). უჯრედშორისები, რომლებშიაც ეს ნივთიერებებია, გამომყოფი სათავსოებია. გამომყოფი სათავსოები უჯრედების დაშლის შედეგად (ლიზიგენური) მიიღება, მაგალითად, ნარინჯოვანთა ნაყოფების კანში გამოყოფილი ეთერზეთების საცავები. ზოგ-

ჯერ კი ერთმანეთთან მიჯრილი უჯრედები ერთმანეთს სცილდებიან (სქიზოგენური) და წარმოქმნილ უჯრედშორისებში ჩნდება ე. წ. გამომყოფი სავალები.

ხშირად ეს სათავსოები გამოფენილია ეპითელური უჯრედებით, რომლებიც სხვადასხვა ნივთიერებას გამოყოფენ.



სურ. 65. ჯირკვლავანი ქერქლები ეთერზეთებით.



სურ. 66. ფისის სავალი ფიქვის მერქანში.

გამომყოფ სავალებში, როგორცაა ფისის სავალები, წელვადი სითხის სახით ძივთი ან ბალზამია, საიდანაც მიიღება: ფისი, კოლოფონი, სკიპიდარი (წიწვოვანები); ასეთივე შინაგან გამომყოფ სათავსოებს ეკუთვნის სანექტრები, რომლებიც განსაკუთრებულ ჯირკვლებს წარმოადგენენ და რომლებშიაც გროვდება მოტკბო წვენი—ნექტარი. ნექტარი ყვავილის სხვადასხვა ნაწილებში გროვდება და ამიტომაც მას მწერები ეტანებიან.

მორფოლოგიის ძირითადი სწავლება

როგორც შესავალ ნაწილში აღინიშნა, ზოტანიკის იმ დარგს, რომელიც სწავლობს მცენარის ფორმას, სტრუქტურას (გარეშო პირობებთან დაკავშირებით), მის წარმოშობასა და განვითარებას ფილოგენეზსა და ორთოგენეზში („ფილსი“ — ტომი, გვარი, „ონტოს“ — ნამდვილად, გენეტიკა, „გენეზისი“ — წარმოშობა, ბერძნ.), მცენარეთა მორფოლოგია ეწოდება. მორფოლოგიასთან ერთად განსილდება ანატომია, რომელიც სწავლობს მცენარის შინაგან აგებულებას (მაკროსკოპის საშუალებით) და მასში მიმდინარე ცვლილებებს. მცენარეთა ანატომიის კლასიკური მეთოდი მცენარის უჯრედი და ქსოვილები (I და II თავი) და, ამასთან ერთად, მცენარის ძირითადი ორგანოების (ფესვის ღეროსა და ფოთლის) შინაგანი აგებულება (III თავი).

მცენარეთა მორფოლოგიის საწყისები უმთავრესი წარსულიდანვე ნომინირებულნი, როცა აღამიანში მცენარეების ყოველდღიური გამოყენება დაიწყო (საგუნადი, სკოსად, საშენად, საწყევად და სხვ.).

თანამედროვე მორფოლოგიის ძირითადი პრობლემებია: 1) ფილოგენეზში ფორმათა წარმოქმნის კანონზომიერების შესწავლა; 2) მცენარისა და მისი ორგანოების ფორმათა წარმოქმნის კანონზომიერების დადგენა ორთოგენეზში და 3) მცენარეთა აგებულების ტოპოგრაფიული კანონზომიერების შესწავლა (იგულისხმება, ძირითადად, ფესვის, ღეროს, ფოთლებისა და მცენარის სხვა ნაწილების თანმიმდევრობითი განლაგების კანონზომიერების შესწავლა).

ამ ძირითადი საკითხების შესასწავლად მცენარეთა მორფოლოგია იყენებს დაკვირვებისა და შედარების მეთოდს და ამა თუ იმ ექსპერიმენტებს; ბუნებრივ პირობებში ამ მეთოდების გახვითარებას ხელი შეუწყო შედარებითი და ექსპერიმენტული მორფოლოგიის გამოყენებამ.

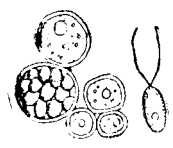
თანამედროვე მორფოლოგია მცენარეთა სისტემატიკისა და საბუნებრივო მუშაობის საფუძველია.

მცენარეთა მორფოლოგია, უმადლესი მცენარეებს გარდა, რომელთაც ძირითად ორგანოებად (ფესვი, ღერო და ფოთლი) დიფერენცირება ახასიათებთ, უდაბლესი მცენარის სხეულის ფორმასაც განიხილავს. უდაბლესი მცენარეების ფორმების განხილვა აუცილებელი პირობაა უმადლესი მცენარის ფილოგენეზის (საწყისი ფორმებიდან უმადლესი ფორმებამდე) შესწავლასათვის.

როდესაც მცენარეს ვსწავლობთ, ვიკვლევთ, ან ვიყენებთ მას სხვადასხვა მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად, ძირითად ობიექტს უმადლესი მცენარეები წარმოადგენენ, მაგრამ ბუნებაში ამ დიდი ზომისა და მასის მქონე

მცენარეების გარდა, არსებობს პატარა ზომისა და ხშირად თვალთ უჩინარი სხეულები, რომლებიც უდაბლეს მცენარეებს მიეკუთვნებიან. მცენარეთა მორფოლოგია თავისი შესწავლის ობიექტად უდაბლეს მცენარეებსაც იყენებს, განსაკუთრებით ფილოგენეზის დროს. ცნობილია, რომ მცენარეთა სამყარო ორ დიდ ჯგუფად იყოფა: ერთია უდაბლესი მცენარეების ჯგუფი, რომელთა სხეული თალუსი ან არაუჯრედული აგებულებისაა ან ერთუჯრედიანი, ანდა მრავალუჯრედიანია. ეს ორგანიზმები დამოუკიდებლად ან კოლონიურად არსებობენ და ძირითად ორგანოებად (ფესვი, ლერო და ფოთოლი) დიფერენცირება მათ არ ახასიათებს. ამ ჯგუფს თალუსიანი მცენარეები, ანუ ტალოფიტები („ტალოს“—ბრტყელი ყლორტი, ამონაყარი, „ფიტონ“—მცენარე, ბერძნ.) ეწოდება. ტალოფიტების ძირითადი გარემო წყალია, ზოგჯერ კი სხვა სუბსტრატი. მეორე ჯგუფია უმაღლესი მცენარეები, ანუ ლეროფოტოლოვანი მცენარეები, რომლებიც (პირველ ჯგუფთან შედარებით) გაცილებით დიდი ჯგუფია და მათ კორმოფიტებს („კორმოს“—ხის ტანი, შტამბი, ბერძნ.), ხმელეთის მცენარეებს უწოდებენ. ფილოგენია უდაბლეს მცენარეთა ჯგუფებს (ტალოფიტებს) განიხილავს როგორც საწყის ჯგუფს, საიდანაც უმაღლესი მცენარეები (კორმოფიტები) წარმოიქმნენ.

უდაბლესი მცენარეების წარმომადგენლებია: წყალმცენარეები, ბაქტერიები, სოკოები და ლიქენები. წყალმცენარეებიდან მათი ორგანიზმების თანდათანობითი განვითარებით უნდა წარმოშობილიყო უმაღლესი (ხმელეთის) მცენარეები. ამიტომ საჭიროა ზოგიერთი ტიპისა და მათი ორგანიზმების აღწერით წარმოვიდგინოთ, თუ როგორ ხდებოდა მარტივი ორგანიზმებიდან რთული ორგანიზმების წარმოქმნა და განვითარება. ამ მარტივი ტიპის მცენარეული ორგანიზმების მაგალითზე შესაძლებელი იქნება განვითარების ზოგიერთი საფეხურის გაცნობა.



სურ. 67. ქლოროკოკუსი (Chlorococcum).

მტკნარ წყლებში და ტენიან ნიადაგებზე ხშირად სახლობს სფერულუჯრედიანი მცენარე ქლოროკოკუსში—Chlorococcum (სურ. 67); მისი შიგთავსი შედგება ბირთვისაგან, ჯამნაირი კედლური ქრომატოფორისაგან და პირენოიდისაგან.

ასეთივეა პურის ან ლუდის საფუარი Saccharomyces (სურ. 68); მისი ცალკეული ერთბირთვიანი უჯრედი სფერული ან ოვალურია. დაკვირტვის დროს სა-

ფუარი ხშირად ერთმანეთისაგან დაუცილებელი უჯრედების ძეწყვს ქმნის. ორივე ორგანიზმს, ქლოროკოკუსს და საფუარს, როგორც ერთუჯრედიანების სფერულ სხეულებს, არავითარი დანაწილება არ ახასიათებს და გამოსახული არა აქვთ ფუცი და წვერი.

სხვა ორგანიზმებს შორის აღსანიშნავია ერთუჯრედიანების სფერული ან ოვალურა მოყვანილობის წყალმცენარე ქლამიდომონადა—Chlamydomonas (სურ. 69). მისი მოძრავი უჯრედის ერთ-ერთ ბოლოზე შოლტებია გამოზრდილი, ეს ადგილი მის ზედა ნაწილად ითვლება. ქლამიდომონადას ახასიათებს სხეულის დანაწილება.

სხეულის შედარებით დანაწილების მაგალითია წყალმცენარე ბოტრიდიუმი (Botrydium, სურ. 70); ბოტრიდიუმი ორი, ერთმანეთისაგან გან-

სხვაგვარი მიწისზედა და მიწისქვედა ნაწილისაგან შედგება. მისი მიწისზედა ნაწილი მწვანე ბუშტისებრ სხეულს წარმოადგენს. ქვედა ნაწილი, რომელიც ნიადაგში ვართხმულ, დატოტიანებულ ფესვს მიაგავს (ბოტრიდიუმის სხეული), გარკვეულ დიფერენცირებას ახელავნებს და ზედა და ქვედა ნაწილების განსხვავებით აშკარად ადგილი აქვს სრულ პოლარობას.

ასევე არაუჯრედული აგებულებით ხასიათდება წყალში მცხოვრები წყალმცენარე კაულერპა (*Caulerpa*, სურ. 71). იგი სხეულის გარეგანი აღნაგობით უმადლეს მცენარეს ემსგავსება. კაულერპას სხეული ისეა დანაწილებული, რომ თითქოს მას აქვს ჰორიზონტალური ღერო მასზე განლაგებული ფოთლებით.

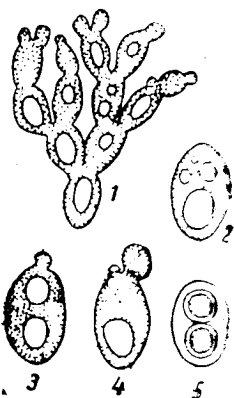
ზემოგანხილული მცენარეები არაუჯრედულან ერთუჯრედიან ორგანიზმებს წარმოადგენენ და ზოგიერთ მათგანს (ბოტრიდიუმსა და კაულერპას) კარგად ეტყობა სხეულის დანაწილება. ამ ორგანიზმებთან შედარებით სხვანაირი აგებულებისაა კოლონიური ორგანიზმები.

კოლონიურ ორგანიზმებს მიეკუთვნება ზოგიერთი მრავალუჯრედიანი, მათ შორის ევდორინა (*Eudorina*, სურ. 72), ვოლვოქსი (*Volvox*, სურ. 73).

ევდორინა შედგება 32 მრგვალი უჯრედისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან თავისუფლად არიან განლაგებული, ვინაიდან მთელი კოლონია საერთო ლორწოთია შემოფარგლული. კოლონიაში უჯრედების განლაგება თავისებურია: წინა ნაწილით უჯრედი პერიფერიისკენაა მიმართული და გარსის გარეთ შოლტები აქვს გამოშვებული, რომლებითაც ორგანიზმში მოძრაობს. უკანა ნაწილი მიმართულია ცენტრისკენ.

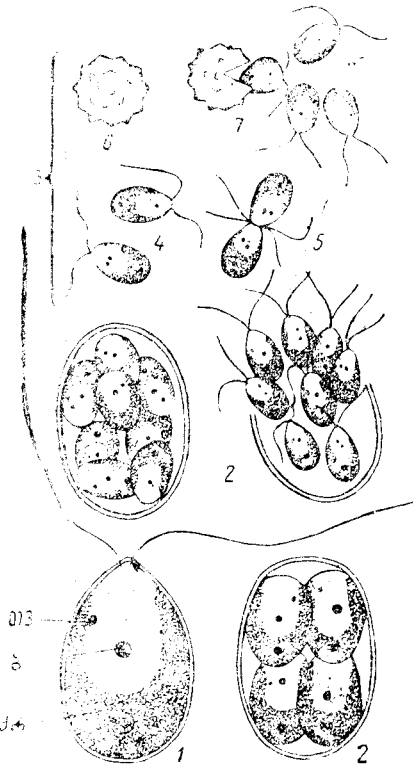
ვოლვოქსი. ვოლვოქსის სფეროსებრი, შედარებით დიდი ზომის კოლონია რამდენიმე ათეული ათასი უჯრედისაგან შედგება. უჯრედების ზომა სხვადასხვაა; უმეტესობა პატარა ზომისაა და ვეგეტაციურ უჯრედებს წარმოადგენენ. მცირე რაოდენობისა და დიდი ზომის უჯრედები გასამრავლებელი უჯრედებია. ეს უჯრედები დაკავშირებულია ერთმანეთთან პროტოპლაზმური გამონაზარდებით. ამის გარდა, ვოლვოქსში მხოლოდ უჯრედების გარკვეული ჯგუფი მონაწილეობს გამრავლებაში; მდებარეობით და მამრობითი უჯრედები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან. ვოლვოქსისა და შემომოყვანილი (ევდორინა და სხვ.) წყალმცენარეების მაგალითები ცხადყოფენ, რომ კოლონიური ორგანიზმები სხვადასხვა ფუნქციას ასრულებენ და ისინი მორფოლოგიურადაც განსხვავდებიან. სხვა მრავალი მაგალითი მოწმობს, რომ კოლონიური და მრავალუჯრედიანი მცენარეების ფორმათა ევოლუცია ხდებოდა სხეულის დანაწევრებით, ზედაპირის გადიდებით, დატოტიანებით (მარტივი) და ა. შ.

წყალში ცხოვრებიდან ხმელეთის ცხოვრებაზე გადასვლამ წარმოქმნა მცენარის ვეგეტაციური ორგანოები. ხმელეთის პირვანდელ მცენარეებში



სურ. 68. საფუარი (*Saccharomyces*). 1—დაკვირტული საფუარი; 2, 3, 4—უჯრედის დაკვირტვა; 5—ასკოსპორების წარმოქმნა.

ვერტეკალურად წაზრდილი სხეულიდან წარმოიქმნა ღერო მასზე განლაგებული ფოთლებით. ხმელეთის ამ პირვანდელ მცენარეთა ჯგუფებს ფესვის მაგივრად რიზოიდები („რიძა—ფესვი, „ეიდოს“—სახე, ფორმა, ბერძნ.) ჰქონდათ, რაც ხავსებსა და ზოგიერთ ფილოფიტებს დღესაც აქვს.



სურ. 69. ქლამიდომონადა (chlamydomonas).

- 1—წყალმცენარის აგებულება: ბ—ბირთვი, ქრ. ქრომატოფორი, თვ. წითელი თვალი;
- 2—უსქესო გამრავლება; 3—სქესობრივი გამრავლება; 4—იზოგამეტები; 5—კოპულაცია; 6—ზიგოტა; 7—ზიგოტიდან ახალი ქლამიდომონადის წარმოქმნა.

თანამედროვე შეხედულებით ფესვი, როგორც ორგანო, უფრო გვიანდელი წარმოშობისაა, ხოლო ღერო და ფოთოლი უფრო ადრეული; ამათგან ჯერ ღერო წარმოიქმნება, ხოლო მისი გვერდითი გამოწარმებიდან—ფოთლები. მაშასადამე, მცენარეთა მორფოლოგიის შესასწავლი ობიექტი უმთავრესად, მცენარეთა ვეგეტაციური ორგანოებია.

ყველა ორგანოს (ფესვს, ღეროს და ფოთოლს) გარკვეული აღნაგობა, აგებულება და ფუნქციები ახასიათებს, რაც შედეგია ორგანიზმის ფილოგენეზური განვითარებისა განსაზღვრულ გარემო პირობებში.

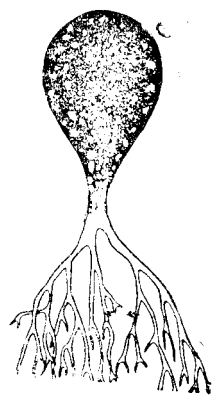
ძირითადი ორგანოები—ფესვი და ფოთლები უმთავრესად განსაზღვრული თანმიმდევრობით ვითარდება—ფუძიდან წვერისაკენ (ქვევიდან ზევით) და მას აკროპეტალური („აკროს“—ზედა, „პეტორია“—მივისწრაფი, ბერძნ.) განვითარება ეწოდება. მაგალითად, ფესვისა და ღეროს კენწრული ზრდის შედეგად ღეროზე ტოტები და ფოთლები ვითარდება. იშვიათია, მაგ-

რამ ადგილი აქვს განვითარების მეორე სახეს, რომელსაც ბაზიპეტალური („ბაზის“—ფუძე, ბერძნ.) ეწოდება, როდესაც განვითარება (წვერიდან ფუძისაკენ, ზევიდან ქვევით) მიმდინარეობს. არჩევნ აგრეთვე ინტერკალარულ („ინტერკალიარე“) ანუ ჩამატებით ზრდას, რომელიც გვხვდება ზოგიერთ წყალმცენარეში, უმაღლესი მცენარეების ფოთლისა და მარცვლოვან მცენარეთა ღეროებში. ბევრ უმაღლეს და ასევე უდაბლეს მცენარეში ადგილი აქვს სხეულის დანაწევრებას, რაც გამოწვეულია გარემოსთან უკეთ შეგუებით, მეტი მზის სხივებისა და საზრდო ნივთიერებების შთანთქმით.

სხეულის დანაწევრება, უმთავრესად, დატოტიანებაში მდგომარეობს. დატოტიანების ესა თუ ის ტიპი მცენარეს ამა თუ იმ იერს—ჰაბიტუსს („ჰაბიტუს“—სახე, აგებულება, გარეგნობა, ლათინ.) აძლევს.

ტოტიანდება არა მარტო ღერო, არამედ მცენარის სხვა ორგანოებიც და ნაწილებიც (ასე, მაგალითად, უდაბლესი მცენარეების სხეული, უმაღლესი

მცენარეების ქსოვილები, ფესვები, ყვავილედები და სხვ.). ბუნებაში დატო-
ტიანების რამდენიმე ტიპი არსებობს: დიქაქომიური, ცრუდიქაქომიუ-
რი, მონოპოდიური (ნახ. 74). სიპოლიური მცენარის
მრავალ ფორმას სიმეტრიულობა („სიმეტრია“—
თანაზომიერება, ბერძნ.) კარგად აქვს გამოხატული,
თუმცა ასიმეტრიულობაც ახასიათებს. მცენარის სიმეტ-
რია რამდენიმე სახისაა: თუ მცენარის რომელიმე ნა-
წილს სამი ან მეტი სიმეტრიის სიბრტყე აქვს, მაშინ
ასეთი სიმეტრია პოლისიმეტრიული („პოლის“—
მრავალი, ბერძნ.) იქნება. პოლისიმეტრიის მაგალითები
მცენარეებში მრავალია: ვაშლის, ყაყაჩოს, კომპოსტოს
და სხვა ყვავილების გვირგვინები პოლისიმეტრიულია,
ხოლო ხშირად ასეთ ყვავილებს აქტინომორფული
(„აქტის“—სხივი, ბერძნ.) ყვავილები ეწოდება. მცენ-
არეების ზოგიერთ ნაწილს ორი სიმეტრიის სიბრტყე
აქვს და ასეთი სიმეტრიის მეორე სხვადასხვა ნაწილს
ბისიმეტრიულია („ბის“—ორჯერ, ლათინ.) ანუ
ბილატერალური („ლატერალის“—გვერდითი, ლათინ.) ეწოდება. ასეთი
სიმეტრია აქვს მრავალ მცენარეს და მათ შორის ზამბახის ფოთლებს, კაქ-
ტუსების სიბრტყელ და ზოგიერთი
მარცვლოვანის ღეროებს. სიმეტ-
რიის მესამე სახე მონოსიმეტ-
რიულია („მონოს“—ერთი,
ბერძნ.); ეს სიმეტრიის ისეთი სა-

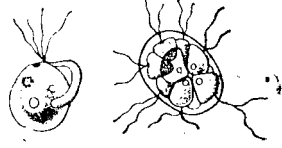
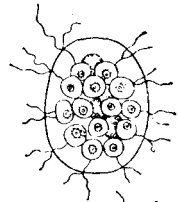


სურ. 70. ბოტრიდიუმი (Botrydium).



სურ. 71. კაულერპა (Caulerpa).

ხეა, როცა მცენარის რომელიმე ნაწილს სიმეტ-
რიის ერთი სიბრტყე ახასიათებს. მონოსიმეტრიუ-
ლია ფოთლების უმრავლესობა, სადაც მთავარი
ძარღვი ფოთოლს ორ თანაბარ ნაწილად ყოფს.
ზოგიერთი ყვავილის გვირგვინი მონოსიმეტრიუ-
ლია, მაგრამ მათ ხშირად ზიგომორფულს
(„ზიუგონ“—წყვილი, ბერძნ.) უწოდებენ. ასეთე-
ბია პარკოსნების, ტუჩოსნებისა და იასებრთა ყვავილების გვირგვინი. იშვია-
თად, მაგრამ გვხვდება ასიმეტრიული ნაწილებიც, სადაც არც ერთი სიბრტ-
ყის გავლება არ შეიძლება. მაგალითად, ცაცხვისა და თელას ფოთლები.

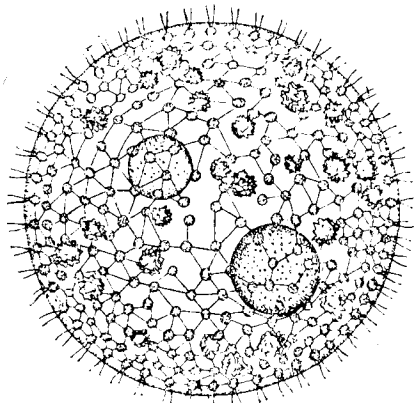


სურ. 72. ევდორინა (Eudorina).

ჰორიზონტული მდებარეობის მცენარეულ ორგანიზმებს—ლიქენებს, ანუ
მღიერებს, ღვიძლის ხავსებს და ზოგიერთ ორგანოს—ფოთლებს, მხოხავ ღე-
როებს, დორზოვენტრალური („დოზუმ“—ზურგი, „ვენტრუმ“—მუცე-
ლი, ლათინ.) აგებულება აქვს. ფოთლის ზედა ზურგის მხარე განსხვავდება
ქვედა მუცლის მხარისაგან.

ზოგიერთი ფოთოლი ვერტიკალური მდგომარეობის გამო იზოტერალური („იზოს“ — თანაბარი, ბერძნ. „ლატუს“ — ნათ. ბრუნვა, „ლატერის“ — გვერდი, ლათინ.) აგებულებისაა.

ორგანოებს, რომელთაც ვერტიკალური მდგომარეობა აქვთ, ერთობ-



სურ. 73. ვოლვოქსი (Volvox).

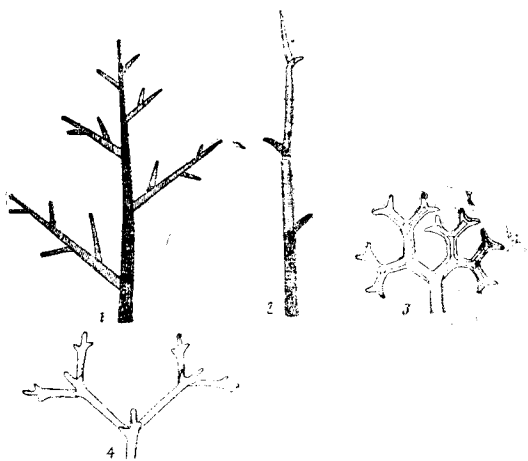
ტროპული („ორთოს“ — პირდაპირი, „თროპოს“ — მოსახვევი) ორგანოები ეწოდება, ხოლო პორიზონტული მდგომარეობის მქონეთ — პლაგიოტროპული („პლაგის“ — ირიბი, ბერძნ.).

ვეგეტაციური ორგანოები — ფესვი, ღერო და ფოთოლი მცენარეთა კვებასა და ზრდას ემსახურებიან. მცენარეების, უმეტესად მწვანე მცენარეების კვება არაორგანულ ნივთიერებათა ორგანულ ნივთიერებად გარდაქმნის ხარჯზე ქლოროფილის მონაწილეობით მიმდინარეობს და ასეთ

კვებას ავტოტროფული („აუტოს“ — თვითონ, ბერძნ.) კვება ეწოდება, ხოლო იმ მცენარეებს — რომლებსაც ასეთი კვება ახასიათებს — ავტოტროფული მცენარეები.

ავტოტროფული კვების დროს მცენარე ნიადაგიდან და ჰაერიდან იღებს სხვადასხვა ნივთიერებას ფესვის, ღეროსა და ფოთლების საშუალებით, რამდენადაც ამ ორგანოების აგებულების თავისებურებანი კარგადაა შეხამებული გარემოსთან.

უმალეს და უდაბლეს მცენარეებში საკმაოდ გავრცელებულია მცენარეთა ისეთი ორგანიზმები, რომელთაც ქლოროფილი არა აქვთ. ამ ორგანიზმების (მეტნაწილს) სხეულში იყო



სურ. 74. დიკოტიანების ტიპების სქემა: 1—მონოკოტილოური; 2—სიმპოდითური; 3—დიქოტომორფი; 4—ცრულიქოტომორფი.

გამოიწვია ქლოროფილის უმოქმედობა, თანდათანობით გააქრო ქლოროფილი და ისინი უქლოროფილო ორგანიზმებად გარდაიქმნენ. უქლოროფილო ორგანიზმების ახალ გარემო პირობებთან შეგუებით გამოიწვევდა მეორე თავისებური სახე — ჰეტეროტროფული („ჰეტეროს“ — სხვა, ბერძნ.) კვება.

ჰეტეროტროფული კვების დროს მცენარე მზა ორგანული ნივთიერებებით იკვებება. მათ არა აქვთ ქლოროფილის გარეშე არაორგანული ნივთიერების

ორგანულ ნივთიერებად გარდაქმნის უნარი. ასეთ ორგანიზმებს ჰეტეროტროფული ორგანიზმები ეწოდება. ჰეტეროტროფული ორგანიზმებია ბაქტერიები, სოკოები და ზოგიერთი ყვავილოვანი მცენარე; ჰეტეროტროფული მცენარეები ორ ჯგუფად იყოფა: პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება ისეთი მცენარეები, რომლებიც ცოცხალი (პატრონი) მცენარის მიერ გადაამუშავებული ორგანული ნივთიერებებით იკვებებიან. მათ პარაზიტები („პარაზიტოს“—მუქთახორა, ბერძნ.) ეწოდება. მეორე ჯგუფი კი ისეთი მცენარეებია, რომლებიც მკვდარი სუბსტრატებიდან მზა ორგანული ნივთიერებებით იკვებებიან და მათ სპროფიტები („სპროს“—დამბალი, „ფოტონ“ — მცენარე, ბერძნ.) ეწოდება.

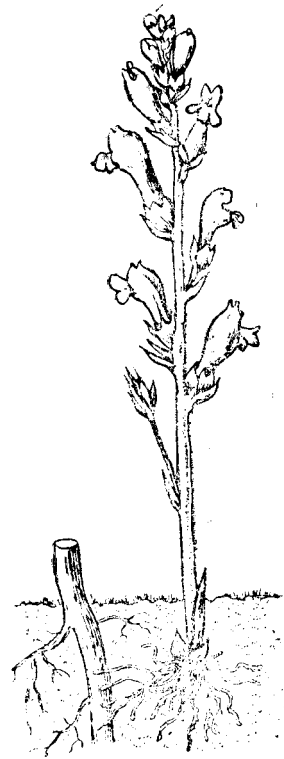
მესამე სახეა მიქსოტროფული („მიკსის“—შერეული, ბერძნ.), ანუ შერეული კვება. როდესაც ორგანიზმი ავტორიტეტულ კვებასთან ერთად მიმართავს სპროფიტულსაც. ასეთ მიქსოტროფულ მცენარეებს მიეკუთვნება მხოლოდ უდაბლესი მცენარეები (ლუჩ-მწვანე წყალმცენარეები, შოლტონები და ზოგიერთი მწვანე წყალმცენარე).

ყვავილოვანი მცენარეების პარაზიტების დიდი უმრავლესობა უქლოროფილო მცენარეებია, სხვადასხვა შეფერადება ახასიათებთ და ტიპურ პარაზიტებს წარმოადგენენ. პარაზიტების ერთ ნაწილს კი ქლოროფილი აქვს, ასიმილაციასაც ახდენს და ამიტომ მათ ნახევრად პარაზიტები ეწოდება.

პარაზიტ მცენარეებს ეკუთვნის კელეპტარასებრთა ოჯახის წარმომადგენელი კელეპტარა—*Orobanch* (სურ. 75), რომელიც სხვადასხვა კულტურული მცენარის მავნე პარაზიტია. ასე, მაგ., თამბაქოს კელეპტარა *O. ramosa*, კომბოსტოს კელეპტარა *O. brassicae*, მზესუმზირას კელეპტარა *O. cumana* და სხვ. კელეპტარასებრთა მეორე წარმომადგენელია ჩაწყობილა *Lathraea erecta*, რომელიც თავისი მოწითალო ფერის ღეროთი და ფოთლებით უმეტესად თხილის ფესვებზე პარაზიტობს.

ამ ოჯახის მესამე პარაზიტ მცენარეს ეკუთვნის აგრეთვე პირინზე *Phelipaea Releanae*, რომლის ღერო და ქერქლები მუქი წითელი ფერის ჯირკვლებითაა დაფარული. რთულყვავილოვნების ზოგიერთ გვარზე პარაზიტობს ცნობილი პარაზიტი აბრეშუმა *Cuscuta* (სურ. 76). იგი პარაზიტობს როგორც სარეველა, ისე კულტურულ მცენარეებზე. აბრეშუმას მრავალი სახეობიდან ფართოდ გავრცელებული პარაზიტია *C. europaea*.

6. ა. ლორთქიფანიძე



სურ. 75. პარაზიტი კელეპტარა.

ნახევრადპარაზიტებიდან, პირველ რიგში, აღსანიშნავია ფითრი—*Viscum album* (სურ. 77). ფითრის ცრუდიქტომიურად დატოტვილ ღეროზე განვითარებული ხორციანი მოგრძო ელიფსური ფოთლები არ სცვივა. ფითრი სხვადასხვა მერქნიან მცენარეზე პარაზიტობს თავისი საწოვრებით (ჰაუსტორიებით)—ქერქსა და მერქანს შორის. სხვა ნახევრად პარაზიტებს ეკუთვნის ყანებსა და მდელოებზე მოზარდი სანთელა—*Melampyrum*, კორდისკბილა—*Euphrasia*, რომელიც მთის შუა სარტყლიდან ალპიურ სარტყლამდე ვრცელდება, უმთავრესად მდელოებსა და ჟერდობებზე; საყურე—*Rynchospora orientalis*, უკრო ხშირად ტყეებში მოზარდი მცენარე და სხვ.



სურ. 76. პარაზიტი აბრეშუმა (*Cuscuta*).

საპროფიტი მცენარეებს, უმეტესად, სოკოების სახით ვხვდებით, თუმცა ზოგიერთები ყვავილოვნებშიც არიან; ასე მაგალითად, ფოთლოვანი და წიწვიანი ტყეების ქვეტყის ნეშომპალეებზე ხშირად სახლობს საპროფიტი მცენარე—ჩიტისბუდა *Neottia nidus avis* (სურ. 78); ჩიტისბუდა

ნიადაგში პორიზონტულ ფესურას ივითარებს, ნიადაგს ზემოთ კი ღეროს, მასზე განლაგებული წაბლისფერ-ქერქლისებრი ფოთლებით. მას, საპროფიტული კვების გარდა, ახასიათებს პარაზიტული კვება, ფესურებზე განვითარებული სოკოების საშუალებით.

ნახევრად საპროფიტულ მცენარეებს ეკუთვნის მწერიჭამია მცენარეები (დროზერა, ქოთანა, ბუშტოსანა და სხვ.).

კვების ეს ორივე სახე, როგორც უდაბლეს, ისე, განსაკუთრებით, უმაღლეს მცენარეებში, საერთოდ ორგანიზმისა და მისი ძირითადი ორგანოების სრულ გამარტივებას იწვევს.

ჩვენს მიერ განხილული პარაზიტი და საპროფიტი მცენარეების ძირითადი ორგანოები გამარტივებულია. ზოგიერთებს ფოთლების სრული რედუქცია ახასიათებს ან სრულიად უფოთლო ორგანიზმებია. ფესვის მაგიერ საწოვრები უფითარდებთან ან ნორმალური ფესვი სრულიად არ გააჩნიათ. ჩვეულებრივი ღეროც ხშირად რედუცირებულია, პარაზიტული და საპროფიტული ცხოვრების შედეგად. ძირითადი ორგანოების სრული რედუ-



სურ. 77. ნახევრად პარაზიტი ფითრი (*Viscum album*).

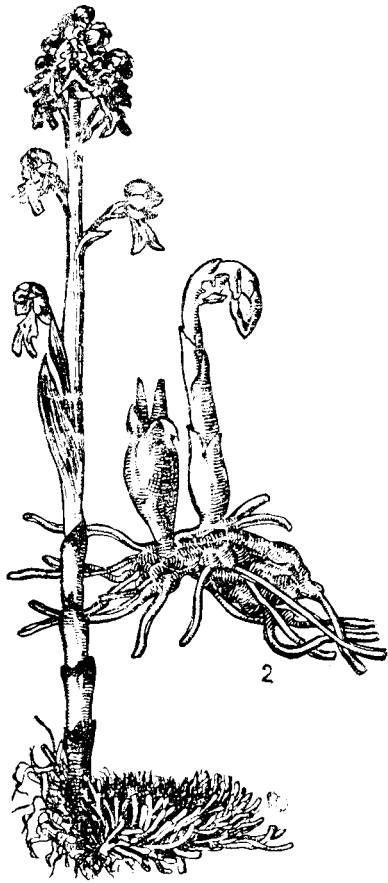
ცია იწვევს.

ქციის კიდევ ერთი მაგალითია ტროპიკული მცენარე, პარაზიტი რაფლესია *Raphlesia Arnoldi*. რაფლესიას ღერო იმდენად რედუცირებულია, რომ სოკოს მიცელიუმის მსგავსია; ფესვი და ფოთოლი არა აქვს. პარაზიტობს ამა თუ იმ მცენარის ღეროსა და ფესვზე, იქ ჩამჯდარია ღეროდან განვითარებული ძაფებით, რომლებიდანაც საყვავილე კვირტები და ამ კვირტებიდან დიდი ზომის (1-მდე) ყვავილები ვითარდება. ყვავილებს მძორის სუნი აქვთ, რითაც მძორის მწერებს იზიდავენ. თუ პარაზიტი და საპროფიტი მცენარეების ძირითადი ორგანოები სრულადაა რედუცირებული (უმეტეს შემთხვევაში ფოთლები), მათ გენერაციული ორგანო—ყვავილი—სრულიად ნორმალური უფითარდებათ.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ ძირითადი ორგანოების ასეთი რედუქცია, პარაზიტული ან საპროფიტული ცხოვრების დროს, მზამზარეული საკვები ნივთიერებების მიღებით არის გამოწვეული, ე. ი. ძირითადად ორგანოებმა დაკარგეს თავისი ძირითადი ფუნქციები, გაპარტივდნენ და რედუქცია განიცადეს.

ორგანოების რედუქციას, ამ შემთხვევაში ფესვის რედუქციას, აღვილი აქვს ზოგიერთი მცენარის სიმბიოზის („სიმ“—ერთად, „ბიო“—ვცხოვრობ, აქედან „სიმბიოზის“—თანაცხოვრება, ბერძნ.) დროს, სიმბიოზის ერთ-ერთი მაგალითი პარკოსნებისა და ბაქტერიების ურთიერთკავშირია. ბაქტერიები პარკოსნების ფესვებს შიგნით იჭრებიან და გარედან ფესვის კოჭრებს ქმნიან. ასეთივე მსგავსი მოვლენაა მიკორიზა („მიკეს“—სოკო, „რიძა“—ფესვი, ბერძნ.)—უმალესი მცენარეების ფესვებზე დასახლებული სოკოები. მცენარეებისათვის კოჭრები და მიკორიზა უარყოფითი მოვლენა არაა, მაგრამ ასინი მაინც იწვევენ ფესვის არანორმალურ განვითარებას. ასეთი ფესვები ნორმალური ფესვებისაგან საკმაოდ განსხვავდებიან ანატომიური აგებულებით. ასეთ ფესვს ბეწვები არ უვითარდებათ, შეორეულ გამსხვილებას არ განიცდიან, შალითა არა აქვთ ან სუსტად აქვთ განვითარებული და ა. შ.

რედუცირებული ფესვები აქვთ ეპიფიტურ მცენარეებს, განსაკუთრებით ოჯახ ჯადვარისებრთა (*Orchidaceae*) წარმომადგენლებს. ეპიფიტები, მეტწი-



სურ. 78. საპროფიტები:
1. ჩიტისხულა (*Neottia nidus avis*);
2. ეპიპოგონი (*Epipogon*).

ლად, სახლდებიან სხვა მცენარეების ღეროზე და ტოტებზე, მაგრამ სრულიად არ პარაზიტობენ და მხოლოდ ავტოტროფულად იკვებებიან.

ფესვთან ერთად ფოთლებიც თავისებურ მორფოლოგიურ ცვლილებას განიცდიან. ხშირად ამა თუ იმ მცენარის ფოთლებზე ვითარდება სხვადასხვა ფორმის გამონაზარდები. ეს გამონაზარდები, უმეტესად, ეპიდერმისიდან ვითარდება და მათ ბეწვები, ანუ ტრიქომები („ტრიქომა“ — ბეწვი, ბერძნ.) ეწოდება.



სურ. 79. გალბი: 1. ტირიფის ფოთოლზე, 2. ვარდის ფოთოლზე, 3. თელას ფოთოლზე, 4. მუხაზე, 5. გალის განაპერი, 6. გალი ნაძვზე.

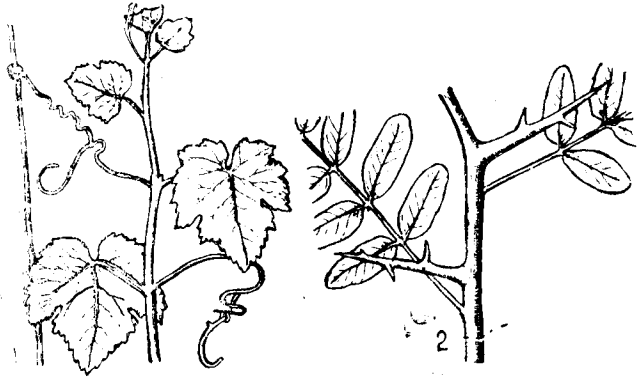
ხშირად ფოთლებსა და ღეროებზე ჩნდება სხვადასხვა ფორმის ეპიდერმისეული გამონაზარდი; ამ გამონაზარდებში იბულებს სხვადასხვა მწერი, პატარა ცხოველების კვერცხები, რომლებიც დასახლების ადგილებზე გარკვეული ქსოვილების არანორმალურ ზრდას იწვევენ. ცხოველური ორგანიზმების გარდა, ასეთი არანორმალური გამონაზარდები ბაქტერიებისა და სოკოების დასახლებით (ფოთლებსა და ღეროზე) არის გამოწვეული, — მათ გალები („გალა“ — მელნის კაკალი, ლათინ.) (სურ. 79) ეწოდება.

მცენარის ძირითადმა ორგანოებმა გარემო პირობების ზეგავლენით, განსაკუთრებით ონთოგენეზური განვითარების პროცესში, განიცადეს ფორმისა და მათთვის დამახასიათებელი ფუნქციების დიდი ცვლილება — ორგანოების სახეცვლილება — მეტამორფოზი („მეტამორფოზის“ — ერთი ფორმის გარდაქმნა სხვა ფორმად, ბერძნ.). მეტამორფოზის მაგალითები უამრავია მცენარეებში. მაგალითად, ზოგიერთს მცენარის ფესვი საზრ-

დო მასალით აქვს საფეხი; მასაზრდოებელი ფესვები, ფოთლები, ეკლებად უვითარდებათ (კოწახური და დედინაცვლის ენა), ღერო — ბოლქვად (ხახვი) და გორგლად (კარტოფილი). ვაზის ულვაშები ღეროს მეტამორფოზის შედეგია, ხოლო ბარდასი კი — ფოთლისა და ა. შ. მეტამორფოზის რთული სახეა — ყვავილი. ყვავილი ყლორტის მეტამორფოზია, სადაც ჯამი და გვირგვინი, მტვრიანა და ბუტკო ფოთლის სახეცვლილებებია. ყვავილის მაგალითზე შეიძლება აღინიშნოს, რომ ფოთლის მეტამორფოზი აქ იმდენად რთულია, განსაკუთრებით ბუტკოსა და მტვრიანას შემთხვევაში, რომ ძნელი ხდება ამ ნაწილების მორფოლოგიური დაკავშირება ჩვეულებრივ ფოთლებთან.

კოწახურის ეკალი, მტვრიანა და ბუტკო ფოთლის სახეცვლილებებია. ზოგიერთი მწერიჭამია მცენარის თავისებური ფოთლები ჩვეულებრივი (ნორ-

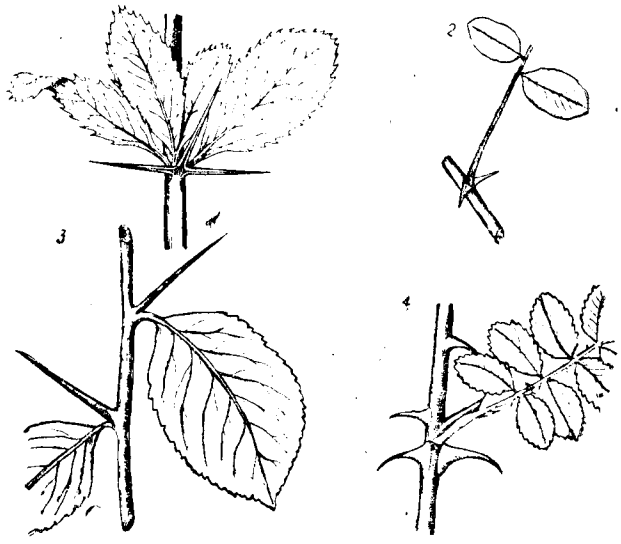
მალური) ფოთლებიდან წარმოიქმნენ. მტვრიანა და ბუტკო ყვავილის გენერაციული ნაწილებია. ეკალი მცენარის დასაცავი საშუალებაა, განსაკუთრებით მწერებისაგან. მწერიჭამიას ფოთლები ორგანული ნივთიერების მისაღები მოწყობილობაა. მაშასადამე, ყვავილი ფოთლისეული წარმოშობისაა, მაგრამ ფუნქციებით და, როგორც ვხედავთ, ფორმითაც (ეკალი, ბუტკო) ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან და მათ ჰომოლოგიური („ჰომოლოგია“—თანხმობა, ბერძნ.) (სურ. 80) ორგანოები (ნაწილები) ეწოდება.



სურ. 80. ჰომოლოგიური ორგანოები: 1. ყურძნის ულვაშები, 2. გლედიჩიას ეკლები (ორივე ღეროსეულია).

გარეგნულად ამა თუ იმ ერთნაირ ორგანოს ან ნაწილს ერთნაირი ფუნქციები აქვთ და წარმოშობით კი ისინი განსხვავებულნი არიან, მათ ანალოგიური ორგანოები

(„ანალოგია“—შესაბამისობა, შესატყვისობა, ბერძნ.) (სურ. 81) ეწოდება. ამის კარგი მაგალითია კოწახურის ეკალი, როგორც ფოთლის სახეცვლილება, ხოლო კვრინჩხის ეკალი—ღეროს სახეცვლილებაა. მაშასადამე, ორივე ეკალი გარეგნულად და ფუნქციებით ერთნაირია, მაგრამ სხვადასხვა წარმოშობისა არიან (ფოთლისეული და ღეროსეული).



სურ. 81. ანალოგიური ორგანოები: 1. კოწახურის ფოთლისეული ეკლები, 2. თეთრი აკაციის თანაფოთლისეული ეკლები, 3. კუნელის ღეროსეული ეკლები, 4. ასკილის ქაცვი.

ანალოგიურ ორგანოებთან ერთად ანალოგიურია მცენარეთა ჯგუფები, რომლებიც სისტემატიკურად ძალიან და-

სა, ფესვი უკან აბრუნებს ნიადაგში იმ ნივთიერებებს (შხამებსა და მჟავებს), რომლებიც გამოიყოფა მცენარის მიწისზედა ნაწილებში და რომელთა დაგროვება გამოიწვევდა ნივთიერებათა ცვლის დარღვევას ან სიკვდილიანობას. სამაგიეროდ, ეს გამოყოფილი ნივთიერებები (მჟავები შლიან მაგარ სხეულებს) ხელს უწყობენ ფესვს სხვადასხვა წინააღმდეგობათა—კლდიანი, ქვიანი ადგილების, ნიადაგში არსებული მინერალებისა და სხვა მაგარი სხეულების დაძლევაში. ფესვები სხვა დანიშნულებასაც ასრულებენ: ზოგიერთი ფესვი მცენარის საზრდო ნივთიერების სამარაგო სხეულია (სტაფილო, ჭარხალი, თაღამი, ბოლოკი და სხვ.). ფესვებზე განვითარებული დამატებითი კვირტებისაგან წარმოქმნილი ამონაყართ მცენარეები ვეგეტაციურად მრავლდებიან (ტირიფი, მურყანი, ალუბალი, ხვართქლა, პირშუშხა, სელიჭა, მინდვრის ნარი და სხვ.). მცენარის სახეშეცვლილი ფესვები აწარმოებენ ასიმილაციის, სუნთქვის, აორთქლებისა და სხვა პროცესებს, რაც ნორმალური ფესვის ფუნქციებში არ შედის. ფესვი არა აქვთ ხავსნაირთა ტიპის მცენარეებს, რომელთაც ნორმალური ფესვის ნაცვლად სუბსტრატზე მისამაგრებლად და აქედან საზრდო ნივთიერების შესათვისებლად—რიზოიდები („რიდა“—ფესვი, „ეიდოს“—სახე, გარეგნობა, ბერძნ.) უვითარდებათ. ფესვი არა აქვთ ფსილოფიტების ტიპს. უფესვო მცენარეებს ეკუთვნის აგრეთვე წყლის გვიმრა-სალვინია, (*Salvinia natans*), რომლის წყალში ჩაშვებული ფოთოლი ძაფისებურად დატოტიანებულია და ფესვის როლს ასრულებს.

ყვავილოვანი (ფარულთესლოვანი) მცენარეების ზოგიერთ წარმომადგენელს, როგორცაა, უმთავრესად, პარაზიტი მცენარეები, ფესვები არ უვითარდებათ. ასეთებია: აბრეშუმა (აბრეშუმისებრთა *Cuscutaceae* ოჯახიდან, კელეპტარა, პირიმზე, ჩაწყობილა (კელეპტარასებრთა *Orobanchaceae* ოჯახიდან) და სხვ., რომლებიც სხვადასხვა ყვავილოვან მცენარეზე პარაზიტობენ და სახეცვლილი ფესვებით—საწოვრებით ითვისებენ პატრონი მცენარის მიერ გადაშუშავებულ საზრდო ნივთიერებებს. ფესვები არ გააჩნია ჯადვარისებრთა (*Orchidaceae*) ზოგიერთ საპროფიტ მცენარესაც.

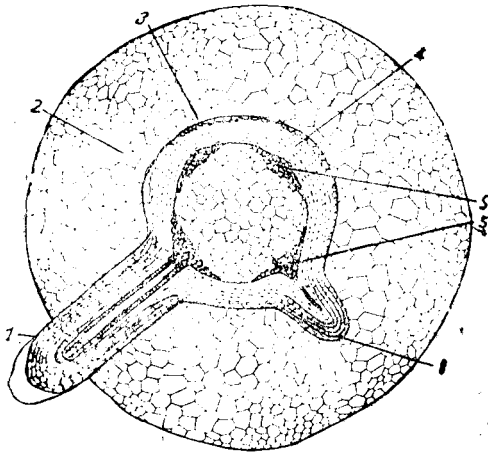
გალივებული თესლიდან განვითარებული ახალგაზრდა ფესვი (სურ. 83), რომელიც ნიადაგში სიგრძეზე წვერით იზრდება, ჯერ მთავარ ფესვად ვითარდება, შემდეგ კი მისგან გვერდითი ფესვები წარმოიქმნება.

წარმოშობის მიხედვით არსებობს სამი ტიპის ფესვი: მთავარი, გვერდითი და დამატებითი.

მთავარი ფესვი თესლიდან განვითარებული ღეროს გაგრძელებაა. ფესვის იმ ნაწილს, რომლითაც იგი ღეროს ესაზღვრება, ფესვის ყელი ეწოდება. ფესვის ყელიდან ლეზნების მიმავრების ადვილამდე ღეროს ის ნაწილია, რომელსაც ჰიპოკოტილე („ჰიპო“—ქვეშა, „კოტილეონ“—ლეზანი, ბერძნ.)—ლეზნის ქვეშა მუხლი ეწოდება.

მთავარი ფესვი თესლშივე არსებული ჩანასახოვანი ფესვის განვითარების შედეგია და მას შეიძლება პირველი ფესვიც ეწოდოს. ჩანასახიდან განვითარებული მთავარი ფესვი წვერით ვერტიკალურად იზრდება და ნიადაგის ქვედა ფენებში ეშვება. ნიადაგის ამა თუ იმ ფენაში ჩაღწეული მთავარი ფესვი ზრდის შედეგად მსხვილდება და ტოტიანდება (შიშველთესლოვანი, ფარულთესლოვანი—ორლებნიანი). მთავარი ფესვისათვის დამახასიათებელია დედამიწის ცენტრისაკენ მისწრაფება და ამ მოვლენას დადებითი გეო-

ტროპიზმი ეწოდება („გეო“—მიწა, „ტროპოს“—მიმართულება, ბერძნ.), რაც დედამიწის მიზიდულობის კანონით უნდა აიხსნას. მთავარი ფესვის ეს დატოტიანება მიმდინარეობს აკროპეტალური („აკროს“ — წვერი, „პეტომაი“ —ვისწრაფვი, ბერძნ.) წესით (შემწოვი ზონის ზევით). პერიციკლიდან გვერ-



სურ. 83. ფესვის ენდოგენური განვითარება.

1—ორი გვერდითი ფესვი განვითარებას იწყებს ცენტრალური ცილინდრიდან; 2—ფესვის ქერქის პარენქიმა; 3—ლერძისებრი ცენტრალური ცილინდრი; 4—ლაფანი; 5—ფესვის მერქნის უბნები.

ტროპიზმი არ გააჩნიათ, როგორც მთავარ ფესვს ახასიათებს. მესამე, მეოთხე და ა. შ. რიგის გვერდით ფესვებს სრული ჰორიზონტული განლაგება ახასიათებთ და გეოტროპიზმს მოკლებულნი არიან. ხშირად მთავარი ფესვის დაზიანებით (დაზიანებას სხვადასხვა ფაქტორი იწვევს) ხდება მისი სივრცეზე ზრდის შეჩერება, რის გამოც ძლიერდება მისი დატოტიანება, ხოლო დატოტიანების შედეგად გვერდითი ფესვები ძლიერ ვითარდებიან.

დამატებითი ფესვები ეწოდება ისეთ ფესვებს, რომლებიც უმთავრესად ღეროდან (ნაწილობრივ ფოთლებიდან) წარმოიქმნებიან. დამატებითი ფესვები, ძირითადად, ერთლებიან მცენარეებს, ხოლო ორლებიანიებიდან—მრავალწლოვან ბალახოვან მცენარეებს აქვთ. დამატებით ფესვებს ისეთივე აგებულება აქვთ და შედარებით იგივე ფუნქციებს ასრულებენ, როგორსაც მთავარი და გვერდითი ფესვები. დამატებითი ფესვებიც ენდოგენური წარმოშობისაა და ისინი ხშირად პერიციკლიდან, ან იშვიათად, უფრო ხნიერ ღეროებში, მეორეული ფლოემიდან ვითარდებიან. ჩვეულებრივი ღეროს გარდა, დამატებითი ფესვები წარმოიქმნება მიწისქვეშა ღეროებიდან. ფესურებიდან (ჭანგა, გლერტა) დამატებითი ფესვები უვითარდებათ ხშირად ბოლქვიან მცენარეებს, რომლებიც ასევე მიწისქვეშა ღეროს წარმოადგენენ. ფოთლისეული წარმოშობის დამატებითი ფესვების კარგი მაგალითია მცენარე ბეგონია.

დამატებითი ფესვების მონაწილეობით, მთავარ და გვერდით ფესვებთან ერთად, მცენარე უფრო ძლიერ დაფესვიანდება ნიადაგში. არის შემთხვევები,

გვერდითი ფესვები ჯერ ჰორიზონტულად არიან გართხმული, შემდეგ კი, თანდათანობით ეშვებიან რა უფრო ღრმად, დედამიწის ცენტრისაკენ, ისეთი სიძლიერის გეო-

როდესაც მთავარი და გვერდითი ფესვების ზრდის შეჩერების დროს მათ მაგვირად დამატებითი ფესვები ვითარდება.

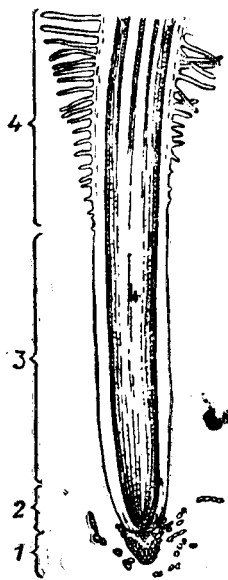
მცენარის ზრდა-განვითარების საქმეში დამატებითი ფესვების მნიშვნელობა მეტად დიდია. ისინი აღიღებენ ფესვის შეხების ორეს ნიადაგში და ფესვთა სისტემის გაძლიერებით მის შემწოვუნარიანობას. დამატებითი ფესვები ხელს უწყობენ აგრეთვე მცენარეთა მეტ მდგრადობას, კვების გაძლიერებასა და ვეგეტაციურ გამრავლებას.

ფესვის წვერო, რომელიც შედგება მერისტემისაგან, უმეტესად დაფარულია ერთი წყება მფარავი უჯრედებით, რომლებიც ქმნიან ფესვის შალითას, ანუ ფარს (სურ. 84). ფესვის შალითა იცავს ფესვის წვეროს ნაწილებს (უჯრედებს) ნიადაგში არსებული მაგარი სხეულებით დაზიანებისაგან და ხელს უწყობს ფესვის ნორმალურ ზრდას წვერით. შალითა არ უვითარდებათ წყლის მცენარეებს; ასე, მაგალითად, იგი არა აქვს წყლის კაკალს, წყლის სუროს, წყლის პერს (ლემნას) და სხვ., რომელთაც შალითას მაგივრად ფესვის წვერო ხაჩით აქვთ დაფარული. ხორბლოვანებს ფესვის წვერო დაფარული აქვთ წარმოშობი ქსოვილით—კალიპტროციტით („კალიპტრა“—საბურველი, „გენოს“—წარმოშობა, ბერძნ.), რომელიც ფესვის ზრდის წერტილის უჯრედების გარეთა შრეებიდან წარმოიქმნება და შალითას მაგიერ საფარს, ანუ კალიპტრას ქმნის. შალითას გარეთა უჯრედები მათი თანდათანობითი მოქმედებით იშლებიან, ხოლო მათ ნაცვლად შიგნითა ახალი წყება უჯრედები ვითარდებიან.

შალითას შიგნით, ფესვის წვერთან, ფესვის ზრდის კონუსია (წერტილი), რომელიც ემბრიონული ქსოვილისაგან—მერისტემისაგან შედგება. ზრდის წერტილის უჯრედები იყოფიან, მრავლდებიან და წარმოქმნიან ახალ-ახალ წყება უჯრედებს, რომლებითაც ფესვი სიგრძეზე იზრდება; ფესვის წვერო და ზრდის წერტილი შალითით არის დაფარული და ფესვის ახალგაზრდა ნაწილს წარმოადგენს; ამ ნაწილით იზრდება ფესვი

და მას ზრდის ზონა ეწოდება. ფესვის წვეროს ზემოთ, რამდენიმე სანტიმეტრის დაშორებით, ვითარდება ფესვის ბეწვები (სურ. 85). ამ ბეწვებით ფესვი მჭიდროდ არის დაკავშირებული ნიადაგის ნაწილაკებთან. ბეწვები ფესვის შიგა უჯრედებისაგან არიან წარმოქმნილი და ებიდერმისის გამონაზარდებს წარმოადგენენ. ისინი ფესვის ზედაპირის გარკვეულ ადგილზე ვითარდებიან, ამიტომ ფესვების დიდ ნაწილს სიგრძეზე ბეწვები არა აქვს.

ბეწვების ძირითადი ფუნქციაა ნიადაგიდან წყლისა და წყალში გახსნილ საკვებ ნივთიერებათა შეთვისება ოსმოსის გზით. ბეწვებს ამა თუ იმ ნივთიერების გატარების ან გაუტარებლობის უნარი აქვთ. ბეწვების მეშვეობით ძლიერ იზრდება ფესვების შემწოვი ზედაპირი. ერთი რომელიმე მცენარის ყველა ბეწვის სიგრძე 2—3 მმ-ს აღწევს. დაახლოებით გამონაგარიშებულია, რომ ხორბლის ფესვის ყველა ბეწვის სიგრძე 20 კგ-ს აღწევს, მაშინ, როცა



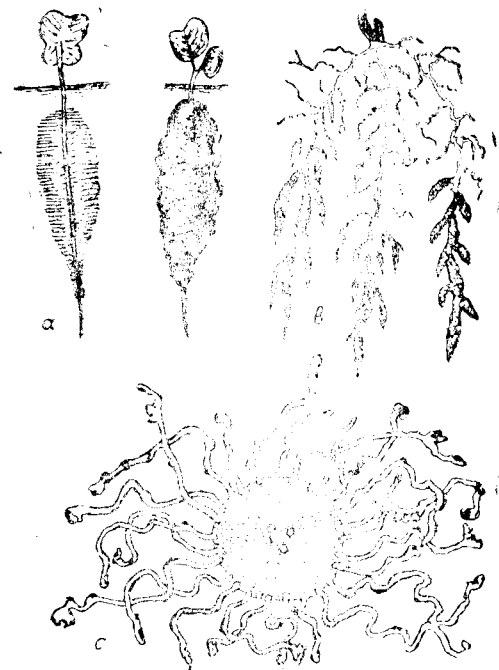
სურ. 84. 1—ფესვის შალითა, 2—უჯრედების დაყოფის ზონა, 3—უჯრედების ზრდის ზონა, 4—შემწოვი ზონა.

ყველა ფესვის საერთო სიგრძე 500 ან 600 მ-ს უდრის. ბეწვების რაოდენობა ბევრადაა დამოკიდებული გარემო პირობებზე. ჭარბტენიან პირობებში მოზარდ მცენარეთა ფესვის ბეწვების რაოდენობა შესამჩნევად მცირდება. ბეწვები არ უვითარდებათ წყლისა და ჭაობის მრავალი მცენარის ფესვებს, არა აქვთ ბეწვები იმ ფესვებს, რომლებზედაც სოკო სახლობს (მიკორიზულ ფესვებს). ბეწვები არა აქვს აგრეთვე საჰაერო ფესვების უმრავლესობას.

ფესვის იმ ნაწილს, სადაც ბეწვებია განლაგებული, ფესვის შემწოვი, ანუ ბეწვების ზონა ეწოდება. ბეწვების ზონას მოსდევს საზრდო ნივთიერების გამტარი ზონა. მაშასადამე, ფესვი შედგება: 1) ფესვის წვეროსაგან, რომელიც შალითით არის დაფარული, 2) ზრდის; 3) შემწოვი და 4) გამტარი ზონებისაგან.

მთავარი, გვერდითი და დამატებითი ფესვებისაგან იქმნება ფესვთა სისტემა (ასე მაგ., მთავარღერძიანი, ფუნჯა და სხვ.). წარმოშობისა და ფორმის მიხედვით, მთავარ, გვერდით და დამატებით ფესვებთან ერთად ბუნებაში გვხვდება ფესვის შემდეგი ტიპები:

მთავარღერძიანი (სურ. 86), რომლის კარგად განვითარებული მთავარი ფესვი (ღერძი) სიგრძითა და სიგანით ბევრად აღემატება მის გვერდით



სურ. 85. ფესვის ბეწვები.

ა—რაფსის, ბ—მარცვლოვანების, ც—ფესვის განივი კრილი ბეწვების ზონაში.

და დამატებით ფესვებს (უმრავლესობა ორლებნიანი მცენარეები); მთავარღერძიანი ფესვი დატოტვილია ან დაუტოტავრ. ფესვის ამ სისტემას ეკუთვნის ფესვის შემდეგი ფორმები: თითისტარისებრი (სტაფილო, ჭარხალი); თალგამისებრი (სურ. 86) (ბოლოკი, თალგამი) და სხვ.

მთავარი ფესვის განუვითარებლობის ან ზრდის შეჩერების დროს დამატებითი ფესვები, გვერდით ფესვებთან ერთად, ერთნაირი სიგრძისა და სიგანის არიან,—ასეთ ფესვებს ფუნჯა ფესვები (სურ. 86) ეწოდება (ერთლებნიანები). ფუნჯა ფესვების სისტემა ხშირად დამატებითი ფესვებისაგან იქმნება.

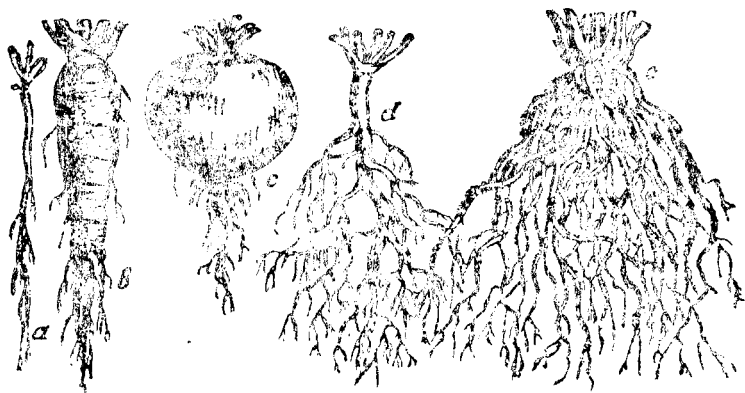
არც თუ ისე იშვიათად, პერიციკლის უჯრედებიდან ვითარდება დამატებითი, უწესრიგოდ განლაგებული კვირტები. ამ დამატებითი კვირტებიდან ნიადაგის ზემოთ ყლორტი ვითარდება; ასეთ ყლორტს ფესვის ამონაყარი ეწოდება (ასე, მაგ., ვერხვის, მურყანის, ტირიფის, იასამნის, მაცყლის, ალუბლისა და სხვ. ამონაყარი). მცენარის ჯირკვზე გადაჭრილ ადგილას ხშირად დამატებითი კვირტებიდან ჯირკვის ამონაყარი ვითარდება. ბევრ სარე-

ველა მცენარეს უჩნდება ფესვის ნაწილებზე მრავალი დამატებითი კვირტი, საიდანაც მცენარე ვითარდება.

როგორც აღვნიშნეთ, გაღვივების დროს თესლიდან გამოსული ფესვი ჯერ მთავარ ფესვად ვითარდება, შემდეგ კი ფესვი თანდათანობით მსხვილდება ან ტოტიაწდება და გვერდით ფესვებს, რიგ შემთხვევაში, დამატებით ფესვებსაც ივითარებს. ამ ფესვების ერთობლიობით იქმნება სხვადასხვა ფორმის ფესვთა სისტემა (მთავარღერძიანი, ფუნჯა და ა. შ.).

ნიადაგის ტიპი, მისი ფიზიკური და ქიმიური სტრუქტურა, ნიადაგის ტენიანობა, ტემპერატურა და აერაცია, სხვადასხვა მცენარის ცენოზები, — აი, ის ძირითადი პირობები, რომლებიც განსაზღვრავენ ფესვის ფორმებს.

ზრდისა და განვითარების ამა თუ იმ პერიოდში ფესვთა სისტემა ნიადაგში თანდათანობით მეტ არეს იკავებს, როგორც სივრცეზე — ვერტიკალურ-



სურ. 86. ფესვის ფორმები: a—ძაფისებრი; b—თითისტარისებრი; c—თალგამისებრი; d—მთავარღერძიანი; e—ფუნჯა.

რად, ისე სივრცეზე — ჰორიზონტალურად, რაც ფესვთა სისტემის გავრცელების გარემოა — რ ი ზ ო ს ფ ე რ ო ა („რიძა“ — ფესვი, „ფაირა“ — სფერო, ბერძნ.); ფესვთა სისტემა მცენარის მიწისქვეშა მასაა, ზოგჯერ იგი მცენარის მიწისზედა მასის თანაბარია, უფრო ხშირად კი სჭარბობს მას. მიწისქვეშა და მიწისზედა მასის ასეთი შეფარდება არა მარტო ბალახოვან მცენარეებს, არამედ ხემცენარეებსაც ახასიათებს.

რიზოსფერო, ანუ ფესვთა სისტემის ნიადაგში გავრცელების გარემო, დამოკიდებულია ნიადაგის თავისებურებებზე და მცენარის სახეობრივ შემადგენლობაზე. მაგალითად, თავიანი კომპოსტოს ფესვთა სისტემის დიამეტრი თუ 1 მ-მდე ან ზოგჯერ ცოტა მეტია, მაშინ სიღრმეზე 1,5 მ-მდე ჩადის. სტაფილოს ფესვთა სისტემა 2 მ-ს და უფრო მეტ სიღრმეს აღწევს, მისი დიამეტრი კი 1,5 მ-ს უღრის.

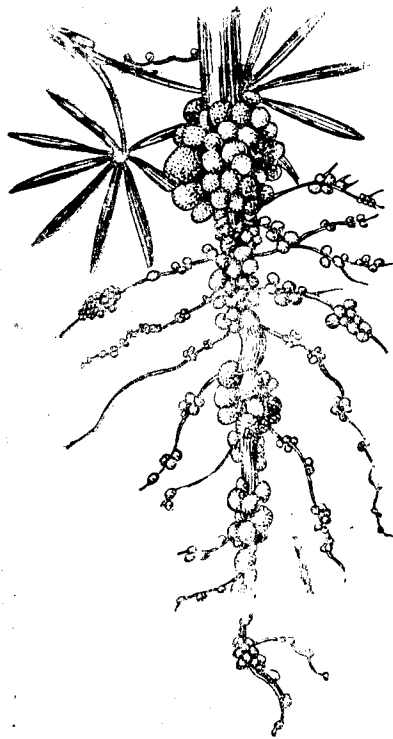
ხემცენარეების ფესვთა სისტემის დიამეტრი რამდენჯერმე აღემატება ვარჯის დიამეტრს.

მაშასადამე, მცენარის მიწისქვეშა მასის სივრცე, ე. ო. სიღრმე, დიამეტრი და მშრალი მასის წონა ბევრად აღემატება მიწისზედა მასას, მაგრამ ფესვთა სისტემის სიმძლავრე როდით გამოხატავს მის მიერ ნიადაგში არსებული საზრდო ნივთიერების შთანთქმა-შეწოვისუნარიანობას, ვინაიდან შეწოვის

უნარი მხოლოდ ფესვის ბეწვებით დაფარულ ნაწილს აქვს. მაგალითად, თუ ჩვეულებრივ ხორბლის ყველა ფესვის ზედაპირი 4 მ²-ია, მაშინ მის შემწვავ ზედაპირს მხოლოდ 1 მ² უკავია, რომელიც ექვსჯერ მაინც აღემატება მიწის-ზედა ნაწილების ზედაპირს. შემოდგომის კვავის ფესვთა სისტემის ზედაპირი 120-ჯერ და მეტჯერაც დიდია მიწისზედა ნაწილების ზედაპირზე.

ფინელი ბოტანიკოსის ი. პაჩოსკის დაკვირვებით, მინდვრის ნარის, როგორც სარეველა ბალახის, მთავარი ფესვი 6 მ-სა და კიდევ უფრო მეტ სიღრმეს აღწევს ხოლმე, ხოლო მისი მიწისზედა ნაწილების ზედაპირული ფართობი 1,5 კმ-ით განისაზღვრება.

ხშირად მიწისქვეშა ნორმალურ ფესვებზე, მის შიგა თუ გარე ნაწილებზე, სახლდებიან სოკოს და ბაქტერიების ორგანიზმები. მაგალითად, უშაღლესი მცენარეებიდან პარკოსანი მცენარეების ფესვებს ტუბერისებრ წარმონაქმნი სხეულაკები—კოფრები უვითარდებთ (სურ. 87). ამ კოფრებში კი ბაქტერიები სახლდებიან. ეს ბაქტერიები ბაქტერია რადიციოლას (*Bacterium radicola*) სახეობის სხვადასხვა ფორმა და პარკოსნების მრავალი წარმომადგენლისათვის დამახასიათებელია. ბაქტერიები კოფრების უჯრედებში არსებული ჰაერიდან აგროვებენ აზოტს, ამ აზოტს პარკოსანი მცენარეები ითვისებენ. ფესვის კოფრებითა და კოფრებში ბაქტერიების მოქმედებით ნიადაგი აზოტით მდიდრდება, აზოტს სხვა მცენარეებიც იყენებენ. ბაქტერიები და პარკოსანი მცენარეები სიმბიონტებია და სიმბიოზურ („სიმბოზის“—თანაცხოვრება, ბერძნ.) ცხოვრებას ეწევიან.



სურ. 87. კოფრები პარკოსანი მცენარის ფესვზე.

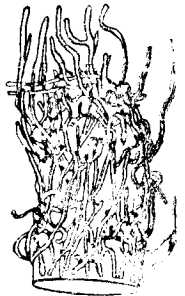
შიშველთესლოვნებისა და ფარულთესლოვნების ჩემცენარეებს და ხშირად, განსაკუთრებით, ტყის ბალახოვანი მცენარეების ფესვებს, ფესვის წვერო და ზედაპირიც დაფარული აქვთ სოკოს მიცელური სხეულიდან განვითარებული წვრილი, ძაფისებრი ჰიფებით („ჰიფე“—ქსოვილი, ბერძნ.). ასეთ ფესვებს, რომლებზედაც სოკოები სახლდებიან და ცხოვრობენ, სოკო-ფესვა ანუ მიკორიზა („მიკეს“—სოკო, „რიზა“—ფესვი, ბერძნ.) ეწოდება. მიკორიზების ბუ-

ნება პირველად შეისწავლა რუსმა მეცნიერმა ფ. კამენსკიმ (1881 წ.), ტყის სანთელას (*Hypopytys monotropa*) მაგალითზე, რომელიც ჩვენი ტყეების წრავალწლოვანი საპროუიტული მცენარეა და მკვეთრად გამოსახული მიკორიზა ახასიათებს. ტყის სანთელას ფესვები, უფრო მეტად ფესვის წვერო, დაფარულია სოკოს ჰიფების ხლართებით. ამ მაგალითით კამენსკიმ დაადგინა ფესვსა და სოკოს შორის ურთიერთობით გამოწვეული სიმბიოზი.

მიკორიზული ფესვები (სოკო-ფესვა) ფორმით საკმაოდ განსხვავდებიან ჩვეულებრივი ფესვებისაგან. მათი ფესვები უმეტესად ძლიერ დატოტოვებულია და ფესვის ბეწვებს არ ივითარებენ; შალითაც სუსტად ან სრულიად არ უვითარდბათ.

მიკორიზა ყველა ფესვზე როდი ჩნდება. იგი, უმთავრესად, გვერდით ფესვზე ვითარდება; ეს მიკორიზიანი ფესვები შემდეგში სივრცეში არ იზრდებიან, მოკლდებიან, მსხვილდებიან და ხორცოვანი ხდებიან. მიკორიზა მრავალმერქნიანი და ბალახოვანი მცენარეების გვერდითი და დამატებითი ფესვებისათვის არის დამახასიათებელი, სოკოებიდან მის წარმოშობაში, უმეტესად, ქუდიანი სოკოები მონაწილეობენ. სოკოები თავისი ვეგეტაციური სხეულებით—ჰიფებით—ამა თუ იმ ფესვზე გარედან სახლდებიან, ხოლო მეორე წყება სოკოებისა, ფესვის უჯრედების შიგნით იჭრებიან; სოკოების მესამე წყება კი თავისი ჰიფებით ფარავს ფესვს და ფესვის წვერს და ამავე დროს ფესვის შიგა უჯრედებშიაც ბინადრობენ. იმის მიხედვით, თუ სოკო რა გზით სახლობს და ცხოვრობს ფესვზე, ბუნებაში მიკორიზას სამი ტიპია ცნობილი: 1) გარეგანი, ანუ ექტოტროფული („ექტო“—გარეთ, კვება, ბერძნ.), 2) შინაგანი, ანუ ენდოტროფული („ენდო“—შიგნით, ბერძნ.) და 3) შინაგან-გარეგანი, ანუ ენდოექტოტროფული.

ექტოტროფულია მიკორიზა (სურ. 88) მაშინ, როდესაც სოკოს ჰიფები გარედან ეხვევიან ფესვებს და მათი ხლართებიდან ქმნიან მკვირვ სხეულს, რომელსაც ჩაჩი ეწოდება. ამ ჩაჩიდან გამოსული მრავალგზით დატოტოვებული ჰიფები იჭრებიან ნიადაგში და მჭიდროდ ეკვრიან ნიადაგის ნაწილაკებს. ჰიფების ზოგიერთი დატოტოვებული ნაწილი იჭრება ფესვის ქერქის უჯრედებში და მათი მასის დაშლის შედეგად, ამავე უჯრედების მიერ, გამოიყენება საზრდო მასალად. ექტოტროფული მიკორიზიანი მცენარეებია: ფიჭვი, არყი, წიფელა, მუხა და სხვ.



სურ. 88. ექტოტროფული მიკორიზა.

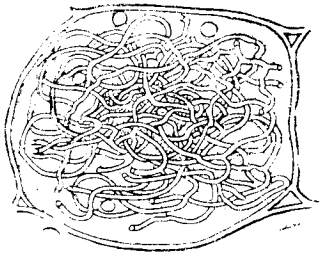
ენდოტროფულ მიკორიზას (სურ. 89) დროს სოკოს ჰიფები იჭრებიან ფესვის პარენქიმული უჯრედების შიგნით და ქმნიან ჰიფების გორვალს. უჯრედში შეჭრილი ჰიფების ნაწილი იშლება და ამ დაშლილ მასას შემდეგ უჯრედები ითვისებს საზრდო ნივთიერებად (ასეთი მიკორიზიანი ფესვები აქვთ, უმთავრესად, ჯადვარიხებრთა ოჯახის წარმომადგენლებს).

ექტოენდოტროფული ისეთი მიკორიზაა, როდესაც სოკო თავისი ჰიფებით ფესვის გარეთაც სახლდება და ფესვის უჯრედების შიგნითაც იჭრება.

სამივე ტიპის მიკორიზას, ე. ი. ფესვისა და სოკოს ურთიერთმოქმედების დროს, სოკო ფესვიდან ითვისებს სხვადასხვა ორგანულ ნაერთს (ნახშირწყალს), ფესვს კი აწვდის წყალს, წყალში გახსნილ მინერალურ და ნიადაგში არსებულ აზოტოვან ნივთიერებებს.

იმ მცენარეებს, რომელთაც მიკორიზა ახასიათებთ და მიკორიზებული წარმოშობის ნივთიერებებით საზრდოობენ, მიკოტროფული მცენარეები ეწოდება.

ბუნებაში ფართოდ გავრცელებულ ავტოტროფულ მცენარეებთან ერთად საკმაო რაოდენობითაა მიკოტროფული მცენარეები. მიკორიზიანი მცენარეების ფესვთა სისტემა ძლიერია, რის შედეგადაც დიდდება მისი შეწოვითი უნარიანობა და მცენარის ზრდა-განვითარება ძლიერდება დაგროვილი მინერალური ნივთიერებების ხარჯზე.



სურ. 89. ენდოტროფული მიკორიზა.

ფესვები, ძირითად ფუნქციებთან ერთად, ზოგჯერ სრულიად ახალ ფუნქციებს ასრულებენ, რის გამოც ფესვები ხშირად განიცდიან მორფოლოგიურ, ანატომიურ და სხვა ცვლილებებს. ამ მოვლენას საერთოდ მცენარეებში მეტამორფოზმეწოდება.

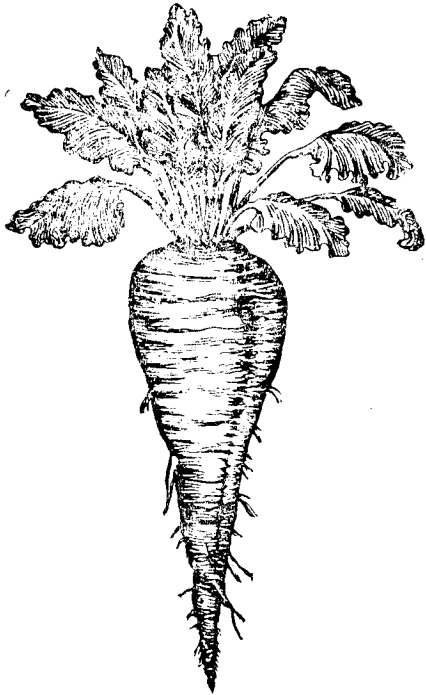
მიწის ქვეშ მცენარის ტიპურ ფესვებთან ერთად, მთავარი, გვერდითი და დამატებითი ფესვებიდან წარმოიქმნებიან გასქელებული, ხორცოვანი ფესვები; ასეთ ფესვებში სხვადასხვა შედგენილობის ნივთიერებები იქმნება და გროვდება, ამიტომ მათ ნივთიერებათა სამარაგო ფესვებს, ანუ მასაზრობეელ ფესვებს უწოდებენ.

ამ ფესვების ფორმა თითო-ტარისებრია (თითისტარა ფესვი), თალგამისებრი (თალგამა ფესვი) და ტუბერისებრი (ფესვტუბერი). ასეთი ფორმის ფესვებს ძირხვენებს უწოდებენ. ისინი უვითარდებათ, უმთავრესად, ორწლიან მცენარეებს, რომლებსაც განვითარების პირველ წელს გამსხვილებული ფესვის ყელიდან ჯერ როზეტად გადაშლილი ფოთლები, ხოლო მეროკე წელს დამატებითი კვირტებიდან საყვავილე ღერო უვითარდებათ.

მიკორიზის მნიშვნელობა მეტად დიდია სატყეო მეურნეობაში, ვინაიდან წიწვოვანი და ფოთლოვანი ტყეების თითქმის ყველა მერქნიან მცენარეში მიკორიზა ძალიან გავრცელებულია.

ტყის ძველი მასივების განახლებისა და ახალი ტყეების გაშენების დროს რეკომენდებულია ნიადაგის მიკორიზით უზრუნველყოფა (ხელოვნურად).

სხვადასხვა გარემოში მოხვედრილი სხვადასხვა გარემოში მოხვედრილი



სურ. 90. ჰარხლის მასაზრობეელი ფესვი.

ათისტარა და თალგამა ფესვები აქვთ სტაფილოს, ჭარხალს (სურ. 90), ბოლოქს და სხვ.

ეს გასქელებული ხორცოვანი ფესვები სამა ნაწილისაგან შედგება:

1) ფესვის ქვედა ნაწილისაგან, რომელზედაც გვერდითი ფესვები ვითარდება და ამ ნაწილით იგი ნამდვილი ფესვია, 2) შუა გამსხვილებული ნაწილი ლებნის ქვეშა მუხლია და 3) ზედა ნაწილი კი, რომელზედაც ფოთლებია განვითარებული, შემოკლებული ყლორტია.

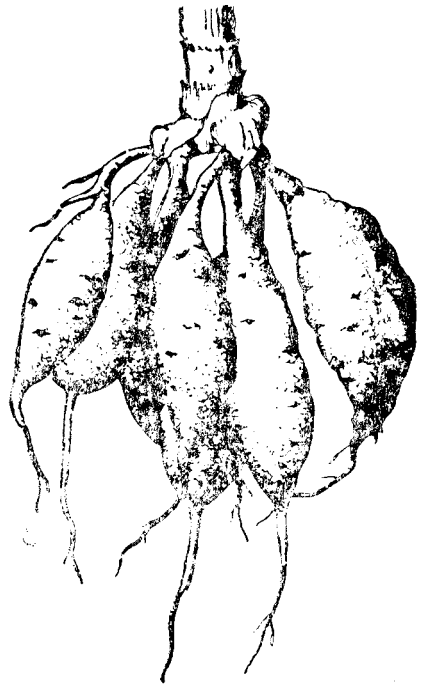
ფესვტუბერი ისეთი გასქელებული ხორცოვანი ფესვია, რომელიც წარმოქმნილია გვერდითი ან დამატებითი ფესვებისაგან და ნივთიერებათა სამარაგო ფესვს წარმოადგენს. ფესვტუბერს, განსაკუთრებით ვეგეტაციური გამრავლებისათვის, დამატებითი კვირტები უჩნდება. ფესვტუბერს შალითა და ფესვის ბეწვები უვითარდება, მაგრამ განვითარების ადრეულ პერიოდში სცივია.

ფესვტუბერიანი მცენარეებია: ბატატი, გეორგინი (სურ. 91) ჯადვარი, ჩაწყობილა, ბაია და სხვ.

სახეცვლილი ფესვებია ის დამატებითი ფესვები. რომლებიც ზოგიერთ მცენარეს უვითარდება ღეროს ქვედა მუხლიდან, ნაკ., სიმინდს, განსაკუთრებით გათონის შემდეგ, რაც მცენარის საზრდობას, უფრო კი მის მდგრადობას აძლიერებს. ასეთი საყრდნობი ფესვები უვითარდებათ ბიჯგის ანუ ბოძკინტის (სურ. 92) სახით.

სასუნთქი ფესვები ისეთი ფესვებია, რომლებიც წყლისა და ლამიანი ნიადაგის ზევით წვერებით არიან ამოზრდილი. ასეთ ფესვებს თხელი ქერქი და ფაშარი უჯრედებისაგან შემდგარი მრავალი დიდი ზომის მეჭეჭი უვითარდება; ამავე ღეროს იგი დაფარულია კორპის კამბიუმიდან წარმოშობილი ღრუბლისებრი ქსოვილით—პარენქიმიით, რომლის უჯრედშორისები ჰაერის დამგროვებელი არიან.

კარგად განვითარებული, მსხვილი სასუნთქი ფესვები უმთავრესად ტროპიკული ქვეყნის ხეებს — მანგოს ხეებსა და ბუჩქებს აქვთ. ისინი გავრცელებულია ზღვის სანაპიროებზე და მდინარეების შესართავებთან; ხშირად ქმნიან თავისებურ ე. წ. მანგოს მცენარეულობას, რომელიც ხშირად წყლით იფარება, წყალში ჰაერის ნაკლებობის გამო წყლის ზემოთ ამოშვრილი ფესვებით სუნთქავს და ხელს უწყობს ამ მცენარეების აერაციას. სასუნთქფესვებიანი მცენარის კარგი მაგალითია ჭაობის კვიპაროსი (*Taxodium distichum*). სასუნთქ ფესვებს, პნევმატოფორებსაც („პნევმა“—სუნთქვა, „ფოროს“—ვატარებ, ბერძნ., (სურ. 93) უწოდებენ.



სურ. 91. გეორგინის ფესვტუბერიანები.

ტროპიკულ ტყეებში მოზარდ ლიანებსა და ეპიფიტებს ^{ძირს} ჩამოკიდებული ე. წ. საჰაერო ფესვები უფითარდებათ. ლიანა („ლიარა“ — შემოხვევა, ხვევა, ესპანურად) მცენარეები ისეთი სასიცოცხლო ფორმებია, რომელთაც, სწორმდგომი ღეროების ნაცვლად, მხვიარა და მკოცავი ღეროები აქვთ. ეპიფიტები („ები“ — ზედ, „ფიტონ“ — მცენარე, ბერძენ.) ისეთი მცენარეებია, რომლებიც სხვა მცენარეებზე, განსაკუთრებით ღეროებსა და ტოტებზე ბინადრობენ და მათ მისამაგრებლად იყენებენ. ეწვევიან არა ჰეტეროტროფულ, არამედ ავტოტროფულ ცხოვრებას. ეპიფიტებით მდიდარია ჯადვარისებრთა, მინანასებრთა, ნიუკასებრთა ოჯახები, რომლებიც საჰაერო ფესვებს ივითარებენ. ამ ფესვებს გარედან რამდენიმე წყება მკვდარი უჯრედები ფარავს. ეს უჯრედები ერთი-



სურ. 92. ბოქინტი ფესვები.

მეორესთან დაკავშირებული არიან ფორმებით და ატმოსფეროდან წყალს ნალექების სახით ისრუტავენ.

ჯადვარისებრთა ბევრი წარმომადგენელი საჰაერო ფესვებთან ერთად ივითარებს მწვანე საასიმილაციო ფესვებს. ამ ფესვებს ბრტყელი, თასისებრი ფორმა აქვთ; უქლოროფილო მხარით მიმაგრებული სუბსტრატთან წყალს და წყალში გახსნილ მინერალურ ნივთიერებას ითვისებენ, ხოლო ქლოროფილიანი მწვანე მხარით ასიმილაციას ახდენენ. საასიმილაციო ფესვები ჩვენში წყლის კაკალს (Trapa natans) აქვს. მისი სავარცხლისებრი დატოტიანებული წვრილი ფესვები, რომლებიც ძაფისებრი ღეროდან და ლებნისქვეშა მუხლიდან ვითარდებიან, მწვანეებია და ამ ფესვებით ნორმალურ ფოთლებთან ერთად ნაწილობრივ ასიმილაციას ახდენენ. ტროპიკებში ზღვის ნაპირებზე, ხშირად წყლით დაფარულ და ლამიან ადგილებში, მოზარდ ხეებს საჰაერო (სურ. 94) დამატებითი ფესვები უვითარდებათ, ასეთი ფესვები ღეროს ქვედა



სურ. 93. სასუნთქი ფესვები — პნევმატოფორები.

სურ. 94) დამატებითი ფესვები უვითარდებათ, ასეთი ფესვები ღეროს ქვედა



სურ. 94. საპაერო ფესვები: 1. მონსტერა—*Monstera deliciosa*
2. ბანანი—*Ficus benghalensis*;

ნაწილიდან წარმოიქმნებიან და მათ ოჩოფეხა ფესვს უწოდებენ. ოჩოფეხა ფესვები ჩაღიან ნიადაგში, იქიდან იღებენ საზრდო ნივთიერებებს და ამით აძლიერებენ მცენარის კვებას, მაგრამ, რაც მთავარია, ისინი მცენარის ძლიერ განვითარებულ გარჯს ამაგრებენ.

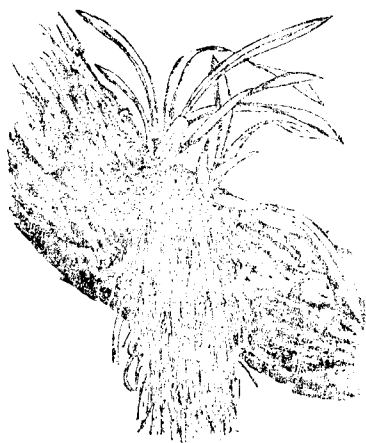
ზომიერი თუ ტროპიკული სარტყლას ლიანებბს უმრავლესობას მოსაკიდი ფესვები უვითარდებათ. მოსაკიდიფესვებიანი ლიანა მცენარეები სხვა მცენარეებს ან რომელიმე სუბსტრატს ეკიდება (ეჩაგრება); ასეთ ლიანას ეკუთვნის ჩვენი სურო (*Hedera*) (სურ. 95), რომლის წვრილი ღეროები მოსაკიდი ფესვებით ხის ღეროებს, ტოტებს, კლდეებს, ქვის ლოდებს, კედლებს ეკიდებიან ან მიწაზე დაცოცავენ. მოსაკიდი ფესვები ჩვენში გავრცელებულ დეკორაციულ მცენარეს—ვახისტანასაც (*campsis radicans*) უვითარდება.



სურ. 95. მოსაკიდი ფესვები სუროზე.

ზოგიერთი ტროპიკული ხემცენარის დამატებითი საპაერო ფესვები გადგმულია ნიადაგში, საიდანაც ისინი დამატებით მინერალურ საკვებს აწვდიან ხემცენარეს და ამავე დროს პორიზონტალურად განლაგებული გრძელი ტოტებისათვის საბჯენის როლს ასრულებენ. ასეთ ფესვებს სვეტიცებრი ანუ საბჯენი ფესვები ეწოდება. ასეთ სვეტიცებრ ფესვებს ივითარებს ინდოეთის ბანანი (*Ficus benghalensis*). ჯერ ივი, როგორც ებიფიტი, სხვა მცენარეებზე იზრდება, შემდეგ მისი დიდი ზომის ვარჯი სვეტიცებრ (საბჯენ) ფესვებს ეყრდნობა და საზრდო მასალასაც ამ ფესვებიდან იღებს. საპაერო ფესვებს ივითარებს ტროპიკებში მოზარდი ორქიდეა (*Orchis*) (სურ. 96), რომელიც ხეზე სახლდება. ყვავილოვანი მცენარეების პარაზიტების უმრავლესობას მიწისქვეშა ფესვი არა აქვს: მათ ფესვის მაგივრად საწოვრები, ანუ ქაუსტორიები („ქაუსტორ“—მსმელი, მყლაპავი, ბერცნ.) უვითარდებათ.

ასეთი საწოვრები ახასიათებს ცნობილ პარაზიტს—აბრეშუმას (*Cuscuta*) და ნახევრად პარაზიტ მცენარეს—ფითრს (*Viscum album*) (სურ. 97).



სურ. 96. ეპიფიტურ ორქვეას საპაერო ფესვები.

ზოგიერთი მცენარის ფესვები ეკლებად გადაიქცევა ან ჩვეულებრივ ფესვებზე ეკლებს სეითარებს. მაგ., ერთ-ერთ პალმას *Acanthorrhiza iriartea*-ს ზოგიერთი ფესვი ეკლების სახით უფითარდება.

ფესვის შინაგანი აგებულება. ფესვის ორგანოა, რომელიც მცენარის მიწაზე და ნაწილებს ნიადაგთან აკავშირებს, ნიადაგიდან იწოვს წყალს და წყალში გახსნილ ნივთიერებებს, ამ ნივთიერებებს ღეროს გზით აწვდის ფოთლებს გადასამუშავებლად. ეს ფიზიოლოგიური ფუნქციები მისი შინაგანი აგებულებით ხორციელდება.

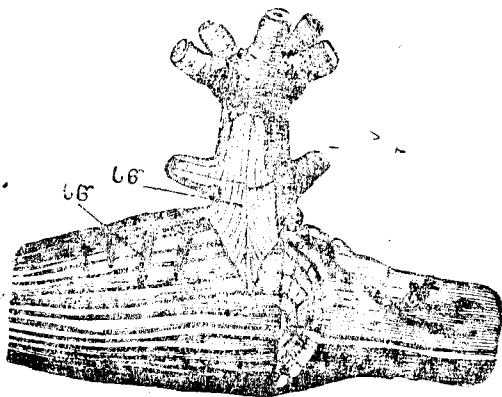
ფესვს აქვს წარმომშობი, მფარავი, მექანიკური გამტარი და სხვა მთელი რიგი ქსოვილების სისტემები. ფესვები ამ ქსოვილებისა და მათი სისტემების განლაგებაც

მისი ფუნქციების განმსაზღვრელია.

გალიფებული თესლიდან გამოსული ფესვი მიემართება ნიადაგში და იწყებს ზრდასა და განვითარებას. ფესვის ზრდა მიმდინარეობს მისივე წვერიით (სურ. 98), რომელიც მეტწილად დაფარულია შალითით და იგი ზრდის კონუსის ქსოვილებს დაზიანებისაგან იცავს. შალითის უჯრედებს ახასიათებს ძლიერი ტურგორი, ეს უჯრედები შლიან ნიადაგის მაგარ ნაწილებს და ხელს უწყობენ სხვადასხვა გზით ფესვის სიღრმეში ჩაღწევას. ფესვის ზრდასთან ერთად შალითის გარეთა უჯრედები ნიადაგის მექანიკური ნაწილების გავლენას განიცდიან და თანდათანობით იგლიჯებიან, იშლებიან, მაგრამ მათ სანაცვლოდ მის შიგნით ახალი უჯრედები ვითარდებიან, რომლებიც წარმოიქმნებიან ზრდის კონუსის გარეთ არსებული მერისტემული უჯრედებისაგან და აღადგენენ შალითას.

შალითა არა აქვს გწყლის ზოგიერთი მცენარის ფესვებს (ლემნას), წყლის სუროს, წყლას ვახს და სხვ. შალითის წარმომშობ ქსოვილს კალიპტროგენი („კალიპტრო“—საბურვილი ბუდე, „გენოს“—წარმოშობა, ბერძენ.) ეწოდება.

მრავალი მცენარის ფესვის ზრდის კონუსი შედგება შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან: დერმატოგენისაგან, პერიბლემისაგან და პლერომისაგან.



სურ. 97. ფითრის (*Viscum album*) საწოვრები.

დერმატოგენი კონუსის გარეთა უჯრედების კომპლექსია, მისგან ვითარდება პირველადი მთარავი ქსოვილი—ეპიდერმისი.

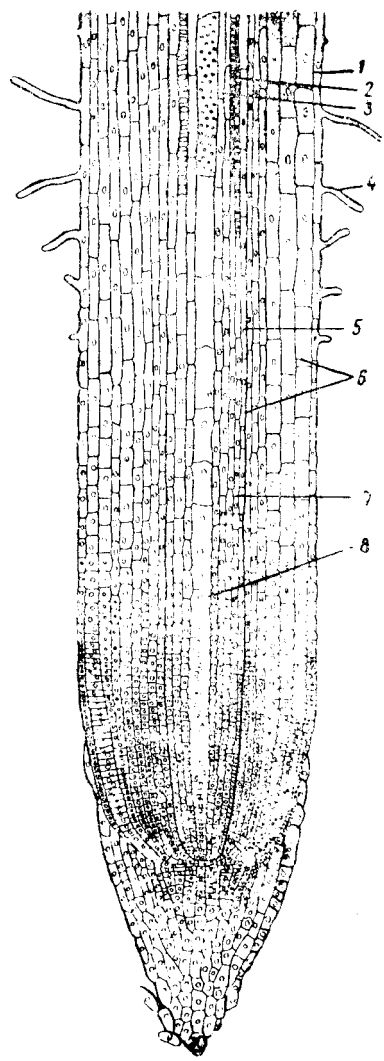
პერიბლემა შედგება ერთი ან რამდენიმე შუა შრეუჯრედისაგან და მისგან პირველადი ქერქი ვითარდება.

პლერომა კონუსის შიგნითა უჯრედების კომპლექსია და ამ უჯრედებისაგან ფესვის ცენტრალური ცილინდრი ვითარდება.

ზემოთ აღნიშნული იყო, რომ ფესვს გარედან კანი ანუ ეპიდერმისი აკრავს. ფესვის კანი თავისებური აღნაგობით ხასიათდება და განსხვავდება ღეროსა და ფოთლის კანისაგან იმით, რომ მას არ გააჩნია კუტიკულა და ბაგეები და წყლის მეტი გამტარუნარიანობა ახასიათებს. კანის უჯრედები ფესვის განსაზღვრულ ზედაპირზე წარმოიბნე ბუსუსებს. ამ ბუსუსებით დაფარული ფესვის კანის ნაწილს ეპიბლემა ეწოდება.

ბუსუსები წარმოიშობიან ეპიბლემის უჯრედებისაგან და მათი გაგრძელებაა. უჯრედის გარსის გარეთა ნაწილი გამოიბერება და ეს გამობერილი ნაწილი ვადაუტიხრავად გაიზრდება, შემდეგ იჭიმება, ღებულობს წვრილი მილის ფორმას მომრგვალო ბოლოებით.

ბუსუსების უჯრედების გარსი თხელია, ცელულოზოვანია, რაც ბუსუსის შეწოვის უნარს ზრდის. პროტოპლაზმა უფრო მეტად ბუსუსის წვერშია მოქცეული, სხვა ნაწილებში კედლურია და დიდ ვაკუოლს აკრავს. ბუსუსის სიგრძე 0,15-დან 1 სმ-მდეა, სიგანე მმ-ის მესამედით განისაზღვრება. გრძელი ბუსუსები თითქმის 1 სმ-მდეა, მაგალითად, შაქრის ჭარხალი. ზოგჯერ ბუსუსის გარსები შეიძლება გასქელდეს, მაგრამ წყლის შეწოვის უნარს არ კარგავს და მაშინ ბუსუსის ასაკმა შეიძლება ზორ წლამდე მიაღწიოს. შემწოვი ზონის ქვედა ნაწილში ბუსუსები პატარა ზომისაა, შუა ნაწილში საგრძნობლად დიდებია, ზედა ნაწილში დამოკლებულია ან სულაც ვარ ვითარდებიან. ფესვის ზედაპირის მშ-ზე ბუსუსების რიცხვი 500-დან 600-მდე მერყეობს. ბუსუსები დიდი ხნოვანების



სურ. 98. ქერის ფესვის წვერის სიგრძევი კრილი: 1—ეპიბლემა; 2—სპირალური ჭურჭლები; 3—ცენტრალური დაწერტილული ჭურჭლები; 4—ფესვის ბეწვები; 5—ენდოდერმა; 6—ქერქის პარენქიმა; 7—პერიციკლი; 8—პროკამბიუმი.

ბუსუსების რიცხვი 500-დან 600-მდე მერყეობს. ბუსუსები დიდი ხნოვანების

არ არიან, 10—20 დღის შემდეგ ისინი კვდებიან, სცვივიან და ფესვის ახალ მოზარდ ნაწილზე ახალი ბუსუსები ვითარდებიან. ბუსუსები ზოგჯერ გაჟღენთილია ლორწოვანი ნივთიერებებით. მრავალი მცენარის ბუსუსები პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობით ხასიათდებიან, რითაც ხდება ნიადაგის ნაწილებთან ბუსუსების შეწყობა. ნიადაგიდან ამოღებულ ფესვს ამოყვება მასზე ჩამოკიდებული, ბუსუსებზე მჭიდროდ მიკრული მიწის კომტები; ნიადაგის მაგარი ნაწილაკების გავლენით ბუსუსები განიცდიან დეფორმაციას, რასაც ხელს უწყობს მისი ელასტიკურობა. ასეთი კავშირი ბუსუსებსა და მიწის მასას შორის აღიღებს ბუსუსების შეწოვისუნარიანობას. აგრეთვე ბუსუსები გამოყოფენ სხვადასხვა მჟავას, რომლებიც ხსნიან ნიადაგის მაგარ ნაწილებს და აადვილებენ ნივთიერებათა შეწოვას. ბუსუსები ფესვთა სისტემას ამავრებენ ნიადაგში და ამდენად ისინი მექანიკურ როლსაც ასრულებენ.

თესლიდან გამოსული ახალგაზრდა ფესვი, როგორც უკვე აღინიშნა, სიგრძეზე შედგება მორფოლოგიურად და ფიზიოლოგიურად ერთმანეთისაგან განსხვავებული ზონებისაგან: 1) მერისტემულ უჯრედთა დაყოფის ზონებისაგან, რომლებისგანაც ფესვის წვერზე ფარი ვითარდება, მის ზემოთ 2) უჯრედთა ზრდის ზონისაგან, —სწორედ ამ ზონით იზრდება ფესვი. ეს ზონა ცილინდრული ფორმისაა, რომლის უჯრედები სიგრძეზე იჭიმებიან, მსხვილდებიან და შემდეგი დიფერენციაციით ფესვის სხვადასხვა ქსოვილებს აძლევენ დასაწყისს, 3) უჯრედთა სპეციალიზაციის ზონისაგან, ანუ ბუსუსოვანი ზონისაგან. ამ ზონის ზედაპირი დაფარულია წვრილი ბუსუსებით და ეს ზონა ნიადაგიდან საზრდო ნივთიერებას შეიწოვს. შემწოვი ზონის ზემოთ გამტარი ზონაა, რომლის დანიშნულებაა შეწოვილ ნივთიერებათა გატარება ღეროში და შემდეგ ფოთლებში; ამ ზონაში ხდება გვერდითი ფესვების ჩასახვა და წარმოქმნა.

ფესვის პირველადი აგებულება. როგორც აღინიშნული იყო, ეპიბლემა ფესვის მთარავი ქსოვილია. მის შიგნით მოთავსებულია პირველადი ქერქი და იგი ფესვის მთავარ მასას წარმოადგენს. პირველადი ქერქი შედგება პარენქიმული სქელგარსიანი უჯრედებისაგან. ეპიდერმისთან მჭიდროდ მიკრულ გარეთა შრეს ეგზოდერმა ეწოდება („ეგზო“—გარეთა, „დერმა“—კანი, ბერძნ.). ეგზოდერმა შედგება მრავალწახნაგოვანი, დიდი ზომის უჯრედებისაგან და ქმნის მთლიან საფარ ფენას. ვინაიდან ეგზოდერმა განიცდის გაკორპებას ეპიბლემის ბუსუსებთან ერთად კვდომის დროს, ის მთარავ როლს ასრულებს, ეგზოდერმა ზოგჯერ ზოგიერთ მცენარეებში მრავალშრიანია.

ფესვის პირველადი (სურ. 99) ქერქის მთავარ ნაწილს შეადგენს ქერქის პარენქიმა, რომელსაც მეზოდერმაც („მეზო“—შუა, ბერძნ.) უწოდებენ. მისი ცოცხალი უჯრედები თხელგარსიანებია და უჯრედშორისები ჰაერითაა ამოვსებული.

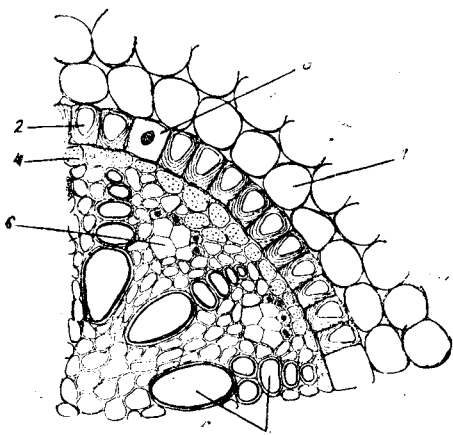
პირველადი ქერქის სულ შიგნითა შრე, რომლითაც გარემოცულია ცენტრალური ცილინდრი—ენდოდერმა („ენდო“—შიგნით, ბერძნ.). ენდოდერმა ერთი ან ორი წყება უჯრედისაგან შედგება. ორწყება ენდოდერმა იშვიათია.

ენდოდერმის უჯრედები ერთმანეთთან მჭიდროდ არიან მიჯრილნი და ამდენად უჯრედშორასებს მოკლებულნი არიან; მათი უჯრედების შიგნითა და რადიალური კედლები გასქელებული და გახევეებულია, ხოლო გარეთა;

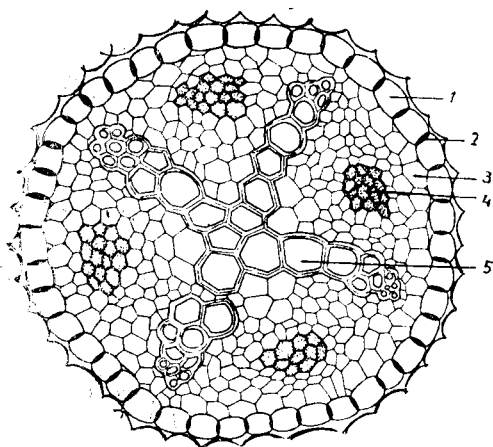
ქერქის მხარეს მიმართული კედლები თხელია. განვითარების პირველ სტადიაში სქელდება რადიალური კედლები და ეს გასქელება მრავალმხრივია. აქ მრავალმხრიანობა გამოწვეულია უჯრედების არათანაბარი და არაერთდროული გასქელებით და ამ უბნებს კასპარის ლაქები ეწოდება. ენდოდერმა მეტწილად დამახასიათებელია ერთლებნიანი მცენარეებისათვის და იგი გარკვეული ფიზიოლოგიური პროცესის მატარებელია.

ენდოდერმის სქელგარსიან უჯრედებს შორის განლაგებულია თხელგარსიანი გაუხეხებელი უჯრედები. მათ გამშვებ უჯრედებს უწოდებენ. გამშვები უჯრედებით ხდება წყლის შეღწევა ქერქის უჯრედების გზით ცენტრალურ ცილინდრში, სადაც განლაგებულია ქსილემის ელემენტები. გამშვები უჯრედები ქსილემის პირდაპირ მდებარეობენ.

ცენტრალური ცილინდრი. (სურ. 82). ფესვის ცენტრალური ნაწილი პლერომიდან ვითარდება. ცენტრალური ცილინდრი გარედან შემოფარგლულია უჯრედებით, რომელსაც პერიციკლი („პერი“—გარშენო, „ციკლოს“—შრე, ბერძნ.) ეწოდება.



სურ. 99. ზამბახის ფესვის შემწოვი ზონის ნაწილის განვივი კრილი: 1—პირველადი ქერქის უჯრედები; 2—ენდოდერმა; 3—გამშვები უჯრედები; 4—პერიციკლი; 5—მერქნის ელემენტები; 6—პირველადი ფლოემა.



სურ. 100. ბაიას ფესვის ცენტრალური ცილინდრის განვივი კრილი: 1—ენდოდერმა; 2—კასპარის ლაქები; 3—პერიციკლი; 4—ფლოემა; 5—ქსილემა.

და ხევდება. პერიციკლის ცოცხალი უჯრედები იყოფიან პერიოდულად და

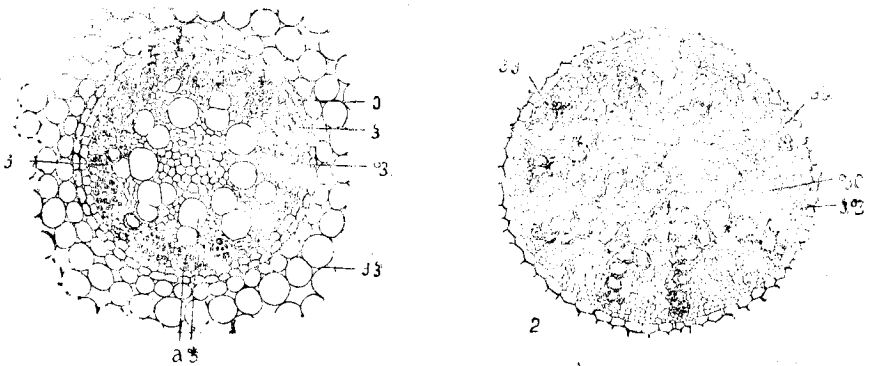
პერიციკლი შემდგარია ერთი ან, იშვიათად, რამდენიმე წყება ცოცხალი უჯრედისაგან და განლაგებულია ენდოდერმის ქვეშ რგოლურად. მეტწილად გავრცელებული სახეა ერთშრიანი, ანუ ერთწყება უჯრედებისაგან შემდგარი პერიციკლი, თუმცა არაა გამონაკლისი, რომ იყოს ორი და მრავალშრიანი. მისი უჯრედები თხელგარსიანია, ცელულოზოვანი. ზოგიერთი მცენარის (განსაკუთრებით ერთლებნიანების) ფესვების პერიციკლის ცოცხალი უჯრედების გარსი სქელდება

მისგან, როგორც წარმოშობი ქსოვილიდან, გვერდითი ფესვები ვითარდებიან (სურ. 100); პერიციკლი აგრეთვე დასაწყისს აძლევს სარეველებს, ფელოგენს და სკლერენქიმას. ფესვის ცენტრალური ცილინდრის შემადგენლობაში მერქანი და ლაფანი მონაწილეობენ. მერქნის ტურჭლების რადიალური განლაგების გამო ცენტრალურ ცილინდრს ვარსკვლავისებრი ფორმა აქვს და სხივების სხვადასხვა რიცხვით ხასიათდება. მრავალი მცენარის მერქანში ხშირად 2-დან 10-მდე ტურჭლების სხივია (სურ. 100, 101), ზოგიერთ მცენარეში კი მათი რიცხვი ბევრად დიდია (პალმები). სხივები დაბოლოებული არიან რგოლური და სპირალური ტურჭლებით, რომლებიც პროტოქსილემას ქმნიან და პერიციკლს ესაზღვრებიან. დანარჩენი მეტაქსილემის ტურჭლები დაწერტილი, ბადისებრი და კიბისებრია.

ასეთივე მდებარეობა აქვს ლაფანს; იგი შედგება პროტო და მეტაფლოემისაგან; აქაც პროტოფლოემა პერიციკლს ესაზღვრება, ცენტრისაკენ კი მეტაფლოემაა.

ცენტრალური ცილინდრის შიგნითა ნაწილში სუსტად განვითარებული მრავალკუთხისებრი უჯრედებისაგან შემდგარი გულგულია. თუმცა გულგული ფესვის ცენტრალურ ცილინდრში ძალზე იშვიათია, მაშინ ამ ადგილზე დიდი ტურჭელია, ხოლო ამ დიდი ტურჭლიდან რადიალურ სხივებად განლაგებულია პატარა ზომის ტურჭლები.

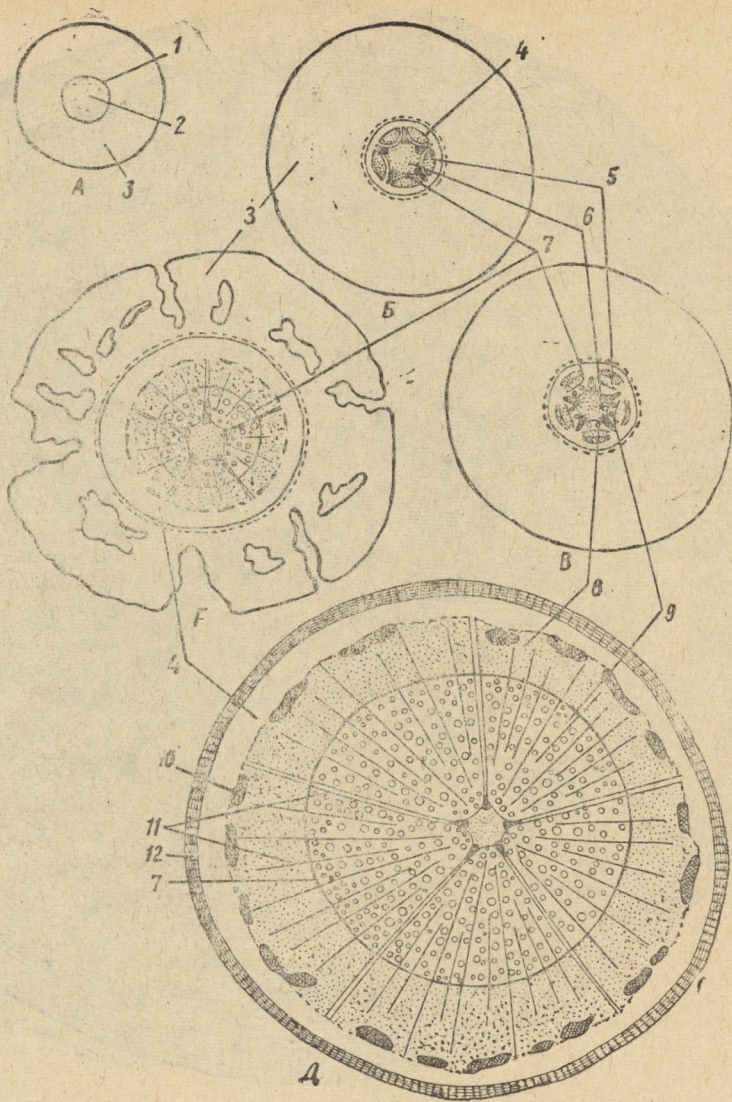
ცენტრალურ ცილინდრში შეიძლება განვითარდეს მექანიკური ქსოვი-



სურ. 101. კოთხუჯის (*Acorus calamus*) ფესვის რადიალური გამტარი კონის განვითარება: კ—კონები შემდგარია ქსილემის ჯგუფისაგან, ქ—დიდი დაწერტილული ტურჭლებით და ფლოემის ჯგუფებით; პ—კონების გარშემო პერიციკლია და პირველადი ქერქის ცენტრალური ნაწილი; ე—ენდოდერმა და ქპ—ქერქის პარენქიმა. 2—ლიკობოდუმის ღეროს რადიალური გამტარი კონის ჭრილი; ქს—ქსილემის ჯგუფი, მასში პქ—პროტოქსილემა, ფლ—ფლოემის ჯგუფი მასში, პფ—პროტოფლოემა.

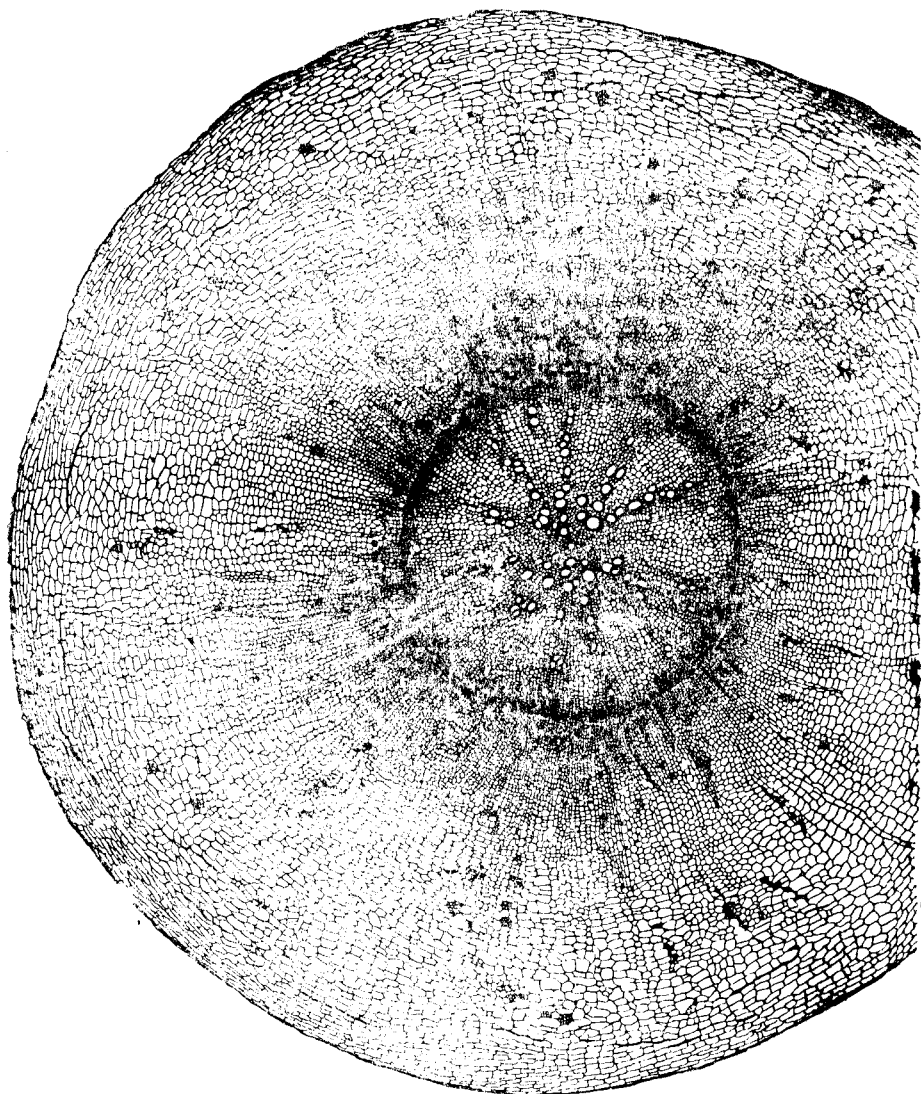
ლის ელემენტები: ბოჭკოები, ლიბრიფორმი, რომლებიც მჭიდროდ არიან ერთმანეთთან შეკავშირებული და ამით ეწინააღმდეგებიან ფესვის სიგრძეზე გაწყვეტას.

ფესვის მეორადი აგებულება. ფესვის პირველადი აგებულება ერთლებნიან და ორლებნიან მცენარეებში გამოხატულია მხოლოდ შემწოვ ზონაში, რომელაც შემწოვი ზონის ზემოთ, შიშველთესლიანი და ფარულთესლიანი მცენარეების უმრავლესობაში მეორად აგებულებაში გადადის.



სურ. 102. მსხლის ფესვის პირველადი აგებულების გადასვლა მეორეულ აგებულებაში: 1—ფლოემის პროკამბიუმი; 2—ქსილემის პროკამბიუმი; 3—პირველადი ქერქი; 4—პერიციკლი; 5—პირველადი ფლოემა, 6—პირველადი ქსილემა; 7—კამბიუმი; 8—მეორეული ფლოემა; 9—მეორეული ქსილემა; 10—პირველადი ფლოემის ბოჭკოები; 11—სხივები; 12—პერიდერმა.

კამბიუმი წარმოიშობა ფესვის ძირითად—პარენქიმული ქსოვილების ნაწილში. პარენქიმის უჯრედებს ყოფს სივრცეზე ცენტრალური ტიხარები და ჯერ ვითარდება კამბიუმის პირველი შრეები. კამბიუმის ქსოვილი ვითარდება ძირითადი ქსოვილის იმ ნაწილში, რომელიც მდებარეობს პირველადი ქსილემისა და პირველადი ფლოემის ელემენტებს შორის. საბოლოოდ განვითარებული კამბიუმიდან იქმნება კამბიალური რგოლი, შემდეგში ამ რგოლიდან ცენტრისაკენ მეორადი ქსილემა ვითარდება, გარეთ კი—მეორადი ფლოემა.

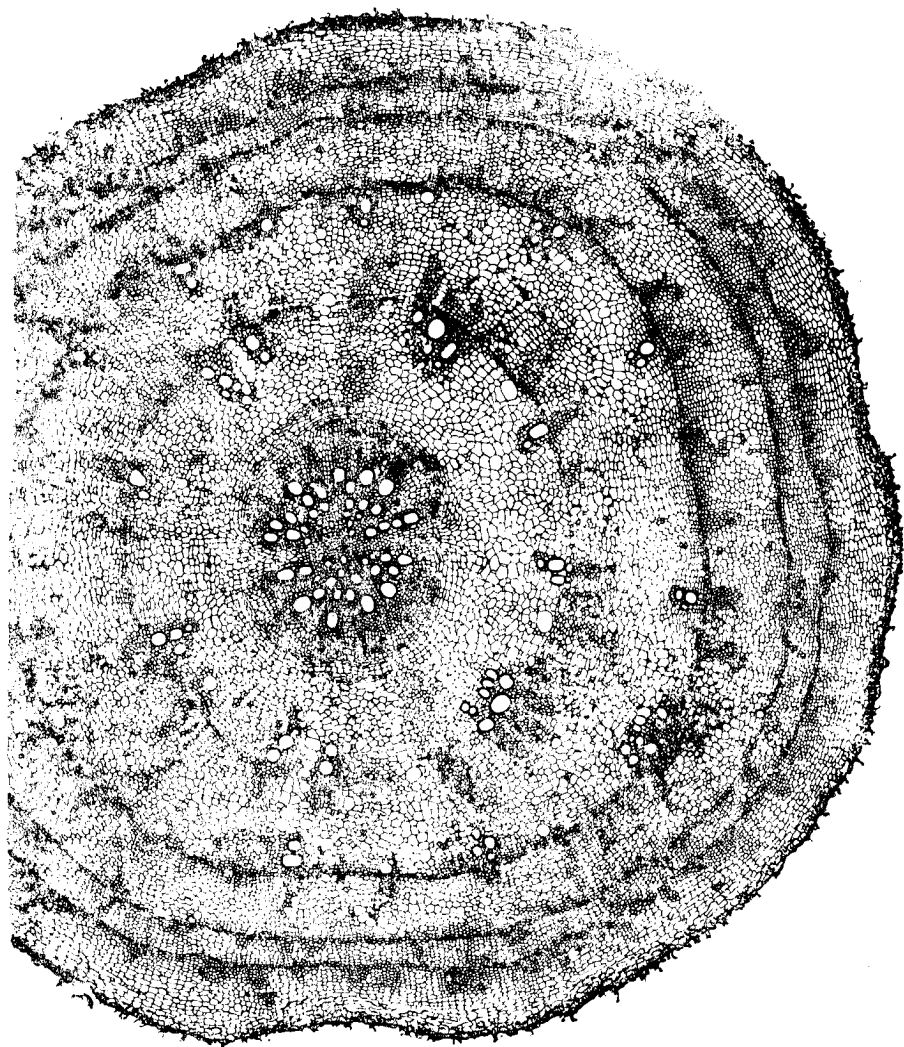


სურ. 103. სტაფილოს ფესვის მეორეული აგებულება.

მეორადი ფლოემა პირველადი ფლოემის ქვეშ ლაგდება და პირველადი ფლოემა თანდათანობით იხვევს გარეთ—პერიფერიისაკენ. კამბიალური რგოლი განვითარების პირველ სტადიაში ტალღისებრია, შემდეგ თანდათან სწორდება და იწყებს ფესვის სწორ და თანაბარ გამსხვილებას (სურ. 102, 103).

მეორად ქსილემაში ჭურჭლები, ტრაქეიდები, მერქნის პარენქიმა და ნაწილობრივ ლიბრიფორმა („ლიბერ“ ნათ. ბრუნვა, „ლიბრი“—ხრალი, „ფორმა“—სახე, ლათინ.); ლიბრიფორმა მერქნის მექანიკური ბოჭკოა და ქსილემის მეტი ნაწილი (ფოთლოვანები) უჭირავს. იგი ჭურჭლებს აკრავს გარშემო. ლიბრიფორმი არ უვითარდება წიწვოვანებს.

მეორადი ფლოემა, რომელიც ფლოემის პარენქიმის მნიშვნელოვანი მასისაგან შედგება, მეორადი ქერქია.



სურ. 104. შაქრის კარხის ფსევია აგებულება (მესამეული) დამატებითი კამბიალური რგოლებით.

მეორად ქერქში გროვდება სხვადასხვა სამარაგო ნივთიერებები— შაქრები, სახამებელი, ცილები, ცხიმები; მასში აგრეთვე შეიძლება წარმოიშვას ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები: ვიტამინები, ალკალოიდები, ტანიდები, გლუკოზიდები, მეორე რიგის ნივთიერებანი: კაუჩუკი, გუტაპერჩი, ფისები და სხვ.

მეორად ფლოემაში სკლერენქიმული ბოჭკოები ვითარდება, ქსილემისა და ფლოემის განლაგება ქმნის კოლატერალურ კონებს, სადაც ფლოემა უშუალოდ ეკვრის ქსილემას გარედან.

პერიციკლიდან შეიძლება წარმოიქმნას ფელოგენი, შრე, რომელიც იძლევა პერიდერმას და რამაც შეიძლება გამოიწვიოს პირველადი ქერქის მო-

ცილება, იგივე პერიციკლი; ამის შემდეგ წარმოქმნის პირველადი ქერქის პარენქიმის ახალ უჯრედებს.

ერთლებნიან მცენარეებს (მცირე გამონაკლისი) არა აქვთ მეორადი აგებულების ფესვი. ეს გარემოება ანაზღაურებულია პირველადი ქერქის შიგნითა და შუა ნაწილებით. ერთლებნიანებს არ უვითარდებათ ფელოგენი, მაშასადამე, არც პერიდერმა.

სხვადასხვა ტიპის ფესვების ანატომიური აგებულების თავისებურებანი

პირველ რიგში აღსანიშნავია ზოგიერთი ძირხვენა მცენარის ე. წ. ხორცოვანი ფესვები, რომლებშიაც სხვადასხვა საკვები ნივთიერება გროვდება. ეს ნივთიერებები ამ ფესვებში შეიძლება დაგროვდეს ან ფლოემის პარენქიმაში, ან ქსილემაში. ასეთი ფესვები აქვს სტაფილოს, ბოლოკს, კარხალს (სურ. 104), თალგამს, თალგამურას; სტაფილოს ფესვი შედგება ორი ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსაზღვრული ნაწილისაგან: გარეთ ფლოემა და შიგნით ქსილემა. აქ ლათანა უფრო მეტადაა განვითარებული. ვიდრე ქსილემა: მისი დიდი ნაწილი უჭირავს დიდ უჯრედებიან პარენქიმას, რომელშიც გროვდება საკვებ ნივთიერებათა ძირითადი მასა. ლათნის შიგნითა ნაწილი უფრო რბილია, წვნიანი, ტკბილი გემოსი, ნარინჯისფრად შეფერილი. ქსილემა უფრო სუსტად არის განვითარებული და კონუსის ფორმითაა გამოსახული. შედარებით მკვრივია და მკრთალი ფერის.

ქარხლის ფესვს ახასიათებს კონცენტრული რგოლებისაგან შექმნილი შრეები და ეს შრეები წარმოშობილია კამბიალური რგოლების ხარჯზე. კამბიალური რგოლები ფესვის ცენტრიდან დაშორებით უფრო ახლოს არიან ერთმანეთთან განლაგებული.

შაქრის ქარხლის აგებულება ცნობილია ფესვის მესამე წყების აგებულების სახელწოდებით.

მესამე წყების აგებულების დროს მოქმედებაშია ძველი და ახალი კამბიალური რგოლები. უფრო ინტენსიურად მოქმედია ახალი რგოლები, რომლებიც იწვევენ ფესვის დილად გახრდას სიმსხოში. მეორისტემული ყველა რგოლის ერთობლივი მოქმედებია წარმოიქმნება ხორცოვანი ფესვი, სადაც ძირითად მასას პარენქიმული ქსოვილი წარმოადგენს. ამ ქსოვილში ხდება მეტწილად საქროხას, ნაწილობრივ, ცილებისა და სხვა მარაგ საკვებ ნივთიერებათა დაგროვება. ფესვთანური ფოთლების მოქმედებით ახალი კამბიალური რგოლები წარმოიქმნება და მათი რიცხვი მუდამ ფოთლების რიცხვის ჯერადია. ქარხლის ფესვების რგოლებს შორია არსებული გამტარი კონები ფესვთანური ფოთლების ნაკვალევია.

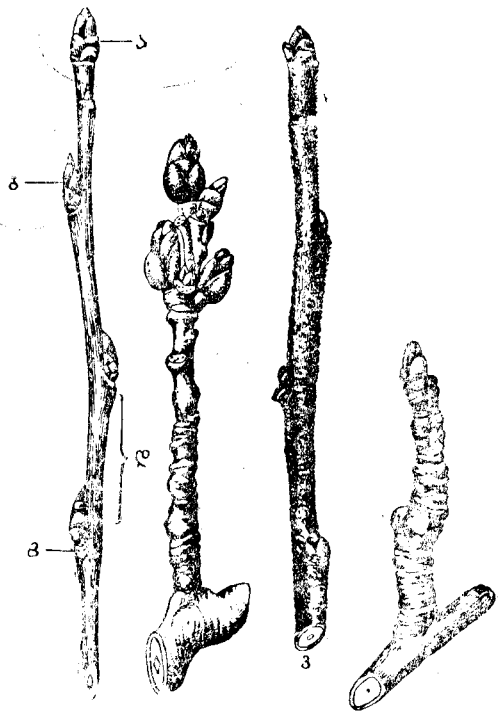
ზოგიერთ მცენარეში, განსაკუთრებით კაუჩუკოვანი მცენარეების ფესვების მეორად ქერქში წარმოიქმნებიან სარძევე მილები. დანაწევრებულ სარძევე მილებს, რომლებიც წარმოიქმნებიან პერიციკლიდან, პირველადი სარძევეები ეწოდება, ხოლო კამბიუმიდან წარმოშობილთ—მეორადი. დაუნაწევრებელი სარძევე მილები თესლიდანვე იწყებენ წარმოშობას და ფესვის ზრდასთან ერთად დიდ ზომას აღწევენ. სარძევე მილები მდიდარია რძის წვენიან—კაუჩუკით (მაგ. ქოქ-სალიზი, ტაუ-სალიზი და სხვ.)

ღერო მცენარის მიწისზედა ძირითადი ორგანოა, რომელსაც ახასიათებს კენწრული ზრდა.

ნორმალურად განვითარებულ ღეროზე ვითარდება ფოთლები, როგორც მისი გვერდითი ორგანოები, ყვავილები და ნაყოფები. მისი ძირითადი ფუნქციებია: 1) ნიადაგიდან ფესვების მიერ შეწოვილი წყალი და წყალში გახსნილი მინერალური ნივთიერებები გაატაროს (ქვემოდან ზემოთ) და ვალსაცეს ფოთლებს, 2) ხოლო ფოთლების მიერ გადამუშავებული და ფოტოსინთეზის შედეგად მიღებული პროდუქტები მცენარის მთელ ორგანიზმში გაანაწილოს. ხშირად ღერო, ე. წ. მიწისქვეშა ღეროებიც, მაგ., ტუბერი მარაგ ნივთიერებათა დამაგროვებელია. იგი მცენარის სხვადასხვა ნაწილის წარმოშობა ორგანოცაა. ღერო აკავშირებს ფესვსა და ფოთოლს ერთმანეთთან და მცენარეში ტრანსპორტის როლს ასრულებს. ღერო, ისე როგორც ფესვი, ჩანასახიდან ვითარდება; მას ზრდის ადრეულ პერიოდში ტოტები არა აქვს და გვერდებზე აღმაჯალ რიგზე განლაგებულ ფოთლებს სვითარებს. ფოთლის უბეებში კი კვირტი ან კვირტები სხედან; ასეთ ღეროს ყლორტი ეწოდება.

ყლორტის იმ ადგილს, სადაც ფოთოლი და კვირტი ზის, მუხლი ეწოდება, ხოლო მუხლებშორის მდებარე ნაწილს — მუხლთშორისი. ხშირად მცენარე ორნაირ ტოტს ივითარებს: როდესაც მუხლთშორისები გრძელია, გრძელ ტოტს და თუ მუხლთშორისები მოკლეა, — მოკლე ტოტს (სურ. 105). ყლორტზე განლაგების მიხედვით კვირტები ორგვარია: კენწრის კვირტი და გვერდითი კვირტი (სურ. 105); კვირტები ვითარდება აგრეთვე მცენარის ფესვებზე, ფოთლებზე, მუხლთშორისებზე და ღეროს სხვა ნაწილებზე.

ფოთლის უბეში ერთი ან რამდენიმე კვირტი ვითარდება, ე. ი. კვირტები ღეროზე ერთმანეთის მიყოლებით სიგრძეზე არიან განლაგებულნი და მათ სერიალური კვირტები („სერიეს“ — რიგი, ლათინ.) ეწოდება; ზოგჯერ კი უბეში განვითარებული კვირტები ერთმანეთის გვერდით სხედან. ასეთი კვირ-



სურ. 105. 1—ერთწლიანი დაგრძელებული ცენტრის ტოტი; 2—თხევლიანი დანოკლებული ცენტრის ტოტი; 3—დაგრძელებული ერთწლიანი ვაშლის ტოტი; 4—მრავალწლიანი დამოკლებული ვაშლის ტოტი. ა—კენწრის კვირტი; ბ—გვერდითი კვირტი; გ—მუხლი; დ—მუხლთშორისი.

ტები კოლატერალურია („კონ“ — ერთად, „ლატერალის“ — გვერდის, ლათინ.); კვირტიდან ვითარდება ყლორტი და კვირტი მომავალი ყლორტის ჩანასახია.

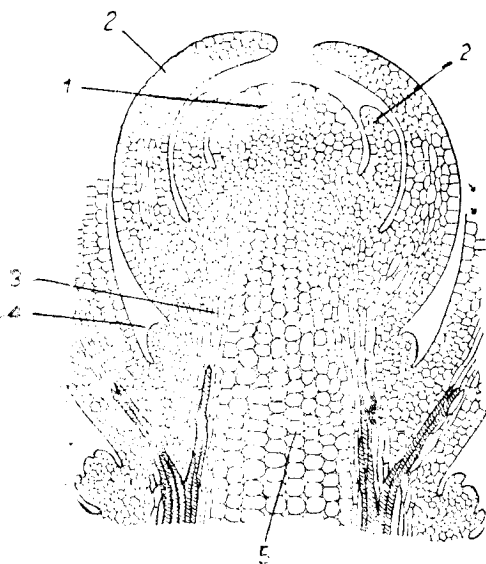
კვირტი გარედან ხშირად დაფარულია ფოთლისებრი წარმოშობის მფარავი ქერქლებით, რომლებიც იცავენ კვირტის შიგა ნაზ ნაწილებს დაზიანებისაგან, რასაც სხვადასხვა უარყოფითი ფაქტორი იწვევს (ყინვა, გვალვა და სხვ.). ტროპიკულ სარტყელში მოზარდი მერქნიანი მცენარეების კვირტებს მფარავი ქერქები არ უვითარდებათ. ისინი აგრეთვე არ უვითარდებათ ზომიერი სარტყლის მცენარეებს, როგორცაა, მაგ., ზეთისხილი, უხანი, ხეჭრილი, კოწახური და სხვ. ერთწლოვან ბალახოვან მცენარეებს ტიპური მფარავი ქერქები არა აქვთ, მწვანე, ნაზი ფოთლებით არიან დაფარული; ვინაიდან ამ ფოთლების უბებში კვირტები სხედან, იმ ფოთლებს, რომელთა უბებში კვირტებია, მფარავი ფოთლები ეწოდება. კვირტების გაშლის დროს მფარავი ქერქები სცივია და იმ ადგილს, სადაც ეს ქერქები იყვნენ მიმაგრებული, კვირტის რგოლებს უწოდებენ, ამ რგოლებით შესაძლებელია ღეროს წლიური ნამატის გამომანგარიშება.

კვირტის შიგა, ცენტრალურ ნაწილს ღეროს ჩანასახი აქვს და წვერით

ბლოვდება. ეს წვერი კონუსისებრი მოყვანილობისაა და მის ზრდის კონუსს უწოდებენ (სურ. 106); ზოგჯერ ზრდის კონუსი სხვადასხვანაირია: ბრტყელი, ჩაზნექილი, სფერული და სხვ.

ზრდის კონუსის ქვემოთ, ორივე მხარეზე, აღმავალ რიგზე ფოთლების ჩანასახები ვითარდება ბორცვების სახით. ფოთლის უბებში კი ასევე აღმავალ რიგზე განლაგებული გვერდითი კვირტები წარმოიქმნებიან.

ფოთლის ჩანასახები კიდევადგეული ან დაკეცილი სახით სხედან კვირტში, რასაც ფოთოლთგანლაგება ეწოდება. ფოთოლთგანლაგება შეიძლება იყოს ბრტყელი ან დაკეცილი, დახვეუ-



სურ. 106. ღეროს წვერის სივრცითი განაწილება:
1—ზრდის კონუსი; 2—ფოთლის ჩანასახი;
3—პროკამბიუმი; 4—კვირტის ჩანასახი;
5—გულგული.

ლი ან ნაოჭებიანი, მარაოსებრი და ა. შ.

კვირტში ფოთლები ზოგჯერ კრამიტებივითაა ჩაწყობილი ისე, რომ შიგა წვება ფოთლები, მთლიანად ან ნაწილობრივად, გარეთა წვება ფოთლებითაა დაფარული.

კვირტი ფორმით შეიძლება იყოს კვერცხისებრი, მომრგვალო, კონუსისებრი, მოგრძო და ა. შ. მრავალწლოვანი მცენარეების კვირტები ზომით შედარებით დიდები და მსხვილებია, ხოლო ერთწლოვანებს ძალზე პატარა კვირტები აქვთ, ხშირად უჩინარი; ბუნებაში არჩევენ სავეგეტაციო, ანუ ზრდის

კვირტებს, რომლებიდანაც შეფოთლილი ყლორტები ვითარდება, და საყვავილე კვირტებს, საიდანაც საყვავილე ყლორტი წარმოიქმნება.

ღეროზე განლაგების მიხედვით, კენწრისა და გვერდითი კვირტების გარდა, მცენარეებს სხვადასხვა ნაწილზე, ვეგეტაციის სხვადასხვა პერიოდსა და პირობებში, უვითარდება მოზამთრე, მძინარა, დამატებითი და ჰეკია კვირტები. ზომიერი განედლების მერქნიანი მცენარეების კვირტებს ახასიათებთ შესვენების პერიოდი—შემოდგომიდან გაზაფხულამდე, ე. ი. გამოზამთრება. გაზაფხულის დასაწყისში ამ კვირტებიდან ვითარდებიან ახალი ყლორტები და მათ მოზამთრე კვირტები ეწოდება.

შესვენების პერიოდში ეს კვირტები გარედან დაფარულია მკვრივი მუზა ფერის ქსოვილებით, რომლებიც ერთმანეთთან ისე მჭიდროდ არიან მიტკეცილი, რომ სრულიად ფარავენ კვირტის ნაზ ნაწილებს. მოზამთრე კვირტებად შეიძლება გარდაიქმნან როგორც კენწრული, ისე გვერდითი კვირტები. გვალვიან პერიოდში მოზამთრე კვირტები ტროპიკებში მოზარდ მცენარეებსაც ახასიათებთ.

ხშირად გვერდითი კვირტები ყლორტის მერქნის კამბიუმში ჩასახულია მოზამთრე კვირტების მსგავსად, მაგრამ ზოგჯერ რამდენიმე წლითაც კი გადადიან შესვენების პერიოდში და განუვითარებელი რჩებიან. ასეთ კვირტებს მძინარა კვირტები ეწოდება (სურ. 107). მძინარა კვირტები მაშინ იწყებენ ზრდას, როდესაც კენწრული კვირტები არ ვითარდებიან და მრავალ ახალ გვერდით ყლორტს ქმნიან. ღეროს ყოველწლიურ ზრდასთან ერთად, ამ კვირტების ღეროს ჩანასახიც იზრდება იმდენად, რამდენი წლიური ნამატიც აქვს ღეროს. ზოგჯერ ტოტების გადაჭრის, კრილობის ან მოყინვის დროს, ყლორტის ქვემოთ მოსვენებაში მყოფი მძინარა კვირტებიდან მრავალი ახალი გვერდითი ყლორტი წარმოიქმნება.

კენწრული კვირტების ზრდის შეჩერება ან ნისი სრული განუვითარებლობა იწვევს იმ გვერდითი მძინარა კვირტების სწრაფ და ძლიერ განვითარებას, რომლებიდანაც შემდეგ მრავალი ყლორტის წარმოქმნით ხენცენარის კარგად გაშლილი და ხშირი ვარჯი იქმნება.

ზოგჯერ მძინარა კვირტებიდან ვითარდებიან ე. წ. ლუტუ, ანუ ბაყილო ყლორტები; ხშირად ასეთი ყლორტები აჭვს ტირიფს; ვერხვს, ალვის ხეს, მუხას, თელას და სხვა მერქნიან მცენარეებს. ხეხალოვანი მცენარეების გასხვლის დროს (ხშირად მიმართავენ მეხილეობაში მსხმოიარობის გასადიდებლად) მძინარე კვირტებიდან ახალი ყლორტები წარმოიქმნება; მძინარა და მოზამთრე კვირტები ღორმალური და, უმეტესად, მსვენარა გვერდითი და კენწრული კვირტებია. ხშირად ფესვებზე, ღეროსა და ტოტებზე და ზოგჯერ ფოთლებზე დამატებითი კვირტები ვითარდება. დამატებითი



სურ. 107. მძინარა კვირტები მუხის ხეზე (ერთი მძინარა კვირტიდან გამოსული ყლორტით).

კვირტები ნორმალური კვირტებისაგან იმით განსხვავდებიან, რომ ისინი ფოთლის უბეებში არ ვითარდებიან.

დამატებითი კვირტები როგორც ენდოგენური, ისე ეგზოგენური წარმოშობისაა. ფესვებისა და ლეროს ქვედა ნაწილების შიგა ქსოვილებიდან (პერიციკლიდან ან კამბიუმიდან) განვითარებული დამატებითი კვირტები ენდოგენურია. ეგზოგენური წარმოშობისაა ლეროს ზედა ნაწილების და ფოთლების ზედა ქსოვილებზე განვითარებული დამატებითი კვირტები.

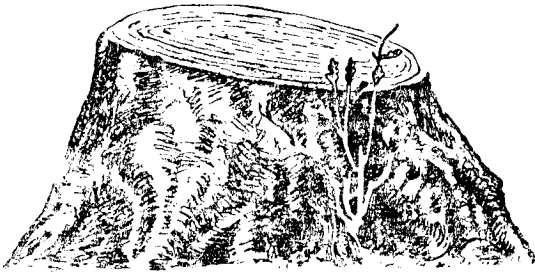
ფესვებზე უწყესრიგად განლაგებული დამატებითი კვირტებიდან დამატებითი ყლორტები ანუ ფესვის ამონაყრები წარმოიქმნება.

ხშირად ტოტების გადანაჭერის ადგილზე ჩნდება კორძები, რომელთა ზემოთ განვითარებული დამატებითი კვირტებიდან დამატებითი ყლორტები ვითარდებიან. ასეთ ქირურგიას ხშირად მიმართავენ დეკორაციულ მებაღეობაში, სხვადასხვა დეკორაციული ხისა და ბუჩქის ფორმირებისათვის. ხის ძირზე გადაჭრის დროს მის ძირკვებზე დამატებითი კვირტები ჩნდება, ხოლო ამ კვირტებიდან ყლორტები, რომელთაც ძირკვის ამონაყარს უწოდებენ (სურ. 108).

წვირებისა და პარაზიტი სოკოების მოქმედებით ბევრი მცენარის ტოტი ზიანდება და დაზიანების ადგილებზე წარმოიქმნებიან მრავალი დამატებითი კვირტები, რომლებიდანაც ამ ტოტებზე მრავალი წვრილი ყლორტი ვითარდება. ამ წვრილი ყლორტების გამო, ამა თუ იმ მცენარის ზოგიერთი დაზიანებული ტოტი კვლავ მრავალჯერ ცოცხისებრ იტოტება და იქმნება დატოტიანების არანორმალური

სახე ქაჯის ცოცხას სახელწოდებით. დატოტიანების ეს თავისებური ფორმა აქვს ფიჭვს, არყს, მურყანს, რცხილას, ბალს, ქლიავს და სხვ.

მცენარის ვეგეტაციური გამრავლების ერთ-ერთი სახე დამატებითი კვირტებით გამრავლებაა. ის ფართოდ არის გამოყენებული



სურ. 108. მუხის ძირკვის ამონაყარი.

შემცენარეობაში, განსაკუთრებით ხელოვნური ვეგეტაციური გამრავლების დროს. თუმცა იშვიათად, მაგრამ ზოგჯერ მცენარეს დამატებითი კვირტები ფოთლებზე უვითარდება, მაგ., ოთახის დეკორაციულ მცენარეს—ბეგონიას ფოთლებზე განვითარებული დამატებითი კვირტებიდან უვითარდება დამატებითი ფესვები და ყლორტები, რომლებიც ბეგონიის ახალ ეგზემპლარებს აცლდევნ დასაწყისს.

ერთი წყება მცენარეების ფოთლების უბეებში ბოლქვაკების მოყვანილობის ჩეკია კვირტები ვითარდება.

ეს ჩეკია კვირტები უმთავრესად ე. წ. ცოცხალშობ მცენარეებს აქვთ. მონწიფებისას ეს კვირტები ძირს სცივია და, თუ შესაფერის პირობებში მოხვდება, ახალ მცენარეებად ვითარდებიან. ასეთ ცოცხალშობ მცენარეებს მიეკუთვნებიან: ბოლქვიანი თივაქასრა *Poa bulbosa* var. *vivipara*, ტყის ბო-

ლოკა—*Dentaria bulbifera*, მათიტელა—*Polygonum bulbiferum*, შროშანა *Lilium bulbiferum* და სხვ.

კვირტისაგან, განსაკუთრებით გვერდითი კვირტისაგან, განვითარებული გვერდითი ყლორტის წვერო მთავრდება კვირტით, რომელიც კიდევ ახალ ყლორტს ივითარებს. დატოტიანებული ყლორტი, რომელიც პირველი, მეორე, მესამე რიგისა და შემდეგი რიგის გრძელი და მოკლე ტოტებისაგან შედგება, ნორმალურ ღეროდ ითვლება.

ღერო ყველა უმაღლეს მცენარეს უვითარდება. მას უარყოფითი გეოტროპიზმი ანუ მზისკენ მისწრაფება—ჰელიოტროპიზმი („ჰელიოს“—მზე, ბერძნ.) ახასიათებს. ფესვებზე ფოთლები არ ვითარდება (ქერქებიც სახითაც კი). ღეროზე სხვადასხვანაირად განლაგებული ფოთლებია, რომლებიც მის გვერდით ორგანოებად ითვლებიან, ზოგიერთ ღეროს მხოლოდ ფესვის ყელთან უვითარდება ფოთლების როზეტი. ჰე და ბუჩქმცენარეთა უმრავლესობას კარგად და ძლიერ განვითარებული ღერო აქვს, ხოლო ზოგიერთ ბალახოვან მცენარეში ღერო ძნელად შესამჩნევია.)

ტიპურ მიწისზედა, სწორმდგომ ღეროებთან ერთად ბუნებაში მოიპოვება ნიადაგის ზედაპირზე გართხმული ღეროები, რომელთაც ნიადაგში მუხლებიდან განვითარებული დამატებითი ფესვები უვითარდებათ,—მათ მხოხავი ღეროები ეწოდება; ნიადაგზე გართხმულ ღეროებს, რომლებიც ნიადაგში დამატებით ფესვებს არ ივითარებს, მწოდლიარე ან. გართხმულ ღეროებს უწოდებენ. მოიპოვებიან აგრეთვე მცოცავი და ხვიარა ღეროები; უმთავრესად ასეთი ღეროები ე. წ. ლიანა მცენარეებს აქვთ.

ლიანები მცენარეთა ისეთ ჯგუფს მიეკუთვნებიან, რომელთაც წვრილი, დაგრესალი დრეკადი და ამავე დროს არასწორმდგომი ღერო ახასიათებთ. ასეთი ღეროების მექანაჟური ელემენტები სუსტადაა განვითარებული და სწრაფი ზრდის გამო ღერო წვრილი და გრძელი მუხლთშორასიანი ხდება. იმ მცენარეებს, რომელთაც ასეთი, უმთავრესად ხვიარა და მცოცავი ღერო უვითარდებათ, სწორმდგომის უნარი არ გააჩნიათ და სხვა მცენარეებს ან რაიმე სხვა საყრდნობს ემაგრებიან.

ლიანები, უმეტესად, ტროპიკულ ჭარბტენიან ტყეებში მზარდი მცენარეებია. ისინი მზის სხივურ ენერჯიას ნაკლები რაოდენობით ითვისებენ, ამიტომ ლიანები ხვიარა და მცოცავი ღეროებით სინათლისაკენ ისწრაფვიან. სხვადასხვა ტიპის ლიანა ღეროსეული და ფოთლისეული წარმოშობის სხვადასხვა გამონაზარდით (როგორიცაა უღვაში, პწკალი, ქაცვი ან მოსაკიდი ნაწილებით—დამატებითი და მოსაკიდი ფესვებით) ეხვევა ან ეკიდება რომელიმე მცენარის სუბსტრატს.

უმეტესად ლიანა ხან მარჯვნივ ეხვევა (მაგ., სვია, ყანის ჭლექი), ხან მარცხნივ (ლობიო, ხვართქლა, ძირმწარა და სხვ.).

ლიანებს ხშირად ყოფენ სამ ტიპად, იმის მიხედვით, თუ რა გზითა და რა საშუალებით ემაგრებიან ამა თუ იმ სუბსტრატს:

1) ხვიარა ლიანები ლიანების ისეთი ტიპია, რომლებიც სხვა მცენარეს ეხვევიან. ზოგჯერ ამ ხვიარა ღეროებს უვითარდება ეკლებივით გამონაზარდები—კაუჭები; ეს კაუჭები ხელს უწყობენ ღეროს შემოხვევას და დამაგრებას საყრდენ მცენარეზე. ლიანების ამ ტიპს ეკუთვნის, მაგ., სვია (სურ. 109).

2) მცოცავი ლიანები ეკლებიანი ღეროებით, ქაცვებით ან ბეწვებით ეკიდება საყრდენს. ასეთი ლიანებით მდიდარია ტროპიკული ტენიანი ტყეები. ჩვენში ამ ტიპს მაყვლის ზოგიერთი სახეობა მიეკუთვნება: მცოცავი ლიანების ტიპურ წარმომადგენლად სურო ითვლება, რომელიც საყრდენ სუბსტრატს დამატებით ანუ მოსაკიდი ფესვებით ემაგრება;

3) ლიანების მესამე ტიპი საყრდენ სუბსტრატს უღვაშებით ან პწკალე-ბით ეკიდებიან. ასეთი ლიანებია: ეკალიოჭა, კატაბარდა, ვაზი (სურ. 110), ყანის მატკვარცანა და სხვ.

ღეროს ფორმა უმეტესად ცილინდრულია, რომელიც მცენარეების უმ-რავლესობისთვისაა დამახასიათებელი. ხშირად გვხვდება წახნაგოვანი, სამწახ-ნაგოვანი (ისლისებრთა ოჯახი), ოთხწახნაგოვანი (ტუჩოსანნი) და მრავალ-

წახნაგოვანი ღერო (კაქტუსისებრნი). ზოგჯერ ღერო გაბრტყელებულია ისე, როგორც აქვს დედი-ნაცვლის ენას (*Opuntia ficus indica*), წყლის ვაზს (*Potamogeton natans*) და სხვ. ღერო გარეჯან შიშველია ან დაფარულია ბუსუსებით, ბეწვებით, ჯირკვლებით, მეჭეჭებით და სხვ.

ღეროს ზომა მეტად განსხვავებულია რო-გორც სიმაღლითა და სიგრძით, ისე სისქითა და სიგანით. ღეროს ზომა მეტად მერყევია, დაწ-ყებული რამდენიმე მმ-ით და დანთავრებული რამდენიმე ათეული მ-ით. დიდი ზომის ღეროიანი მცენარეებია ავსტრალიური ევკალიპტი (*Eucalyptus amygdalina* 55 მ) და ამერიკული სეკვოია (*Sequoia gigantea* 142 მ); სიგრძით ყველას აღემა-ტება ლიანა მცენარის ესპანური ღერწმის (*Calamus rotang*) მცოცავი ღერო, რომლის სიგრძე 300 მ-მდეა. ჩვენში ყველაზე მაღალი ღეროები აქვთ წიწვიანებიდან—სოჭს, ნაძვს, ფიჭვს და ა. შ., რომელთა სიმაღლე საშუალოდ 60 მ-ია, ფოთ-ლოვანებიდან კი—ხეალოს, ალვის ხეს, მუხას, ჭა-დარს და სხვ. მათი საშუალო სიმაღლეა 40 მ.



სურ. 109. სვია.

დიდი დიამეტრის მცენარეებია იგივე ამერიკული სეკვოია 10—15 მ დიამეტ-რით და აფრიკული ბაობაბი (*Adansonia digitata*) 10—20 მ დიამეტრით.

ღერო ხნოვანების მიხედვით მრავალნაირია: ზოგიერთი მცენარის სავე-გეტაციო პერიოდი რამდენიმე დღით განისაზღვრება. მაგრამ მსოფლიოში გვხვდება ან ისეთი მცენარეები, რომელთა ღერო 5000 წლისაა. ახლა დიდი ხნოვანების ღეროიანი მცენარეა ბაობაბი, რომლის ზოგიერთი ეგზემპლარი 5000 წელს და მეტ ხნოვანებას აღწევს. აგრეთვე დიდი ხნოვანების ღეროი-ანი მცენარეებია, მაგალითად, კვიპაროზის (*Cupressus fastigiata*) და ურთხე-ლის, ანუ უთხოვარის (*Taxu baccata*) ზოგიერთი ეგზემპლარი, რომელიც 3000 წელს აღწევს. 2000-წლიან მცენარეებს ეკუთვნის წაბლი (*Castanea sativa*); მუხა 1000 წელზე მეტ ხანს ძლებს, ნაძვის, ცაცხვის, წიფელას და სხვა მცე-ნარეების ხნოვანება 600—1000 წელს აღწევს.

ღეროს ან ყლორტების მიხედვით მცენარეები შემდეგ სასიცოცხლო ფორმებად იყოფა: ხეებად, ბუჩქებად, ნახევრად ბუჩქებად და ბალახებად.

ხეები ისეთი ფორმებია, რომელთაც 5—6 მ-დან დაწყებული რამდენიმე ათეული მ-ის ღერო უვითარდებათ. მთავარი ღერო მრავალწლოვანია და მისი ტანის ზედა ნაწილს ძლიერი, სხვადასხვა დატოტიანებით კარგად განვითარებული ვარჯი (კრონა) აქვს.

ბუჩქები ისეთი მცენარეებია, რომელთა ღეროს სიმაღლე 2-დან 6-მ-მდე აღწევს; მთავარი ღერო კარგად არა აქვთ გამოსახული, ვინაიდან ღერო ნიადაგის ზედაპირიდანვე იტოტება.

ნახევრად ბუჩქები მიეკუთვნებიან ისეთი მცენარეების ფორმას, რომელთაც 1 და 1,5 მ-ის ზომის ღერო უვითარდებათ. ღეროს ქვედა ნაწილი მრავალწლოვანია და უხევდებათ, ხოლო ზედა ნაწილი ვეგეტაციის ბოლოს ხმება.

ბალახები ისეთი ფორმის მცენარეებია, რომელთაც რამდენიმე სმ-დან დაწყებული (დაბალი ტანის ბალახები) ერთიდან ორი მ-ის სიმაღლემდე სუსტი, უმერქნო ღერო აქვთ (მაღალი ბალახები). ბალახოვანი მცენარეებია:

- 1) ერთწლოვანნი, რომლებიც ზრდისა და განვითარების მთელ ციკლს გადიან და ამთავრებენ ერთ სავეგეტაციო პერიოდში; ესენი შედარებით პატარა ზომის მცენარეებია;
- 2) ორწლოვანნი, რომელთაც ვეგეტაციის ორი პერიოდი ახასიათებთ. ვეგეტაციის პირველ წელს მათ ფესვი და ფესვის ყელთან, ნიადაგის ზემოთ, ფოთლების როზეტი უვითარდებათ, ხოლო ვეგეტაციის მეორე წელს—ღერო—ყვავილებითა და ნაყოფებით;
- 3) მრავალწლოვანნი კი ისეთი ფორმებია, რომელთაც მრავალწლოვანი მიწისქვეშა ფესვები, ფესურები, ტუბერები და ბოლქვები ახასიათებთ, ხოლო მიწისზედა ნაწილებით (ღეროთი და ფოთლებით) ერთ წელს ამთავრებენ ვეგეტაციას—ყვავილობას, თესლის განვითარებას და ნაყოფმსხმოიარობას.

მცენარეთა სასიცოცხლო ფორმების პირობითი ნიშნებია:

ხეები — ლ ბუჩქები და ნახევრად ბუჩქები — ლ მრავალწლოვანი — 2/

ორწლოვანი—⊙ და ერთწლოვანი—⊙.

ღეროს კენწრული და გვერდითი კვირტების თანდათანობითი განვითარება იწვევს ღეროზე ტოტების წარმოქმნას. მრავალი მცენარის ღეროს ზოგჯერ მარტო კენწრული კვირტი უვითარდება და მისი ზრდა მხოლოდ სიგრძეზე ხდება. ზოგჯერ ღეროზე გვერდითი კვირტები არაა ან, თუ არის, ეს



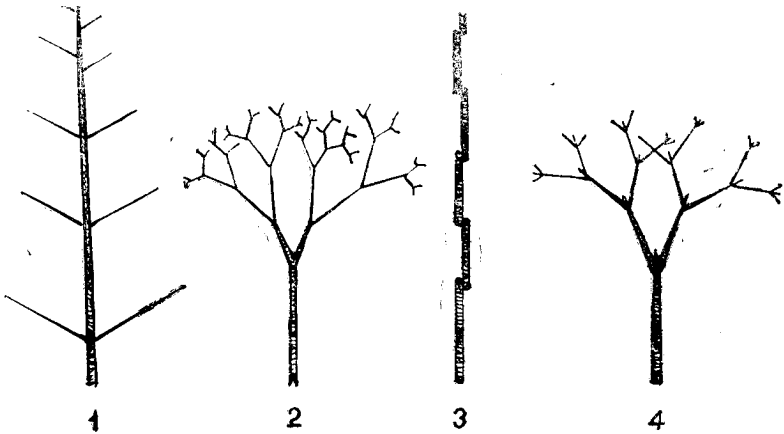
სურ. 110. ვაშის ყლორტი.
ა—პყვალენი.

კვირტები განუვითარებელი რჩება, ე. ი. გვერდით ტოტებს არ იძლევა და ამდენად ღერო დაუტოტავია; ასეთ ღეროს შორი ეწოდება.

უფრო ხშირად კი ღეროს კენწეროს კვირტიდან ან გვერდითი კვირტებისაგან ვითარდება გვერდითი ტოტები, რომელთა წვერსა და გვერდებზე ახალი კვირტები, აქედან მეორე რიგისა და ასე თანდათანობით შემდეგი რამდენიმე რიგის ტოტები წარმოიქმნებიან, რასაც თან მოსდევს ღეროს დატოტიანება. მაშასადამე, ღეროს დატოტიანება დამოკიდებულია კვირტების განლაგებასა და განვითარებაზე. დატოტიანების სამი ძირითადი ტიპია:

1) დიქტომიური („დიხე“—ორ ნაწილად, „ტომეს“—განაკვეთი, ბერძნ.) ისეთი დატოტიანებაა, როცა ღეროს ზრდის წერტილი ორ ანაღ ზრდის წერტილად იყოფა და აქედან ორი ერთნაირი და თანაბარი განვითარების ტოტს წარმოქმნის. თითოეული ტოტის ზრდის წერტილი შემდგომ კვლავ იყოფა ორ ტოტად. დატოტიანების ეს ტიპი უმეტესად უდაბლეს მცენარეებს ახასიათებს. ამ ტიპის კარგ მაგალითად უნდა ჩაითვალოს წყალმცენარეებიდან წაბლა წყალმცენარე—დიქტიოტა (*Dictyota dichotoma*) და ფუკუსი (*Fucus sp.*), რომელთა სხეულის ზედა უჯვრედების ორად გაყოფით დატოტიანებული ორი თალუსი (ტოტი) წარმოიქმნება. ზოგიერთ სოკოს სანაყოფე სხეული დიქტომიურად აქვს დატოტიანებული. უმაღლესი მცენარეებიდან დიქტომიური დატოტიანება ღვიძლის ხავსებსა და ლიკობოდიუმებს ახასიათებთ. დიქტომიას ორ თითისებრ დატოტიანებასაც უწოდებენ (სურ. 111).

2) მონოპოდიური (სურ. 111) („მონოს“—ერთი, „პოუს“—ნათ.



სურ. 111. სხვადასხვა ტიპის დატოტიანების სქემა. 1—მონოპოდიური, 2—დიქტომიური, 3—სიმპოდიური, 4—ცრუდიქტომიური.

ბრუნვა, „პოლოს“—ფეხი, ტოტი, ბერძნ.) დატოტიანების ისეთი ტიპია, როდესაც მთავარი ღერძის კენწერის კვირტი სიგრძეზე, ვერტიკალურად იზრდება, გვერდითი კვირტებიდან ნაკლები სიძლიერის ტოტების რამდენიმე რიგს ივითარებს. მონოპოდიური დატოტიანება როგორც უდაბლესი, ისე უმაღლესი მცენარეებისთვისაა დამახასიათებელი, განსაკუთრებით ხშირია წიწვიან მცენარეებში, როგორიცაა ურთხელი (ურთხოვარი), ნაძვი, ფიჭვი, სოჭი, კედარი, კვიპაროსი და სხვ.

ფოთლოვანებიდან მონოპოდიურად დატოტიანებულია: ვერხვი, ოფი, ალვის ხე, წიფელა, მუხა და ნეკერჩხალი. მონოპოდიური დატოტიანების დროს მთავარი ღერძი სიგრძეზე იზრდება, მაგრამ არის შემთხვევები, როცა ეს მთავარი ღერძი ზრდას აჩერებს და კენწურის კვირტის ქვემოთ ორი მოპირდაპირე გვერდითი კვირტიდან ორი თანაბარი გვერდითი ტოტი ვითარდება. ასეთ დატოტიანებას ცრუ დიქოტომიური დატოტიანება ეწოდება. ასეთი დატოტიანების დროს გვერდითი ტოტები უფრო ძლიერი ზრდით ხასიათდებიან, ვიდრე მთავარი ღერო. ცრუდიქოტომიური დატოტიანება მონოპოდიური დატოტიანების სახეშეცვლილი ტიპია და იგი ახასიათებს ნახევრად პარაზიტ ფათრს ხემცენარე ცხენისწაბლას (*Aesculus hippocastanum*), იასამანს (*Syringa crilgaris*) და სხვ.

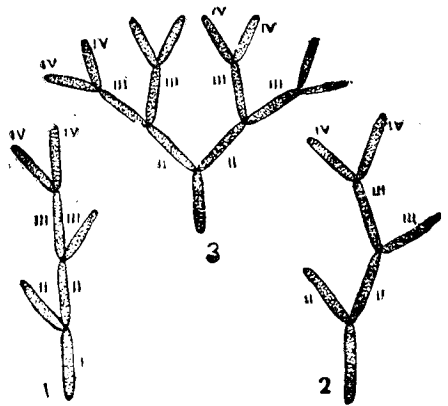
3) სიმპოდიური დატოტიანება (სურ. 111) („სიმ“ — ერთად, ბერძნ.), რომელიც მეტად გავრცელებული ტიპია, ისეთი დატოტიანებაა, როდესაც მთავარი ღერძი განვითარების პირველ პერიოდში კენწურის კვირტიდან ნორმალურად იზრდება, მაგრამ შემდეგ აჩერებს ზრდას და მის მაგივრად კენწურის კვირტთან ახლო მდებარე გვერდითი კვირტიდან გვერდის ტოტი ვითარდება.

სიმპოდიური დატოტიანების დროს მთავარ ღერძს გვერდითი ტოტი ცვლის და იგი თვითონ იქცევა მთავარ ტოტად. ამ მთავარ ტოტს ისევ შემდეგი ტოტი ცვლის, რაც იწვევს ღეროს ძლიერ დატოტიანებას. დატოტიანების ეს ტიპი შეიძლება დიქოტომიური (სურ. 112) ან მონოპოდიური დატოტიანების მცირე სახეცვლილებებით წარმოიქმნას.

სიმპოდიური დატოტიანება ძალიან ხშირია ხეზე, ბუჩქებზე და ბალახოვან მცენარეებზე. მაგალითისათვის ავიღოთ: თელა, რცხილა, ცაცხვი, ვაშლი, მსხალი, ატამი, ბალი და სხვა მრავალი. სიმპოდიური დატოტიანებიდან ამა თუ იმ მცენარისათვის მხოლოდ ერთი სახის დატოტიანებაა დამახასიათებელი, თუმცა გამოირიცხული არ არის დატოტიანების ორი სახე, მაგალითად, დიქოტომიური და მონოპოდიური, ერთი რომელიმე მცენარისათვის (ბამბა).

მუხლთშორისები გრძელი და მოკლეა, უმთავრესად გრძელი. მუხლთშორისიან ყლორტს დაგრძელებული ყლორტი ეწოდება. ზოგიერთი მცენარის, ხშირად ხეხილოვნების, ასეთი ყლორტები უნაყოფო ან მცირენაყოფიანია. დაგრძელებული ყლორტები კენწურული ან მის ახლო მდებარე გვერდითი კვირტებიდან ვითარდება და ვერტიკალური ზრდა ახასიათებთ.

ბევრ მცენარეს, განსაკუთრებით ხე-და ბუჩქმცენარეებს გვერდითი კვირტებიდან დამოკლებული ყლორტები უვითარდებათ მოკლე მუხლთშორისე-



სურ. 112. სიმპოდიური დატოტიანების წარმოქმნა (1,2) დიქოტომიურიდან (3).

ბით. ასეთ დამოკლებულ ყლორტებს სიგრძეზე ძალზე ნელა ზარდა ახასიათებთ. მათი წლიური ნამატი რამდენიმე მილიმეტრით განისაზღვრება და იშვიათად ტოტიანდება. ფოთლები ასეთ ყლორტებზე მჭიდროდ და ჯგუფებად სხედან. ზოგიერთი მცენარე ფოთლებს მხოლოდ დამოკლებულ ყლორტზე ივითარებს (კოწახური). ხშირად ხეხილოვანი და სხვა მცენარეები დამოკლებულ ყლორტებზე ყვავილებს ივითარებენ, ხოლო ყვავილობას შედეგად — ნაყოფებს; ასეთ ყლორტებს სანაყოფე ყლორტებს უწოდებენ. მცენარეებში კარგად განვითარებული ვარჯი, ხშირი და თანაბარი შეფოთვლით, უმთავრესად დამოკლებული ყლორტების ძლიერი განვითარებითაა გამოწვეული.

დამოკლებული ყლორტები მრავალ მცენარეს ახასიათებს. დამოკლებული ყლორტებია აგრეთვე ჭარხლის, სტაფილოს, ფურისულას, ბურბუშელას, ფამფარას, ვარდკაჭკაჭას და სხვ. მცენარეთა ფოთლების როზეტი. დამოკლებულ ყლორტად ითვლება კომბოსტოს თავიც.

უფრო მეტად დამოკლებული ან სხვა სახის ყლორტების სახეცვლილებები, რაც დაკავშირებულია სხვადასხვა ფუნქციის შესრულებასთან, ცნობილია ყლორტის (ღეროს) მეტამორფოზის სახელწოდებით. ახალ ფუნქციებთან ერთად იცვლება მათი ფორმაც.

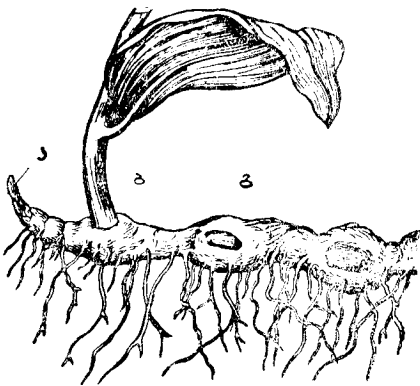
ღეროს მეტამორფოზი ორგვარია: მიწისზედა და მიწისქვეშა.

მიწისქვეშა ღეროს სახეცვლილებებს ეკუთვნის: ფესურა. ტუბერი (გორგლი) და ბოლქვი.

ფესურა (სურ. 113) მიწისქვეშა ღეროა, რომლის დანიშნულებაც:

- 1) უარყოფით პირობებთან შეგუება,
- 2) ვეგეტაციური გამრავლება და 3) ზოგჯერ საზრდო ნივთიერებათა დაგროვებაც.

ფესურა დაფარულია ქერქლებით. ქერქლები ფოთლის სახეცვლილებაც; ამ ქერქლების უბებში კვირტები ვითარდება. ფესურას, როგორც მიწისქვეშა ყლორტს, მუხლები და მუხლთშორისები აქვს. უბის ან გვერდითი კვირტების გარდა, ფესურას წვერზე კენწრის კვირტები უვითარდება. ამ ორივე გაწყობის კვირტებიდან, ვეგეტაციის მეორე წელს, ნიადაგის ზემოთ შეფოთილი და საყვავილე ყლორტები წარმოიქმნებიან. ფესურა, როგორც მცენარის მიწისქვეშა ნაწილი, ზოგჯერ



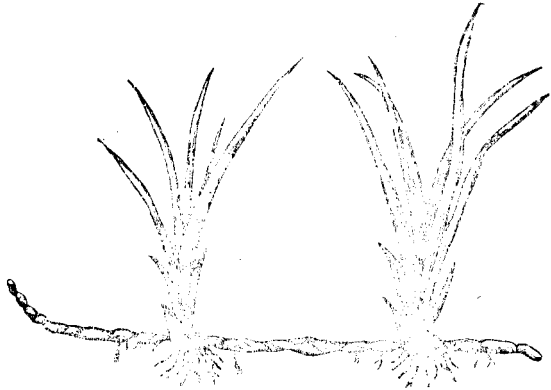
სურ. 113. სეინტრის (*Polygonatum multiflorum*) ფესურა; ა—მომავალი წლის კვირტი; ბ—მიწისზედა ყლორტი; გ—ძველი წლის ღეროს ნაკვალევი.

ფესვს წააგავს, უფრო კი ჰორიზონტალურ ფესვებს, ვინაიდან ფესურას ნიადაგში უმეტესად ჰორიზონტალური (ზოგჯერ ირიბი) განლაგება ახასიათებს.

ფესურა, ფესვისაგან განსხვავებით, ივითარებს ფოთლებს (უმთავრესად ქერქლების სახით) და წესიერად განლაგებულ კვირტებს, ხოლო შალითას მოკლებულია. ფორმით ფესურა თასმისებრია, წვრილი და გრძელი, დაგრძე-

ღებულ მუხლთშორისებით, რაც ისლისებრთა და მარცვლოვანთა (სურ. 114) მრავალ წარმომადგენელს ახასიათებს.

შროშანისებრთა და ზამბახისებრთა ზოგიერთი მცენარე მოკლე და მსხვილფესურანია, აქვთ დამოკლებული მუხლთშორისები. ფესვთა ზოგჯერ დაუტოტავია, ხშირად კი დატოტავილი, უმეტესად ქვედა მხარე, ზოგჯერ ზედაც. მუხლთშორისებიდან და მუხლებიდან ფესურას დანატებითი ფესვები უვითარდება. ამ დამატებითი ფესვებით და მრავალმხრივ დახლართული ტოტებით ფესურაიანი მცენარეებისაგან მკვრივი კორდი იჭმნება.



სურ. 114. მარცვლოვანთა ფესურის მიწისზედა ყლორტები.

ფესურა ნიადაგის სხვადასხვა სიღრმეზეა გართხმული, რაც ფესურაიანი მცენარეებისა და ნიადაგის თავისებურებებზეა დამოკიდებული.

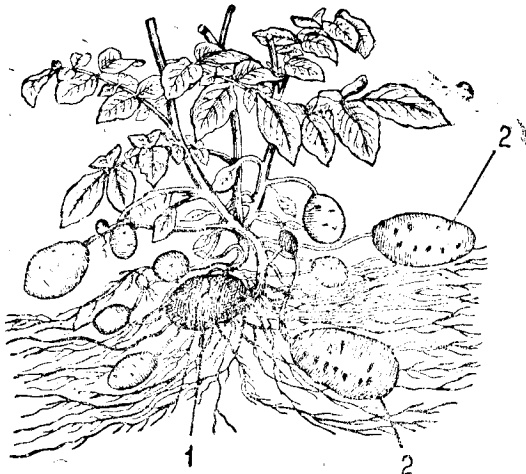
ფესურა წვერით იზრდება და ნიადაგში სხვადასხვა მაგარ ფენაში კენჭოვანი კვირტით აღწევს. ეს კვირტი ქერქლებითაა დაფარული, რის გამოც აღვივლად არ ზიანდება. ზოგჯერ ფესურას წვერის ქვედა ნაწილი, რომელიც წვერთან შედარებით ხნაერია და გახევებული, იზრება და ამ მოხრილი ნაწილით მიისწრაფის წინ.

ფესურის ზრდა და ზრდის შედეგად მიწისზედა ყლორტების წარმოქმნა ორნაირია: პირველ შემთხვევაში ერთ ერთი ტოტი უფრო მძლავრად ვითარდება; გვერდზე გადასწევს მეორეს, რომელიც გადაიქცევა გვერდით ტოტად და იღებს მთავარ ღერძის მიმართულებას; მიიღება ერთი მთავარი ღერძი და მონოპოდაურნი ემსახურება. ასეთ ფესურას მონოპოდიური ეწოდება. მონოპოდაური ფესურას კარგი მაგალითია ჩალაყვავილა (*Bulbus umbellatus*).

მეორე შემთხვევაში მთავარი ღერძი წყვეტს ზრდას ან გადაიხრება გვერდზე; მის მავივრობას ასრულებს წვერის ქვევითა წარმოქმნილი გვერდითი ტოტი და იზრდება მთავარი ღერძის მიმართულებით; შემდეგ ეს ტოტიც წყვეტს ზრდას ან გვერდზე გადაიწევა, მას ცვლის ახალი გვერდითი ტოტი და ა. შ. ასეთ ფესურას სიმპოდიური ეწოდება. მაგ., სიმპოდიურია ზვინტრის (*Polypodium*) ფესურა. ფესურაიანი მცენარეები ნიადაგში ძლიერი დატოტავნებითა და ნიადაგის ზევით მრავალი ყლორტის განვითარებით ხასიათდება, რაც მათი გვერტაკიურა გამრავლების შედეგია. იგი უმეტესად ერთღებნიანებს (მარცვლოვანთა, ისლისებრთა, შროშანისებრთა, ზამბახისებრთა და სხვათა ოჯახების) და ზოგიერთი ორღებნიანის (მრავალწლოვანი ბალახოვანი, იშვიათად ხემცენარეებისათვის), ბამბუკისებრთათვის არის დამახასიათებელი.

ზოგიერთი მაწისქვეშა ყლორტი მარაგ საზრდო ნივთიერებათა სათავე-

სოდ (სხეულად) ვითარდება და ვეგეტაციურ გამრავლებასაც ემსახურება. ასეთაა, მაგალითად, ტუბერი ანუ გორგლი. ტუბერი ლებნიქვეშა მუხლის გამსხვილების შედეგად წარმოიქმნება ან ლებნიქვეშა მუხლთან ახლო მდებარე ფესვის ნაწილიდან ვითარდება. ლებნიქვეშა მუხლიდან განვითარებული ტუბერი, მაგ., ყოჩივარდას (*Cyclamen*) ახასიათებს. ლებნიქვეშა მუხლთან ერთად, ფესვიდან წარმოშობილი ტუბერის მაგალითებია: ჭარხლის, სტაფილოს, თაღამის ტუბერები. მათ ზოგჯერ ძირხვენებს ანუ ნაყოფიანებსაც უწოდებენ არასწორად, ვინაიდან ასეთ მიწისქვეშა ყლორტებს არაფერი აქვთ საერთო ჩვეულებრივ ნაყოფთან.



სურ. 115. კარტოფილის ტუბერი: 1—მიწისზედა ნაწილი; 2—მიწისქვეშა ნაწილი ტუბერებით.

ტუბერები, უმეტესად გრძელი, ჰორიზონტულად განლაგებული მიწისქვეშა ყლორტებია, თუმცა ბევრ მცენარეს ტუბერები მიწისზედა სავეგეტაციო ნაწილებზე უვითარდებათ.

ხშირად მიწისქვეშა გრძელ ყლორტებს, რომელთაც სტოლონები („სტოლონის“—ლათ. ბპ. „სტოლონის“—ამონაყარი, ყლორტი, ლათინ.) ეწოდება, გამსხვილებულ ბოლოებზე ტუბერები წარმოიქმნებათ. ასეთი წარმოშობის ტუბერის ტიპურ მაგალითად კარტოფი-

ლის ტუბერი ითვლება (სურ. 115).

ტუბერებზე პატარა ზომის ქერქლისებრი ფოთლებია, რომლებიც ადრე სცვივა და მათ უბევში ე. წ. თვალების სახით კვირტები სხედან. ტუბერის თითოეული თვალის ჩაღრმავებულ ადგილში სამ-სამი კვირტია (კარტოფილი), ზოგჯერ მეტიც ან ერთი (ყოჩივარდა). ტუბერი წარმოშობით ორგვარია: ფესვისეული და ღეროსეული. ტუბერის ღეროსეული წარმოშობა შეიძლება დამტკიცდეს კარტოფილის მაგალითზე. კვირტები შესაფერის პირობებში იზრდებიან და საზრდოობენ ტუბერის შიგნით დაგროვილი ნივთიერებებით და ახალ ინდივიდებად ვითარდებიან.

კარტოფილის მიწისქვეშა სტოლონები ტუბერების განვითარებაშიც მიწის ზემოთ ამოდინან და ყლორტებს ივითარებენ. ეს ყლორტები შეფოკალის შემდეგ საყვავილე ყლორტებზე ნაყოფებს გამოისხამენ, თუ კარტოფილის ტუბერი გრძელ ყლორტებზე ვითარდება; ხშირად მოკლე ყლორტებზე ვითარდება ტუბერი, რომლის მაგალითი მიწავაშლაა (*Helianthus tuberosus*); კარტოფილის ტუბერი ფორმით მრავალნაირია, მაგრამ მათი ჯიშების მიხედვით გამოირჩევა—მრგვალი, ოვალური, გრძელი, მობრტყო და ა. შ.

მიწისზედა ღეროსეული ტუბერი მიწისზედა ყლორტის გვერდითი კვირტიდანაა განვითარებული, ხელს უწყობს მცენარის ვეგეტაციურ გამრავლებას. ასეთი ტუბერები უვითარდებათ ე. წ. ცოცხალმშობ მცენარეებს, ჩვენს ალ-

პებსა და სუბალბებში მოზარდ მათიტელას, ტყის ბოლოკას და ბოლქვიან თივაქსრას. ეს ტუბერები ანუ, როგორც მათ უწოდებენ, ჩეკია კვირტები, ჩამოცვივა ხოლმე და ახალ, ნორმალურ მცენარედ ვითარდება; მიწისზედა ტუბერი უვითარდება აგრეთვე ხვიტს (კოლრაბი—*Brassica oleracea* var *gongyloides*), რომელსაც დამოკლებულ და გამსხვილებულ ღეროზე ჩვეულებრივი ფოთლები უვითარდება.

ფესურასთან და ტუბერთან ერთად, მრავალი მცენარე ივითარებს როგორც მიწისქვეშა, ისე მიწისზედა ღეროს (ყლორტის) სახეცვლილებებს ბოლქვეების სახით და მათ ბოლქვიან მცენარეებს უწოდებენ (სურ. 116).

ბოლქვი უმეტესად დამახასიათებელია ერთლებნიანი ბალახოვანი მცენარებისათვის. ბოლქვს, განსაკუთრებით მშრალ პირობებში, მოზარდი მცენარეები ივითარებენ და ამდენად იგი ღეროს ისეთი სახეცვლილებაა, რომელიც გარკვეულ შეგუებას ანუ აღწევნებს უარყოფით საარსებო პირობებთან. ამავე დროს ბოლქვიც მცენარის ვეგეტაციური გამრავლების ერთ-ერთი საშუალებაა, ზოგჯერ კი საზრდო ნივთიერებების დამგროვებელია.

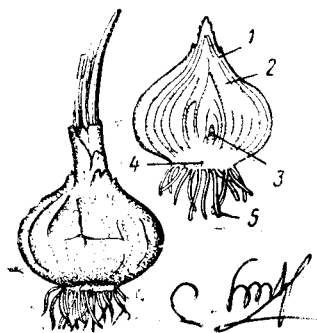
ბოლქვი შედგება ზრდაშეზღუდული და დამოკლებული ღეროსაგან. მას ბოლქვის ძირი ეწოდება.

ბოლქვის ძირზე განლაგებულია ორი წყება ფოთლები ქერქლების სახით. ერთი წყება გარეთა მშრალი სიფრიფანა ფოთლები ბოლქვის მფარავი ქერქლებია, ხოლო შიგა ხორცოვანი ფოთლები წარმოადგენენ მარაგ-საზრდო ნივთიერებათა სათავსოს. გარეთა მფარავი და შიგნითა შედარებით ნაზი ქერქლები მწვანე, ნორმალური ფოთლების გაფართოებული ფუძეებია.

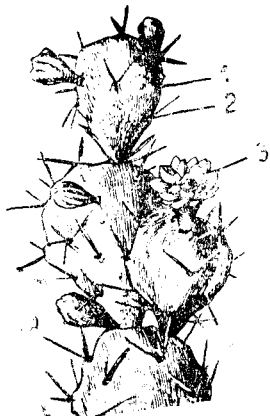
ბოლქვის ცენტრში ოქროს ზრდის კონუსია, რომელიც ნაზი, სიფრიფანა ფოთლებით არის დაფარული. ამ ფოთლებისაგან მეორე წელს, ვეგეტაციის წინ მიწისზედა ყლორტის ჩვეულებრივი ფოთლები ვითარდება. ეს მიწისზედა ყლორტი კი ასევე ვეგეტაციის მეორე წელს წარმოქმნილია

ბოლქვის ძირის წვერის კვირტიდან, რომლისგანაც შემდეგ ახალი მცენარე წარმოიშობა.

შიგა ბორცოვანი ქერქლების უბებში ხშირად კვირტები სხედან. ამ კვირტების ზრდის შედეგად შეიღეული პატარა ზომის ბოლქვები ანუ ბოლქვის კბილები ვითარდება. თვით ბოლქვის კბილებიდან დამატებითი გვერდი-



სურ. 116. ხახვის ბოლქვი:
1—ქერქლები; 2—ხორცოვანი ფურცლები; 3—კვირტი; 4—ბოლქვის ძირი; 5—დამატებითი ფესვები.

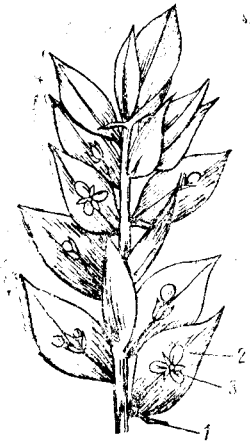


სურ. 117. დედინაცვლის ცნა (*Opuntia*): 1—სახეცვლილი ღერო—კლადოდუმი; 2—მკვლეტი (სახეცვლილი ფოთლები); 3—ყვავილი.

თი ყლორტები წარმოიქმნება (ასეთი კბილებისმაგვარა ბოლქვი ახასიათებს ნიორს). ბოლქვის ძირი დიდი რაოდენობით იკეთებს დამატებით ფესვებს, რომელთა საშუალებით იგი ნიადაგს ემაგრება და ნიადაგიდან აწვდის მცენარეს წყალსა და წყალში გახსნილ მინერალურ ნივთიერებებს.

მფარავი ქერქლების მიხედვით არჩევენ ბოლქვის ორ სახეს:

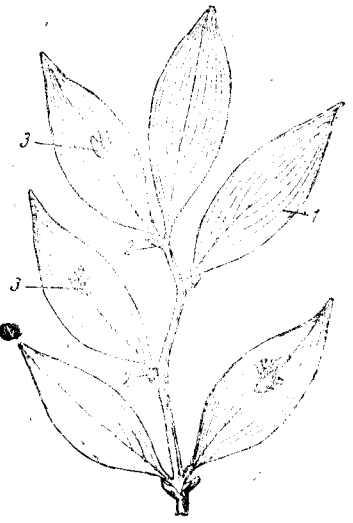
1) სიფრიფანიანს, — მათი მფარავი ქერქები სიფრიფანაა და მშრალი, მთლიანად ფარავენ ბოლქვის შიგა, ნახ ქერქებს. 2) ქერქლოვანს, — მათი მშრალი, მცირე ზომის ფოთლები ბოლქვებს მთლიანად ვერ ფარავენ და ქერქები კრამიტებისმაგვარადაა ჩაწყობილი; ბოლქვი შეიძლება იყოს მონოპოდიური და სიმპოდიური. ბოლქვად ზოგიერთ მცენარეს ხშირად მიწისზედა ყლორტი უვითარდება და ბოლქვი მიწისზედაა. ასეთი ბოლქვი ყლორტზე განვითარებული ყვავილელებში ან ზოგჯერ ფოთლის უბეში ვითარდება (ნიორი, ტყის ბოლოკა). ზრდადამთავრებული ბოლქვი წყდება ყლორტს, ახალ ინდივიდად ვითარდება, ე. ი. ვეგეტაციურად მრავლდება.



სურ. 118. სტაგვიზარა (Ruscus Ponticus). 1— ფოთლი; 2— აქილ-კალიუმი; 3— ყვავილი.

მიწისქვეშა სახეშეცვლილი ყლორტის მეოთხე ტიპად უნდა ჩაითვალოს გორგლისა და ბოლქვის კომბინირებული სახე — გორგლბოლქვი. გორგლბოლქვის მთავარა ნაწილი ბოლქვის მოკლე და გამსხვილებული ძირია, რომელშიაც ხშირად მარავი საზრდო ნივთიერება გროვდება, ხოლო მათ გარშემო მშრალი სიფრიფანა ფოთლებია, რომლებიც ვეგეტაციის შემდეგ ჩვეულებრივ სცივებათ. გორგლბოლქვების მაგალითია: ხარისძირა, ზაფრანა, ხმალა და სხვ.

ზოგიერთ მცენარეს, რომელსაც გვალვიან და ცხელ ადგილებში უხდება ცხოვრება და წყლის ნაკლებობას განიცდის, ხშირად ღერო უბრტყელდება. ეს გაბრტყელებული ნაწილები ვარგეზულად ზოგჯერ ჩვეულებრივ ფოთოლს წაავაეს. ასეთი გაბრტყელებული ღეროები მწვანე ფერისა არიან, ფოთლის ფუნქციებს, ე. ი. ასიმილაციას და ტრანსპირაციას ასრულებენ. ასეთ მეტამორფოზულ ღეროებს კლადოდოუმები ანუ ფილოკლადოუმები („კლადოს“ — ტოტი, „ფლონ“ — ფოთოლი, ბერძნ.) ეწოდება და ღეროს მიწისზედა სახეცვლილებებს მიეკუთვნებიან. გაბრტყელებული ღერო

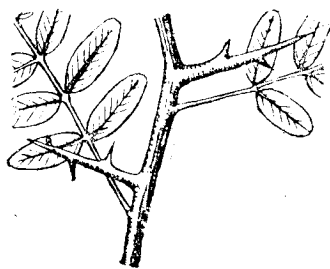


სურ. 119. მებრლა (Ruscus hypophyllum). 1— კლადოდონი; 2— ფოთლი; 3— ყვავილი.

უვითარდება, მაგ., კაკტუსებს (სურ. 117). კაკტუსის სხეული რამდენიმე ერთმანეთის შემოთ. გაბრტყელებული მწვანე ნაწილისაგან შედგება და ამ ნაწილებში წყალი გროვდება, ვინაიდან კაკტუსი ცხელ ადგილსამყოფელოში მოხარდი მცენარეა.

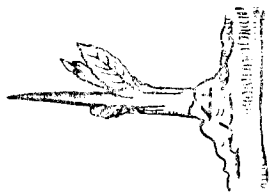
თითოეული გაბრტყელებული ნაწილი მუხლებისაგან შედგება და ამ მუხლებში ეკლებია. ეს ეკლები სახეშეცვლილი ფოთლებია, რითაც ფილოკლადიუმის ღეროსეული წარმოშობა მტკიცდება. ფილოკლადიუმის ტიპური მაგალითია ჩვენს კოლხეთის ტყეებში მოხარდი მარადმწვანე ბუჩქბალახა—თაგვისარა (Ruscus ponticus). თაგვისარას ზედა წყება ტოტები ფოთლების მსგავს კლადოდიუმებად აქვს გარდაქმნილი. მისი ხეშეში ტოტები—ფილოკლადიუმები თავში წაწვეტებულია და წვრილი ეკლებით ბოლოვდება (სურ. 118).

ფილოკლადიუმის მთავარ ძარღვს შუა ადგილას ყვავილები უვითარდება, ხოლო დაყვავილების შემდეგ—წითელი ნაყოფები. ფილოკლადიუმებზე ყვავილებისა და ნაყოფების წარმოქმნა ისევე ფილოკლადიუმების ღეროსეულ ბუნებას ადასტურებს, ვინაიდან ყვავილები და ნაყოფები ფოთლებზე არ ვითარდება. ფილოკლადიუმის კარგი მაგალითია აგრეთვე ძმერხლი (Ruscus hypophyllum) (სურ. 119). ბევრ ბალახოვან და მერქიან მცენარეს აქვს ეკლებად ქცეული სახეშეცვლილი ყლორტები.



სურ. 120. გლედინია ღეროსეული ეკლებით.

ეკალი დამოკლებული ყლორტის მეტამორფოზია. ამ ეკლებით მცენარე თავს იცავს მწერებისაგან და ცხოველებსაგან. ეკლებით მოვენალი მცენარეები ნაკლები რაოდენობით აორთქლებენ წყალს, განსაკუთრებით ქსეროფილურ პირობებში.



სურ. 121. კვინჩის (Prunus spinosa) ეკალი.

ეკლის ქვედა ნაწილი შეფოთლილია ან ზოგჯერ უფოთლოა. ეკალი ფოთლის უბეში ზის და ამდენად იგი ღეროსეული წარმოშობისაა და არა ფოთლის (იხ. ქვემოთ, ფოთლი). ტენიან პირობებში მოხვედრილი ეკლიანი მცენარეები ეკლების ჩაახების ადგილებიდან ნორმალურ შეფოთლილ ყლორტებს ივითარებენ; ეკლებიანი მცენარეებიდან აღსანიშნავია; პანტა, მაგალო, ფშატი, გლედინია (სურ. 120), კვინჩისა (სურ. 121), კუნელი (სურ. 122), ჭეშავი და სხვ.

სწორად ნიშნავალი მცენარის დასამაჯრებელი ნაწილებია უღვაშები. უღვაშები ზოგჯერ ტოტებისაგან ან მუხლსმოორისებისაგან ვითარდებიან და აწირად იტოვებიან. უღვაშები ახასიათებს გოგრისებრთა უმრავლესობას, ვაშს (სურ. 123), ლეშურას და სხვ.

ულვაშების საშუალებით ზოგიერთი მცოცავი ლიანა საყრდენ სუბსტრატს ემაგრება.

მიწაზე გართხმულ ან მწოლარე ღეროებს მუხლებში ყლორტები უვითარდებათ. ასეთი ყლორტებისაგან მცენარის სხვადასხვა მისამაგრებელი მეტამორფოზული ნაწილი ვითარდება. მოკლე მუხლთშორისიან ყლორტებს ღერწები ან ლართხები ეწოდება, ხოლო დაგრძელებულ მუხლთშორისიან ყლორტებს—პწკალები.



სურ. 122. კუნელის (crataegus) ეკალი.

პწკალიანი მცენარეებია მარწყვი, მარწყვებალახი, ხახამი (Rubus saxatilis, ოშოშა — Glechoma lederacea) და სხვ.

ეს ორივე მისამაგრებელი სხეული, პწკალი და ღერწი ღეროსეული წარმოშობისა არიან, მათ, როგორც ყლორტებს, ფოთლები აქვთ.

ღეროს შინაგანი აგებულება. ფესვის შემდეგ ღერო ვანიხილება, მაგრამ ეს იმას როდინიშნავს, რომ ღერო თავისი მნიშვნელობით მეორეხარისხოვანია.

აქ მხოლოდ ონტოგენეზური

თანამიმდევრობაა დაცული. მცენარეების უმეტესობას თესლის ვადივების შემდეგ პირველად ფესვი უვითარდება. ევოლუციურად კი ბოტანიკოსთა ერთი ნაწილი იზიარებს იმ აზრს, რომ ღერო, სხვა ორგანოებისგან განსხვავებით, უფრო ადრეული წარმოშობისაა. ისტორიულ წარსულში ჯერ განვითარდა ღერო, შემდეგ ფოთლები და ბოლოს ნამდვილი ფესვები.

ღეროს მეშვეობით ერთმანეთს უკავშირდებიან ფესვები და ფოთლები. ამ დაკავშირებით ხორციელდება სხვადასხვა ხასიათის ნივთიერებათა გატარება ქვევიდან ზევით (ფესვებიდან ფოთლებისაკენ, ყვავილებისაკენ) და ზევიდან ქვევით (ფოთლებიდან ფესვებისაკენ) არა უბრალოდ, მექანიკურად, არამედ ღეროს უშუალო აქტიური მონაწილეობით.

ისევე, როგორც ფესვები, ღეროშიც მიმდინარეობს სასიცოცხლო პროცესები: ფოტოსინთეზი, სუნთქვა, ტრანსპირაცია, ნივთიერებათა მოძრაობა, მაღალმოლეკულურ ნაერთთა წარმოქმნა, გადამუშავება და დაგროვება.

ღერო მთელი თავისი სირთულით უშუალოდ დაკავშირებულია უფრო



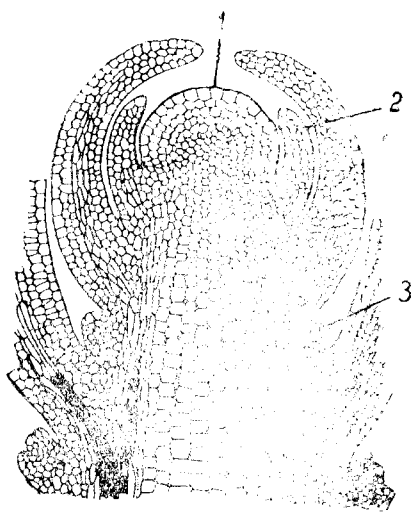
სურ. 123. ულვაშები: ა—ვახსი; ბ—გოგრისი.

მეტად ცვალებად და დიდი ძალით მოქმედ გარემოსთან. ღერო წინააღმდეგობას უწევს ქარის მოძალებას. იგი სივრცეში ტოტების, ფოთლების, ყვავილებისა და ნაყოფების მთელი მასის სიმძიმის ძალის შემკავებელია. ყველაფერი ეს განპირობებს ღეროს ფუნქციების მრავალსახიანობას. ფუნქციათა მრავალსახიანობა სასიცოცხლო პროცესების გართულებასა და ინტენსივობის გაზრდას იწვევს. უკანასკნელთან კი განპირობებულია შინაგანი აგებულების მდიდარი არქიტექტურული ფორმების თანაპოვნიერება. შეიძლება გადაჭრით ითქვას, რომ ანატომიურად ყველაზე რთულად აგებული ორგანო ღეროა.

ღეროს შინაგანი აგებულებაში ძლიერადაა წარმოდგენილი გამტარი ელემენტები—გამტარი ქსოვილის სახით, თუმცა სხვა ქსოვილები: წარმომშობი, ძირითადი, მფარავი და შექანიკურიც საკმაოდ მოიპოვება.

ღეროს რთული ანატომიური თავისებურებანი იმაშიც ბდგომარეობს, რომ ქსოვილთა წარმოშობის თანმიმდევრობითი ხასიათის მიხედვით ღერო შეიძლება პირველადი და მეორადი აგებულებისა იყოს. ერთლებნიანებში ბალახოვანი და ხემცენარეების ღერო ერთიმეორისაგან აგებულებით განსხვავებულია. ორლებნიანი ბალახოვანი და მერქნიანი მცენარეების ღეროებიც განსხვავებულია ქსოვილთა შემადგენლობით, განლაგებითა და სხვა ნიშნებით; ამავდროს ღეროში მცენარის სიცოცხლის მთელ მანძილზე იცვლება მისი შინაგანი სტრუქტურა, ვინაიდან მცენარის ზრდისა და განვითარების პროცესში ღეროს აგებულებაში შესაფერისი სტრუქტურული ცვლილებები ხდება.

მეტწილად ღეროს მთავარი ღერძისა და შემდეგ მისი გვერდითი ტოტების წარმოქმნა კენწრულ კვირტში არსებული ზრდის კონუსიდან იწყება. ზრდის კონუსი შედგება (სურ. 124) მრავალი ინიციალური უჯრედისაგან. ზრდის კონუსში ქვემოთ, ბორცვების სახით განწყობილია ფოთლების ჩანასახები, ხოლო ამ ბორცვების უბეებში კვირტების ჩანასახი.



სურ. 124. ღეროს წვერის სივრცე-განაწერი. 1—ზრდის კონუსი; 2—ფოთლის ბორცვები; 3—კვირტის ჩანასახი.

სწორედ ზრდის კონუსიდან წარმოიშობა ღეროს შინაგანი აგებულების განმსაზღვრელი ძირითადი ელემენტები, პირველ რიგში წარმომშობი ქსოვილი პროკამბიუმი, რომლის მოქმედების ერთობლიობით წარმოიქმნება ცენტრალური ცილინდრი. უკანასკნელის შემდგომი განვითარება და სრული სახით ჩამოყალიბება დამოკიდებულია კამბიუმზე. კამბიუმი კი, როგორც ვიცით, პროკამბიუმის სახეცვლილებაა. ამგვარად, მრავალწლოვანი მცენარის ღეროს ცენტრალურ ცილინდრს პროკამბიუმის გარდა საბოლოო სახეს აძლევს კამბიუმი.

პროკამბიალური წარმოშობის ცენტრალური ცილინდრის შემადგენელი ნაწილებია—კომპლექსური გამტარი სისტემა მერქნისა და ლატენის სახით,

რომლებიც ჩვეულებრივად შეადგენენ გამტარ კონებს. გამტარი კონები ერთი-მეორისაგან დაცილებული არიან და წირეს ქმნიან. ახლად წარმოშობილი კონების მერქანი და ლაფანი დაბალი სპეციალიზაციის ელემენტებისაგან (სპირალური ტურქლები, არატიპური საცრიანი მილები) შედგება.

შემდგომში პროკამბიუმის ერთი წყება უჯრედებიდან წარმოიქმნება ახალი ტიპის წარმოშობი ქსოვილი—კამბიუმი. კამბიუმის უჯრედების გაძლიერებული დაყოფით როგორც ცენტრიდანული, ისე ცენტრისკენული ცენტრ-გამტარი მიმართულებით ისევე მერქანი და ლაფანი წარმოიქმნება, მაგონან უჯრედებით მაღალი სპეციალიზაციის ელემენტებით (ფოროვანი ტურქლები, ტიპური საცრიანი მილები).

ისეთ მცენარეებში, რომელთა ღეროს გამტარ კონებში არ ვითარდება კამბიუმი, კონები არ განიცდიან მნიშვნელოვან ცვლილებებს; ანატომიური ელემენტები, ძირითადად, პრიმიტიული სახისა რჩებიან. ხოლო კამბიუმის წარმოშობა და მოქმედება გამტარი კონების საგრძნობ გაზრდას იწვევს რაოდენობრივად და ავისობრივად. ვითარდება უპირატესად მაღალი ორგანიზაციის ელემენტები. ახალ-ახალი ანატომიური ელემენტების წარმოქმნა კონაში შეიძლება იმდენად ვადიერდეს, რომ კონების შობაზეულობა მოისპოს და ცენტრალურბა ცილინდრბა სრულიად ახალი სახე მიიღოს. აღნიშნულს დაემატება ცვლილებები ცენტრალური ცილინდრის გარეთ—პირველად ქერქში და შიგნით, გულგულში მდებარე ქსოვილებში.

ღეროს აგებულება საკმაოდ რთულია. კამბიუმიდან წარმოშობილი ელემენტები იმდენად ფართოდ ადგილს იკავებს ღეროში, რომ შემდგომში პროკამბიუმიდან წარმოქმნილი ელემენტები მნიშვნელობას კარგავენ და შეიძლება სრულიადაც მოისპონ.

სხვადასხვა ოჯახის თუ გვარის მცენარეებში ცენტრალური ცილინდრი ნაირგვარი აგებულებისაა, რის გამოც მცენარეთა ღეროს შინაგანი აგებულების კლასიფიკაცია განისაზღვრება ცენტრალური ცილინდრის სპეციფიკური არქიტექტურით.

ღეროს ანატომიური აგებულების პირველადი გაცნობის გაადვილების მიზნით, ახლად არსებენ ბალანოვიან და ნერქიან ერთლებნიანებს, წიწვოვანებს, ბალანოვიან და ნერქიან ორლებნიანებს.

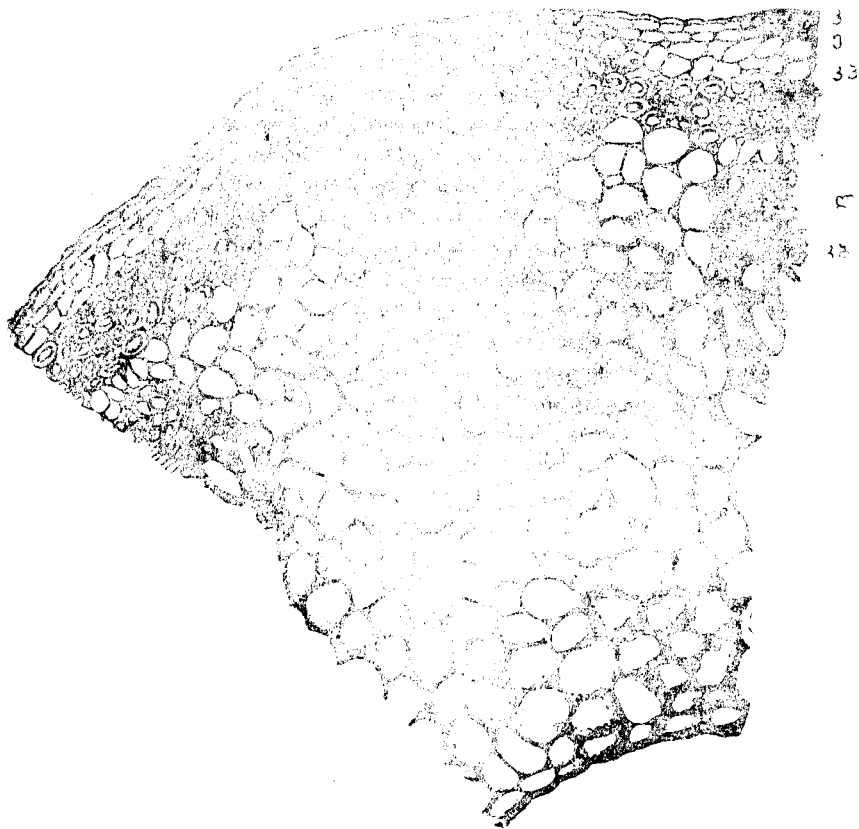
ბალანოვიან ორლებნიან მცენარეთა ღერო. ღერო გარედან დაფარულია კანით, რომელიც შედგება ერთმანეთთან მჭიდროდ მიჯრილი პარენქიმული უჯრედებისაგან. კანში ბაგეები შედარებით მცირე რაოდენობითაა. კანის ზედაპირი კუტიკულათაა დაფარული. კანის უჯრედების გარსი ზედაპირულ სიბრტყეში ზმებურად განქვლეულია. კანის ქვეშ მდებარეობს რამდენიმე წყებად განლაგებული მარქიანული უჯრედებისაგან შეწყვეტილი პირველადი ქერქი (სურ. 125, 126). მისი უჯრედები უპირატეს საკმაოდ რაოდენობით ქლოროფილის მარცვლებს შეიცავენ და ქერქს და ნაწილში მიმდინარეობს ფოტოსინთეზი. პირველადი ქერქის გარდა, მოგვიანდელ უჯრედების შესაფერისი ცვლილებების შედეგად, მთლიანად ოჯახის ამ გროვების სახით წარმოიქმნება კოლენქიმა. კოლენქიმა ღეროში ასრულებს ქარის, წვიმისა და ბუნების სხვა მოვლენებისაგან წინააღმდეგობის ფუნქციას.

პირველადი ქერქის სხულ უფრო შიგნითა, უკანასკნელ, კარგად გამოხატულ წირეს უჭადებენ ნალოდერმას, რომელიც ხოგჯერ სასამებლოვანი

შრის სახელითაა ცნობილი (სურ. 127). ენდოდერმის შიგნით ღეროს მთავარი ნაწილი—ცენტრალური ცილინდრი მდებარეობს.

ცენტრალური ცილინდრის ყველაზე გარეთა შრე პერიციკლია. იგი შედგება ერთ ან ორ რიგად განლაგებული პარენქიმული უჯრედებისაგან. პერიციკლიდან იქმნება პირველადი ლათნის ბოჭკოები. პერიციკლის შიგნით გამტარი ქსოვილებია. ცენტრალური ცილინდრის შუა ნაწილი შედგება პარენქიმული უჯრედებისაგან, რომლებიც ქმნიან გულგულს.

გულგულის უჯრედები ღეროს ცენტრისაკენ ზომით უფრო დიდებია, ასაკში შესვლისას თაშარი ხდებიან და უჯრედები კვდებიან, ააერთიანდებიან

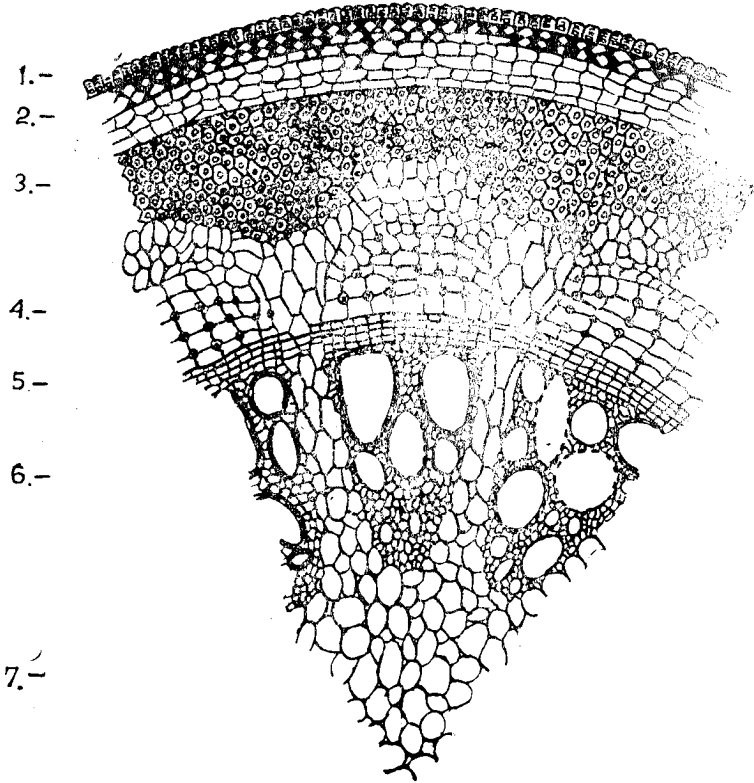


სურ. 125. ღეროს განივი კბილი: კ—კანი კუტიკულით; ე—ეპიდერმისი; კკ—ქერქის პარენქიმა; ლ—ლატანი; კბ—კანბიუმი.

და გულგული თეთრ ფერს ღებულობს. ხშირად ღეროს მუხლებში გულგულში მთელი სიციცხლის მანძილზე ცოცხალია, ხოლო ზოგიერთი მცენარის მუხლათშორისებში იგი ჩაიშლება და ღეროს უჩნდება ღრუ (გოვრა).

სხვადასხვა ღეროს გულგულში შეიძლება ვიპოვოთ გამოძყოფი დიდი ზომის უჯრედები—იდიობლასტები, სარძევე მილები, სკლერეიდები, ლათნის კონები და სხვ. გულგული რადიალური სხივებით დაკავშირებულია პირველად ქერქთან. ცენტრალური ცილინდრი აგებულია გამტარი კონებისაგან. გამტარი კონები პროკაპშიუმიდან ვითარდებიან და იგი საერთოა ფოთლები-

ბა და ღეროსთვის. ფოთლებიდან კონები ღეროში გადასვლისას მიემართებიან ღეროს სივრცის გასწვრივ. ასეთი კონები საერთო კონებადაა ცნობილი, ე. ი. მოიპოვებიან ფოთლებსა და ღეროში. მარტო ერთ ორგანოში მოთავსებულ კონებს სპეციალური კონები ეწოდება. ამგვარად, კონები ორგვარია: 1) საერთო, რომელიც ერთი ორგანოდან მეორეში გადადის, და 2) სპეციალური, რომელიც მხოლოდ ერთ ორგანოშია. კონის იმ ნაწილს, რომელიც ფოთლიდან ღეროში გადადის—ფოთლის კვალად ეწოდება, ხოლო ტოტიდან ღეროში გადასულ კონის ნაწილს—ტოტის კვალს უწოდებენ. ფოთლის კვლები ღეროში გადაიან ღეროს ქერქს, ქვემოთ უერთდებიან ერთმანეთს და ქნიან სინთეზურ კონებს. ფოთლის კვლების ჩამკვიდრება



სურ. 126. ძირმწარას ღეროს სივრცეში კონები: 1—კანი კუტიკულით; 2—კოლენქიმა და ქერქის პარენქიმა; 3—მექანიკური რგოლი; 4—საცრიანი ელემენტები; 5—კამბიუმი; 6—მერქნის ელემენტები; 7—გულგული.

ღეროში, ჩვეულებრივ, მუხლის არეში ხდება. მუხლის განივი განაკვეთის ანატომიური შესწავლისას დავინახავთ, რომ ყველა მცენარის ფოთლის კვლების რიცხვი ერთი და იგივე არ არის. გამოირკვა, რომ მცენარეთა ერთ ჯგუფს მუხლში ფოთლიდან შემოსული გამტარი კონები ღეროს ცენტრალურ ცილინდრს ერთი ხერხლის მეშვეობით უკავშირდებიან. ესენი არიან ერთლაკუნიანი მცენარეები: დაფნა, ოლეანდრე, ბზა, ჭანჭყატა, ხურმა, ფშატი, სელი, ევკალიპტი, ზეთისხილი, მოცვი, ბროწეული. არის სამლაკუნ-

ნიანი მცენარეები: მუხა, წიფელი, ნეკერჩხალი, არყი, კანაფი, შინდი, გოგრა, რკინის ხე, აკაცია, ასკილი, ტირიფი, ცაცხვი, ჭინჭარი.

არის კიდევ მრავალლაკუნიაანი მცენარეები: მაგნოლია, ჭადარი, სურო, კოწახური, ბეგონია (სურ. 128).

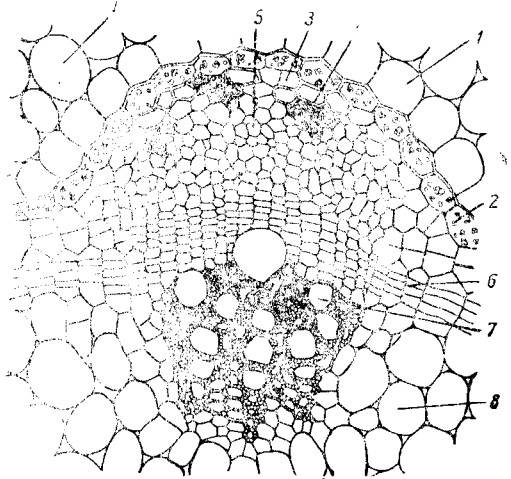
ლაკუნიაანობა ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნიშანია მცენარეთა დახასიათებისათვის (სისტემატიკისათვის).

ღეროს ცენტრალური ცილინდრის გამტარი კონები ორლებნიან მცენარეებში ერთ წყება სარტყელად არიან განლაგებული. კონათა რიცხვი დამოკიდებულია პროკამბიუმის კონათა რიცხვზე, რაც ყოველი მცენარისათვის დამახასიათებელი მაჩვენებელია. კონათა რიცხვი ღეროში გარკვეულ მომენტამდე იზრდება ფოთლის კვლების შემატებით. შემდგომში ზედა სართულის ფოთლებიდან შემოსული გამტარი კონები ღეროში არსებულ კონებს შეუერთდება და კონათა რიცხვი აღარ იზრდება. კონების შემატება და დაკლება თანაბრდება. ღეროს ქვედა სართულებში შეიძლება ცენტრალურ ცილინდრში კონათა რიცხვის შემცირებაც კი მოხდეს, სამაგიეროდ თითოეული კონის ფართობი საგრძნობლად იზრდება.

ტოტების კვლები უვითარდება დატოტიანებულ ღეროებს. ტოტების კვლები, ჩვეულებრივ, წინ უსწრებს ფოთლის კვლებს, სწრაფად დამკვიდრდება ცენტრალურ ცილინდრში ერთი ხერგლით და მათი კვალი ქრება სრულიად. ფოთლის კვალის ინდივიდუალური სახე შედარებით დიდხანს შეიმჩნევა, ზოგჯერ ორ-სამ მუხლთშორისშიაც კი შემონახულია (კურდღლის ცოცხა, სურ. 129).

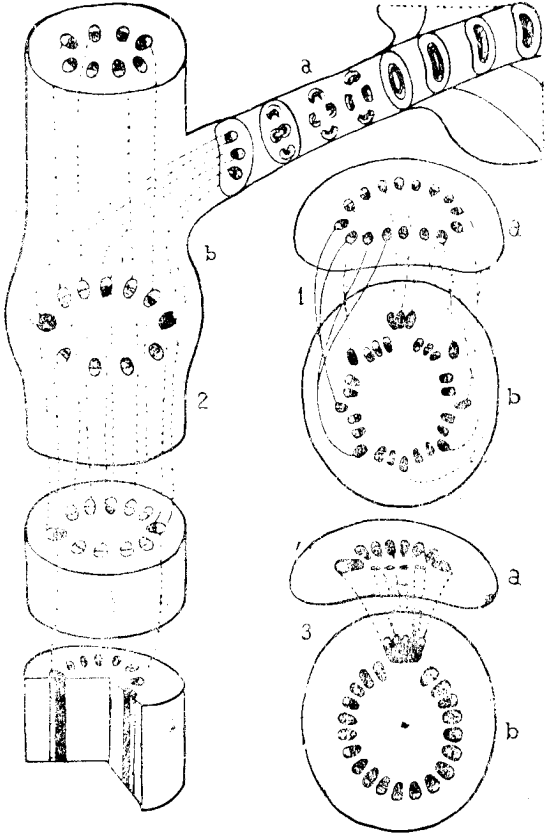
გამტარი კონა ღეროში იმდგვარად არის განლაგებული, რომ მისი ლაფნის ნაწილები პერიფერიულ სარტყელს ქმნიან, ხოლო შერქნის ღეროს ცენტრალური მიმართულება უკავია. ლაფანში არჩევენ ორ ნაწილს: სულ გარეთა შრეს, — პროკამბიუმიდან ყველაზე ადრე წარმოშობილ პროტოფლოემას, რომელიც შედგება პრიმიტიული აგებულების ანატომიური ელემენტებისაგან, და შედარებით გვიან წარმოშობილს — მეტაფლოემას (შედგება რამდენიმე რთული აგებულების ანატომიური ელემენტისაგან); ასევე შერქანშიც პროტოქსილემა და მეტაქსილემა.

როგორც პროტოფლოემა და მეტაფლოემა, ისე პროტოქსილემა და მეტაქსილემა ბალახოვან ორლებნიან მცენარეებში კარგადაა გამოხატული და შეიძლება საკმაოდ დიდხანსაც იქნეს შენარჩუნებული.



სურ. 127. აბუსალთინის (*Ricinus communis*) გამტარი კონის განვივი ჭრილი: 1—პირველი ქრქის პარენქიმა; 2—ენდოდერმა; 3—პერიციკლი; 4—პირველი სკლერენქიმა; 5—კონის ფლოემა; 6—კამბიუმი; 7—კონის ქსილემა; 8—ქსილემის პარენქიმის უჯრედები.

გამტარ კონას რამდენადმე სახეს უცვლის მერქანსა და ლათანს შორის არსებული კამბიუმი (სურ. 130), რომელიც, ერთი მხრივ, ზრდის ლათანის ელემენტებს და, მეორე მხრივ, უმატებს მერქანს. ბალახოვან მცენარეებში კამბიუმის მოქმედება არაა ხანგრძლივი და ვეგეტაციის დამთავრებამდე აღ-რევე ისპობა. ასეა, მაგალითად, რთულყვავილოვანთა მრავალ წარმონაღვენ-



სურ. 128. ლაკუნიაანობა ღეროს ნუსხლში:
 1—მრავალლაკუნიაანობა, a—ფოთლის ყუნწი, b—მუხლი; 2—სამლაკუნიაანობა, a—ფოთლის ყუნწი, b—მუხლი; 3—ერთლაკუნიაანობა (ნ. ანელის).

ელში. ღია კონა ფაქტიურად გადაიქცევა დახურულ კონად. გამტარი კონები არ არიან მჭიდროდ განლაგებული, მათ შორის რჩება ძირითადი ქსოვილისაგან შემდგარი არე, რომელსაც რადიალურ ან გულგულის სხივებს უწოდებენ. გამტარი კონების სარტყელის შივნიით მდებარე ძირითადი ქსოვილი ქმნის გულგულს, ხოლო გარეთა—პირველად ქერქს. ამრიგად, ქერქი შედგება ორი ნაწილისაგან: პირველადი ქერქისა და მეორეადი ქერქისაგან (ლათანისაგან). ქერქს მერქნიდან სახლგრავს კამბიუმი.

ზოგიერთი ბალახოვანი მცენარის ქერქი მდიდარია სამრეწველო მნიშვნელობის ბოჭკოებით. გაუხეხებელ ან ნაკლებად გახეხებულ ბოჭკოებს ძვირფასი ქსოვილების, ტილოების, ძაფის, კანათის დასამზადებლად (რამი, სელი, კანაფი, ქენდირი) იყენებენ. გახეხებულგარსიან ბოჭკოებს უხეში ქსოვილების, ტომრების,

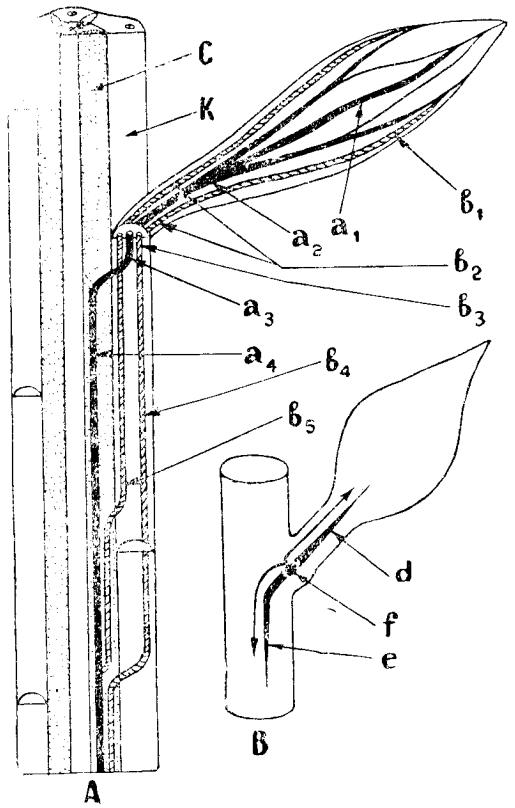
თოკების დასამზადებლად (ჯუტი, კანაფი, ღრაცენა) იყენებენ. ბოჭკოები შეიძლება იყოს ორგვარი წარმოშობის—პერიციკლოვანი და კამბიუმოვანი. პერიციკლოვანი ბოჭკოები ხშირად ცელულოზოვანია. მერქანშიაც შეიძლება იყოს ბოჭკოები, რომლებიც შედარებით (ლათანის ბოჭკოებთან) მოკლენი და ყოველთვის გახეხებული არიან. მათი გამოყენება შეიძლება ქალაქის წარმოებაში. მერქნიან ორლებნიან მცენარეთა ღეროს აგებულება. მერქნიანი ორლებნიანი მცენარეები მრავალწლოვანები არიან, რასაც სრულიად ახალი თავისებურებები შეაქვს ღეროს შინაგან აგებულებაში. განვიხილოთ ტოტი. ერთ-

წლიანი ტოტის აგებულებაში, განსაკუთრებით მისი შუა ნაწილიდან ზევით ენახულობთ ერთწლოვან ბალახოვან მცენარეთა ღეროს ტიპის აგებულებას. იქ თუ კამბიუმის მოქმედებას ჰქონდა მოკლედროული—ეფემური ხასიათი, აქ პირიქით, კამბიუმი მძლავრმოქმედი ფაქტორია, რაც ძირფესვიანად ცვლის ღეროს სტრუქტურულ აგებულებას და მასში შეაქვს მრავალი ახალი წარმონაქმნი. აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ პროტოფლოემა, მეტაფლოემა, პროტოქსილემა და მეტაქსილემა შეიძლება რამდენიმე ხანს კიდევ იყოს შემორჩენილი ორ-სამ წლიან ტოტში, მაგრამ შემდეგში ისინი თანდათან იშლებიან, განიცდიან ობლიტერაციას და მცენარის სასიცოცხლო პროცესში აღდგენილ ფლოემას როლს აღარ ასრულებენ; ამრიგად, მრავალწლოვანი მერქნიანი მცენარის ნორჩი ტოტის აგებულებას აღარ შევვებით და განვიხილავთ კამბიუმის მოქმედებით მიღებულ სტრუქტურათა თავისებურებებს.

კამბიუმის უჯრედები ვიწრო პრიზმული, ოთხწახანაგოვანი ფორმის უჯრედებია. ამ უჯრედების სიგრძე დიდად აღემატება სიგანეს. საშუალოდ სიგრძე 0,6 მმ-ს (ერთლებნიანებში) და 3,6 მმ-ს (შიშველთესლოვანებში) უდრის. კამბიუმის უჯრედს ერთი ცენტრალური ბირთვი აქვს. დაყოფა მიმდინარეობს ტანგენტალური მიმართულებით; კამბიუმის უჯრედებიდან ხშირად დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება ქსილემა თავისი მრავალფეროვანი ელემენტებით. ამიტომ ღეროს დიდი ნაწილი, ძირითადად, შედგება ქსილემისაგან, ხოლო ფლოემა შედარებით ნაკლები რაოდენობით წარმოიშობა. ამიტომ ღეროს პერიფერიუმში ფლოემის ვიწრო ზოლია გამოსახული და მთელი ცენტრალური ნაწილი უჭირავს ქსილემას (სურ. 131).

კამბიუმი ღეროს შიგნით ქმნის მეორად მერქანს—მეორადი რადიალური სხივებით, ხოლო გარეთ, ღეროს პერიფერიისაკენ ქმნის მეორად ქერქს—იგივე ლაფანს—მეორადი რადიალური სხივებით.

მერქნის შემადგენელი ჰისტოლოგიური ელემენტებისათვის დამახასიათე-

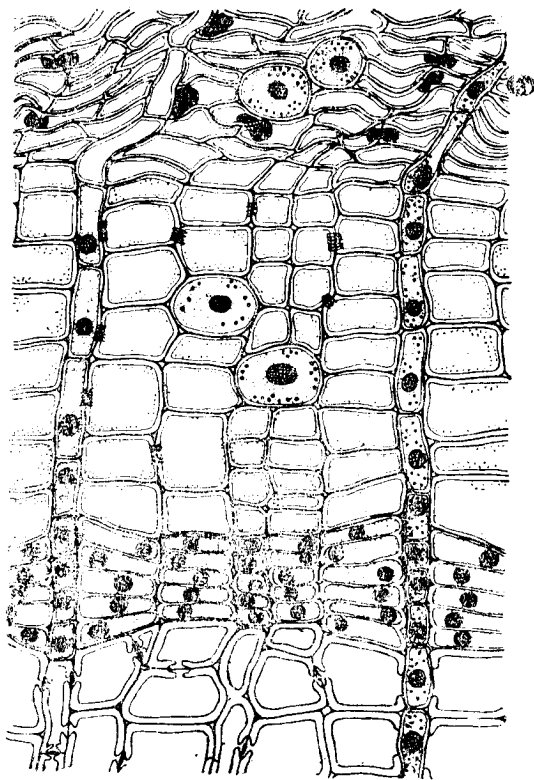


სურ. 129. ფოთლისა და ღეროს დამაკავშირებელი გამტარი კონები კურდღლის ცოცხაში. k—ქერქი; a₁h₁—ფოთლის ძარღვები, c—ღეროს ცენტრალური ცილინდრი; a₃b₃—მუხლის რაიონი; h₄b₄—გამტარი კონების განლაგება ქერქში; a₅—ფოთოლთან დამაკავშირებელი გამტარი კონა ცენტრალურ ცილინდრში; d—ფოთლისა და c—ღეროს გამტარი სისტემის წარმოშობის ცენტრი; f—მუხლში (ნახ. ნ. ანელის).

ბელია გახევება. გახევების მოვლენა ხელს არ უშლის მერქნის ზოგიერთი ქსოვილის უჯრედების პროტოპლასტი ცოცხალი დარჩეს და, ამასთან ერთად, უჯრედის სიცოცხლეც შენარჩუნებული იყოს.

მერქნის ძირითადი ქსოვილი წარმოდგენილია მერქნის პარენქიმიითა და რადიალური სხივებით. მერქნის პარენქიმის უჯრედებიც წარმოიქმნება კამბიუმის შვილეული უჯრედების დაყოფის შედეგად.

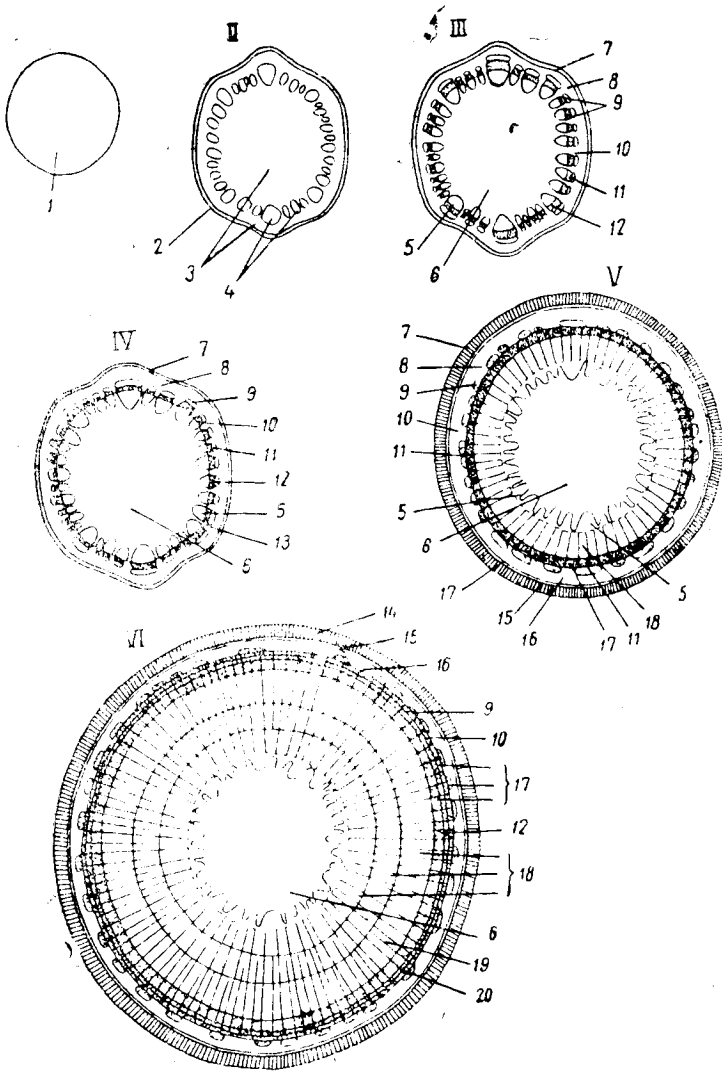
ამ უჯრედებში, მეტწილად ზამთარში, გროვდება სამარავო ნივთიერებები ცხიმოვანი ზეთის ან სახამებლის სახით. მეორადი მერქნის რადიალური სხივები შედგებიან დიდი ზომის პარენქიმული გახევებული გარსიანი უჯრედებისაგან. მათ ახასიათებთ უჯრედშორისი სავალები და ამ სავალებით მყარდება აირმიმოცვლა გარემოსთან. პირველადი რადიალური სხივები, პირველადი ქერქიდან დაწყებული, გაჭიმულია (კენტრამდე — გულგულამდე, ხოლო მეორადი სხივები წყვეტილად ან მოელ სიგრძეზე მოთავსებულია მხოლოდ მეორად მერქანსა და ლაფანში და ცენტრამდე ვერ აღწევენ. ამ სხივების ძირითადი ფუნქციაა წყლისა და ორგანული ნივთიერებების გატარება რადიალური მიმართულებით — ჰორიზონტალურ სიბრტყეში.



სურ. 130. ფიჭვის ქსილემის, ფლოემისა და კამბიუმის კრილი.

ფორმის შესახებ, რომლის ვიწრო პროზენქიმული ბოლოებით წაწვეტებული უჯრედები სქელგარსიანი და გახევებულია. გვხვდება აგრეთვე ტიარებიანი ლიბრიფორმიც. მერქანში ლიბრიფორმს, სხვა ქსოვილებთან ერთად, დიდი ადგილი უჭირავს, განსაკუთრებით, ხემცენარეებში და მათ ღეროებს აძლევს სიმტკიცეს. გამტარი ულემენტები მერქანში წარმოდგენილია ჭურჭლებით და ტრაქეიდებით. წიწვოვნების მერქანში არ არის ლიბრიფორმი და არც ჭურჭლები. მათ მაგიერ ტრაქეიდები ვითარდება. იგი ემსახურება გატარებას და მექანიკურ ღანძნულებასაც ასრულებს. კამბიალური რგოლის პერიოდულად არაერთგვარი მოქმედების შედეგად მეორად მერქანში წარმოიქმნება წლიური რგოლები (შრეები). თითოეული წლიური რგოლი შედგება ადრეული და გვიანი მერქნისაგან (სურ. 132). ადრეულ მერქანში წარმოდგე-

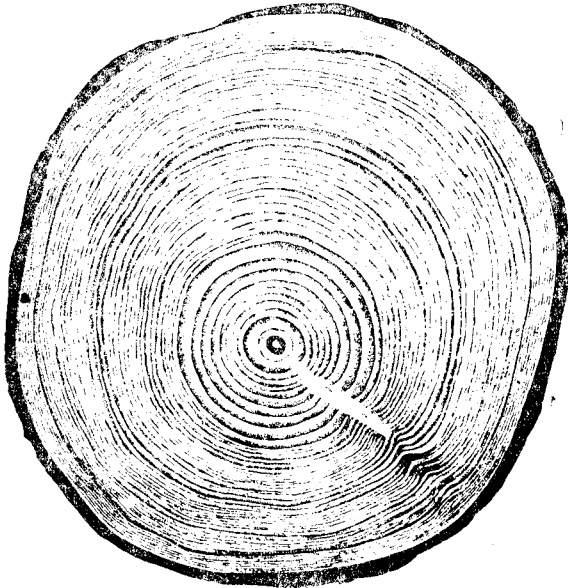
წილია დიდი ზომის თხელგარსიანი ჭურჭლები და სხვა ელემენტები (სურ. 133). გვიანა მერქანში ჭურჭლები მცირე რაოდენობითაა ან სრულიად არაა,



სურ. 131. ანწლის ღეროს განვითარების სქემა (პირველადი და მეორეული აგებულება): 1—პრომერისტემა; 2—ტუნია; 3—კორპუსი; 4—პროკამბიუმი; 5—პირველადი ქსილემა; 6—გულგული; 7—კანი; 8—ქერქი; 9—პირველადი სკლერენქიმა; 10—პარენქიმა; 11—პირველადი ფლოემა; 12—კამბიუმის კონის ნაწილი; 13—კონათაშორის კამბიუმის ნაწილი; 14—კორპი; 15—კორპის კამბიუმი; 16—ფელოდერმა; 17—მეორეული ფლოემა; 18—მეორეული ქსილემა; 19—გულგულის სხივის ქსილემური ნაწილი; 20—გულგულის სხივის ფლოემური ნაწილი; I—II—III—IV—V—VI—ღეროს თანდათანობითი განვითარების ფაზები.

განვითარებულია სქელგარსიანი ვიწრო გაბარიტის ელემენტები. ხშირად ამ წლიური რგოლებით არკვევენ ღეროს ასაკს, ვინაიდან თითოეული რგოლი

ერთი წლისაა. წლიური რგოლების გამოთვლით დადგინდა, რომ, მაგალითად, სექვოია ცოცხლობს 5000 წლამდე. უთხოვარი—3000, წაბლა—2000, მუხა—1200, ცაცხვი—1000, წიფელი—900, ფიჭვი—500, კაკალი—400, ვაშლი—200



სურ. 132. წლიური რგოლები ნაძვის განივჭრილზე.

წლამდე და სხვ. სხვადასხვა მიზეზის გამო შეიძლება ერთ წელს წარმოიქმნას რამდენიმე რგოლი, რომელთაც სეზონური რგოლები ეწოდება. ხნოვანობასთან დაკავშირებით ზოგი მცენარის მერქანი განიცდის ღრმა ცვლილებებს. მისი დიდი ნაწილი კვდება და გატარების უნარს კარგავს. ასეთი მერქნის ცოცხალ და მოქმედ ნაწილს ცილა ეწოდება; მას ღია ფერი აქვს. მკვდარ ნაწილს შეადგენს მერქნის გული, რომელიც მუქი შეფერილობისაა.

ხემცენარეების ღეროს ლაფანში, გამტარი ქსოვილის გარდა, მოცემულია ლაფნის პარენქიმა, კამბიფორ-

მი (პროზენქიმა) და რადიალური სხივები. ყველა მათ ცელულოზოვანი ვარსი აქვთ. ლაფნის პარენქიმის უჯრედებში ხშირად მოიპოვება მთრიმლავი ნივთიერებანი—კაუჩუკი, ალკალოიდები, გლუკოზიდები, საპონინები, ეთეროვანი ზეთები და სხვ.

ლაფანში კამბიფორმი იგივე დანიშნულებისაა, როგორისაც ლაფნის პარენქიმა—განსხვავება არის ფორმაში, იგი პროზენქიმულია. რადიალური სხივები მეორად ქერქში ლაფნის უბნებს შორის თავსდება. მექანიკური ქსოვილებადან აქ ლაფნის ბოჭკოებია. გამტარი ელემენტებიდან გვხვდება საცრიანი მილები თანამგზავრი უჯრედებით, ზოგიერთი მცენარის ქერქი სარძევე მილსაც შეიცავს. იასამნის ყლორტში, ბოჭკოების ზოლთა რიცხვი შეესაბამება მერქნის რგოლთა რაოდენობას. ეს შეთანაწყობა შემჩნეულია 20 წლამდე.

ზოგჯერ ხემცენარის ღეროზე ერთსართულიანი პერიდერმის ნაცვლად წარმოიქმნება მრავალსართულიანი პერიდერმა ძირითადი ქსოვილის მორიგეობით, რასაც ფუტი (ქერქქვინა) ეწოდება (სურ. 134). ფუტი ღეროს მკვდარი ნაწილია, რომლის შემადგენლობაში შეიძლება შედიოდეს ღეროს სხვადასხვა ქსოვილი: ძირითადი, გაქვავებული უჯრედები, კორპი. ფუტი შეიძლება დასკდეს და მოსცილდეს ხეს პერიოდულად (ჭადარი, ეკალიპტი), მაგრამ პირველადი ქერქის ძირითადი ქსოვილიდან ხელახლა ფელოგენი წარმოიშობა. უკანასკნელიდან კი წარმოიქმნება ახალი პერიდერმა. პერიდერმის ასეთი წარმოქმნა შეიძლება მრავალჯერ მოხდეს.

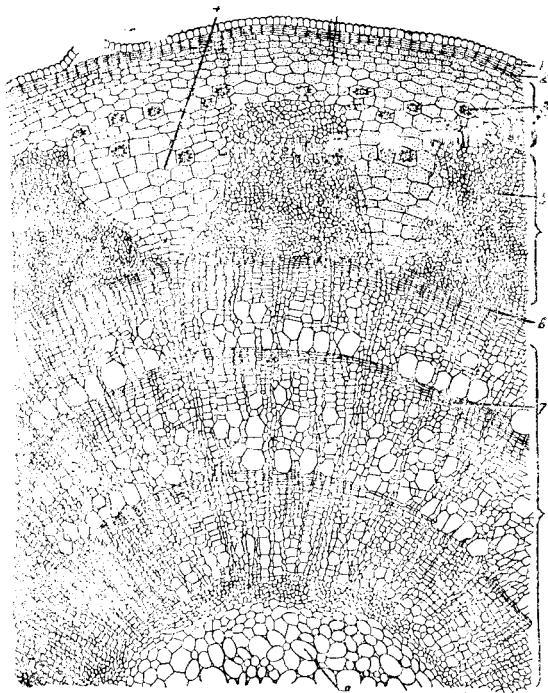
ფუტს, ისევე როგორც პერიდერმას, მცველის როლი ენიჭება. იგი იცავს

მის ქვეშ განლაგებულ ქსოვილებს სხვადასხვა უარყოფითი ფაქტორის მოქმედებისაგან. ხშირად კანის კვდომის შემდეგ ბაგეების სანაცვლოდ ღეროს ზედაპირზე ვითარდებიან მექეჭები.

ერთლებნიან მცენარეთა ღეროს აგებულება. ერთლებნიანების ღეროს აგებულება მეტად თავისებურია. ერთლებნიანებიდან სიმინდის ღერო შედარებით ტიპურია (სურ. 135). განსხვავებული აგებულებით ხასიათდებიან სხვა დანარჩენი მარცვლოვნები და ერთლებნიანი ხემცენარეების წარმომადგენლები.

სიმინდის ღერო (ჩალა) შედგება მუხლთშორისებისა და მუხლებისაგან; მუხლებში ხალთიანი ფოთლებია. ღერო კანითაა დაფარული, კანი კი დაფარულია კუტიკულით. კანში მოთავსებულია ბაგეები, თუმცა ნაკლები რაოდენობით, ვიდრე ფოთლებში. კანის ქვეშ განლაგებულია მექანიკური ქსოვილი—სტერეიდები; ისინი გარშემო ერტყვიან ღეროს.

მექანიკური ქსოვილის რგოლის შიგნით ძირითადი ქსოვილია; მისი უჯრედები ღეროს პერიფერიულ ნაწილში პატარა ზომისაა, პატარა უჯრედშორისებით, ღეროს ცენტრისაკენ თანდათანობით მატულობენ, ხდებიან დიდი ზომისა და აქვთ დიდი უჯრედშორისები. ძირითად ქსოვილში დიდი რაოდენობით გაბნეულია ოვალური ფორმის (განივი ტრილზე) გამტარი კონები.



სურ. 133. ცაცხვის (*Tilia*) სამწლიანი ტოტის განივი ტრილი: 1—ეპიდერმისი; 2—კორპი; 3—პირველი ქერქი; 4—გულგულის სხივი; 5—ლაფანი (მეორეული ქერქი); 6—კამბიუმი; 7—მეჩქანი სამწლიანი რგოლით; 8—გულგული.

კოლატერალური ტიპის კონები დახურულია და თითოეული კონა შედგება: ქსილემისაგან, რომელიც ღეროს ცენტრისაკენ მდებარეობს და ღეროს პერიფერიისაკენ მდებარე ფლოემისაგან. მის ქსილემურ ნაწილში მკვეთრად გამოიყოფა ორი დიდი წერტილოვანი ტურჭელი. ამ ორი წერტილოვანი ტურჭლის ქვემოთ განლაგებულია კიდევ ორი ტურჭელი—ჯერ სპირალური, ხოლო მის ქვემოთ—რგოლური. ამ ორი ტურჭლის ქვემოთ მოთავსებულია საპაერო ღრუ, რომელიც კონებს გასწვრივ გასდევს (სურ. 136).

კონის ფლოემური ნაწილი შედგება საცრიანი მილებისაგან, თანამგზავრი უჯრედებისაგან და პარენქიმისაგან. კონების ირგვლივ მექანიკური ქსოვილია.

დახურული გამტარი კონები ღეროში გაფანტულია ისე, რომ ცენტრში დიდი ზომის კონებია, ხოლო პერიფერიისაკენ — დიდი რაოდენობის პატარა-ზომის კონები ერთმანეთთან ახლო-ახლოა განლაგებული (სურ. 137).



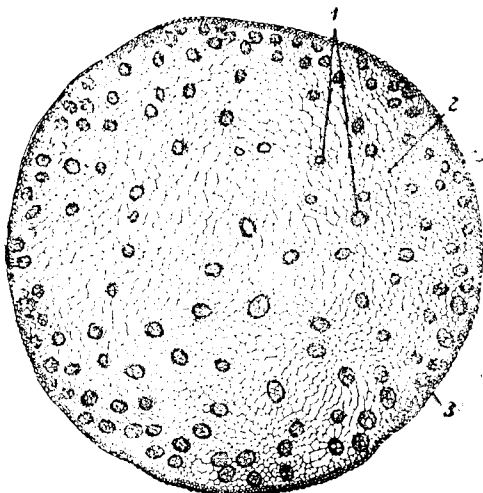
სურ. 134. ფუტი მუხის ღეროზე.

გან. ხორბლის ღეროში კონები თითქმის რგოლურად არიან განლაგებული და ისიც მეტწილად პერიფერიისაკენ. ხორბლის ღეროს ცენტრში ძირითადი ქსოვილი იშლება ღეროს ზრდის დროს და ამიტომ მისი ღერო ღრუიანი ხდება. ღეროს ცენტრალური ღრუ სიმინდში არ მოიპოვება. ხორბლის ღეროს (განივჭრილზე) გარედან ფარავს კანი ბაგეებით. კანის ქვეშ მდებარეობს მექანიკური ქსოვილი — სტერეიდები ფართო რგოლის სახით. სტერეიდების სქელგარსიან უჯრედებს შორის მოთავსებულია ქლოროფილით ამოვსებული თხელგარსიანი უჯრედებისაგან შემდგარი პარენქიმა — ქლორენქიმა.

ცენტრისაკენ მდებარეობს დიდი ზომის მრავალკუთხა, გახევებული უჯრედებისაგან შემდგარი ძირითადი პარენქიმა, რომელშიც გაფანტულია გამტარი დახურული კონები. ეს კოლატერალური კონები

ღეროში კონების განლაგება პალმისებურია (სიგრძივი კრილი). ეს ისეთი განლაგებაა, როდესაც თითოეული ფოთლიდან ღეროში გადადის დიდი რაოდენობით კონები; ღეროში გადასვლის დროს კონები ჯერ მიემართებიან ცენტრისაკენ და შემდეგ უახლოვდებიან პერიფერიას და უერთდებიან განლაგებულ კონებს. რადგანაც სიმინდის ღეროს დახურულ კოლატერალურ კონებს კამბიუმი არა აქვთ, ამიტომ მათი ღერო გამსხვილების უნარს მოკლებულია.

მარცვლოვნების სხვა წარმომადგენლების, მაგ., ხორბლის ღეროს აგებულება რამდენადმე განსხვავდება სიმინდის ღეროსა-



სურ. 135. სიმინდის ღეროს აგებულება: 1 — გამტარი კონები; 2 — ძირითადი ქსოვილი; 3 — ეპიდერმისი.

ორგვარია: დიდი და პატარა ზომის. აქედან დიდი კონები პატარა კონებს შორიგეობენ. კოლატერალური ტიპის კონები დახურულია. კონა შედგება ცენტრისკენ მდებარე ქსილემისაგან და გარეთა ფლოემისაგან. ქსილემურ ნაწილში ორი დიდი წერტილოვანი ჭურჭელია, ხოლო ამ ორი ჭურჭლის ქვემოთ სპირალური ჭურჭელია, მის ქვემოთ კი—რგოლური. ისე როგორც სიმინდის შემთხვევაში, მარცვლოვნებს და, მათ შორის, ხორბლის ღეროსაც, არ ახასიათებს გამსხვილება, ვინაიდან მათ გამტარ კონებს არ გააჩნიათ კამბიუმი.

თავისებური აგებულებისა არიან ხისმაგვარი ერთლებნიანი მცენარეების (დრაცენა, ალოე, იუკა) ღეროები, რომელთაც ახასიათებთ მეორადი გამსხვილება გამსხვილების რგოლის მონაწილეობით (სურ. 138).

გამსხვილების რგოლი წარმოიქმნება ძირითადი ქსოვილის გარეთა ნაწილში. მის შიგნით კი დახურული კოლატერალური კონებია გაფანტული. გამსხვილების რგოლიდან ახალ-ახალი კონებისა და, მათ შორის, ძირითადი ქსოვილის წარმოშობის შედეგად, ამ მცენარეების ღერო მსხვილდება.

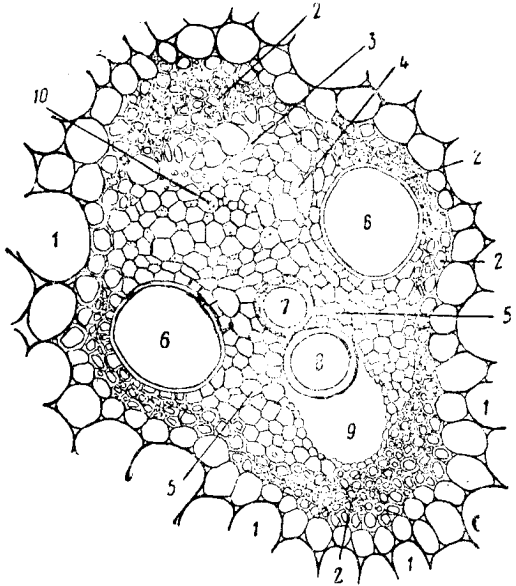
მათი კონები ორგვარია: ცენტრალურ ნაწილში შოთავსებულია პროკამბიუმისაგან წარმოშობილი პირველადი კონები, პერიფერიულ ნაწილში კი გამსხვილების რგოლიდან მეორადი კონებია წარმოშობილი.

პირველადი კონები კოლატერალურია, მეორადი—კონცენტრიული.

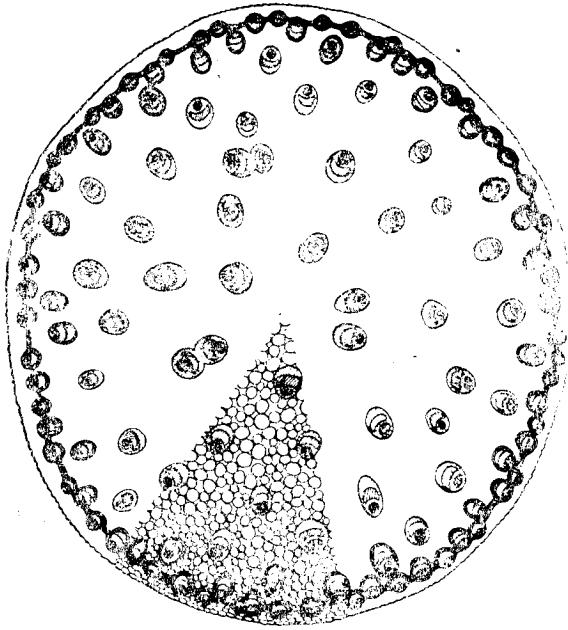
მეორად კონებში ფლოემა განლაგებულია შიგნით, ქსილემა კი მას ირგვლივ აკრავს. პირველად კონებში ქსილემა ჭურჭლებითაა წარმოდგენილი, მეორადში—ტრაქეიდებით.

ალსანიშნავია პალმების ღეროს გამსხვილება, რომელიც ძირითადად, პარენქიმის უჯრედების ზრდის ხარჯზე ხდება.

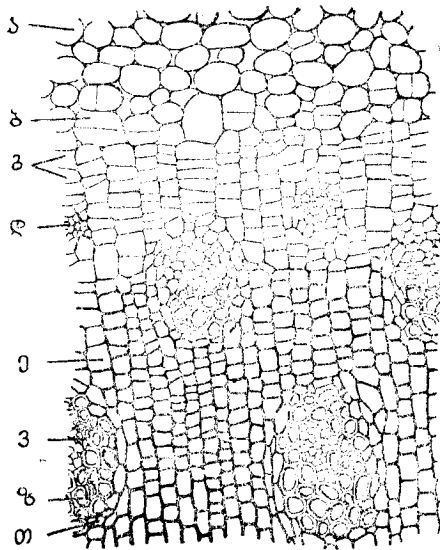
წიწვოვან მცენარეთა ღეროს აგებულება. წიწვოვან მცენარეთა ღერო ორლებნიანი მცენარეებასაგან განსხვავებულია გაცილებით მარტივი აგებულებით. ახალგაზრდა ყლორტი გარედან ისევეა დაფარული ეპიდერმისით, მას მოსდევს პერიდერმა, პირველადი ქერქი და ლაფანი. პირველად ქერქსა და



სურ. 136. სიმინდის ღეროს დახურული კონის განივი ჭრილი: 1—თხელგარსიანი ძირითადი პარენქიმა კონის გარშემო; 2—სკლერენქიმის ბუდე; 3—პროტოფლოემის უმოქმედო ნაწილი; 4—ფლოემა; 5—ქსილემის პარენქიმა; 6—დაწვრილი კურჭლები; 7—რგოლური კურჭელი; 8—სპირალური კურჭელი; 9—საჰაერო ღრუ; 10—საცარიანი ფირფიტა.

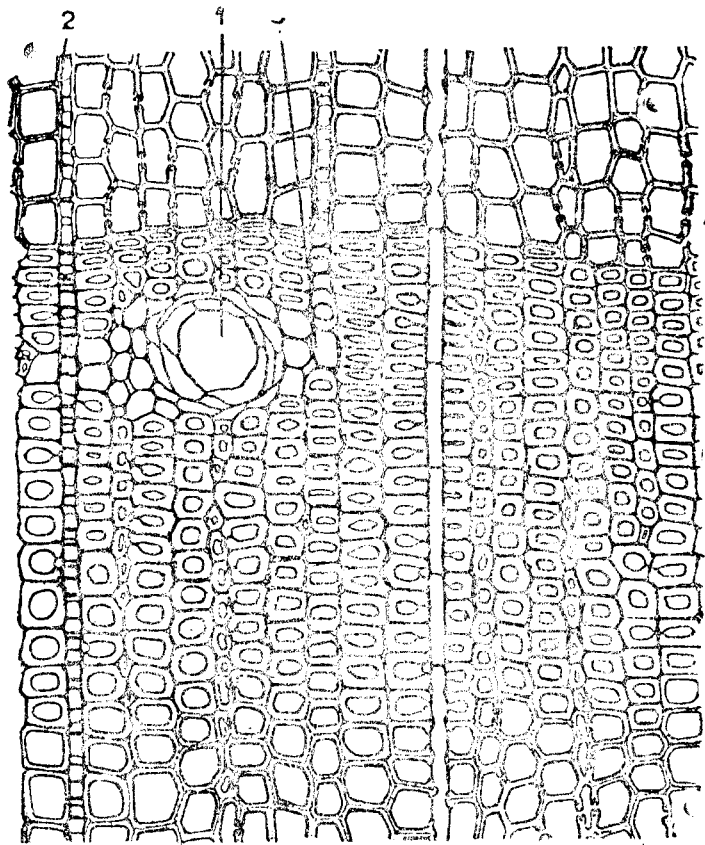


სურ. 137. გამტარი კონების განლაგება სტრატის ღეროში განივ განაკერზე (ნ. ანელ-ს).



სურ. 138. ღრაცენის ღეროს ნაწილის განივი კრილი:
 ა—ქერქის პარენქიმა; ბ, ვ—წარმომშობი ქსოვილის
 ზონა; დ—კონების წარმოქმნა; ე—გასეცხული პარენ-
 ქიმა; ე—კონის ბოქო; ზ—ტრაქეიდები; თ—კონის სა-
 ცრიანი ნაწილი.

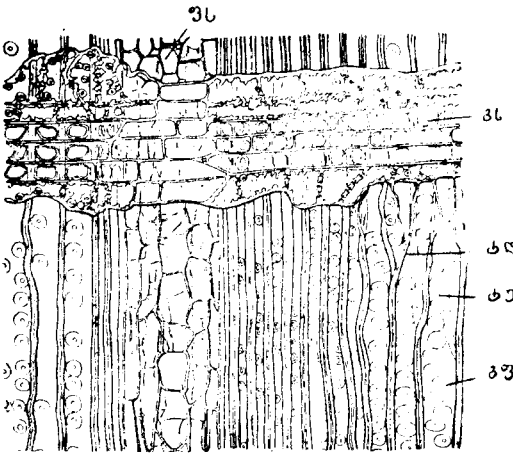
ლაფანს შორის დიფერენცირება ძალიან სუსტად ან სრულიად არა ჩანს. თვით ლაფანშიაც უმეტესად თანაბარი მარტივი აგებულების სურათია: რადიალურად განლაგებული ლაფანის ელემენტები, ქერქს მოსდევს კამბიუმის ვიწრო ზოლი, რომელიც მის შიგნით მთლიანად რადიალურად დალაგებული ტრაქეიდებისაგან არის შედგენილი. არც ერთი ტიპის ჭურჭელი ლიბრიფორ-



სურ. 139. ფიქვის მერქნის განივი კრილი:
 1—ფისის სავალი; 2—რადიალური სხივი;
 3—მეორეული სხივის ბოლო.

მი არაა. ალაგ-ალაგ შეიძლება ვნახოთ მერქნის პარენქიმისაგან შედგენილი ღრუ, რომელშიაც ჩვეულებრივი ფისია. იგი მერქნის პარენქიმისაგან გამომუშავდება. ცოცხალი ელემენტებიდან მერქანში განლაგებულია რადიალური სხივები; მათი ნაწილი აღწევს გულგულამდე. წლიური შრეები გამოხატულია ტრაქეიდების არათანაბარი სიდიდით და გარსის გასქელებით. ადრეულა მერქანი შედგება თხელგარსიანი და დიდი ზომის ტრაქეიდებისაგან. გვიანა მერქანი კი, პირიქით, შედგება თხელგარსიანი და პატარა ზომის ტრაქეიდებისაგან (სურ. 139). ვინაიდან მერქნის აგებულება განივ განაჭერში მარტივ სურათს იძლევა, ამიტომ სხვადასხვა სახეობების გამოსაცნობად საჭირო ხდება მერქნის ელემენტების შესწავლა სამ სიბრტყეში: განივ, სივრცე რადიალურ

(სურ. 140) და სიგრძივ ტანგენტალურ სიბრტყეში (სურ. 141). აქ განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა რადიალური სხივების აგებულებას, ტრაქეიდების გარემოიან ფორებს.



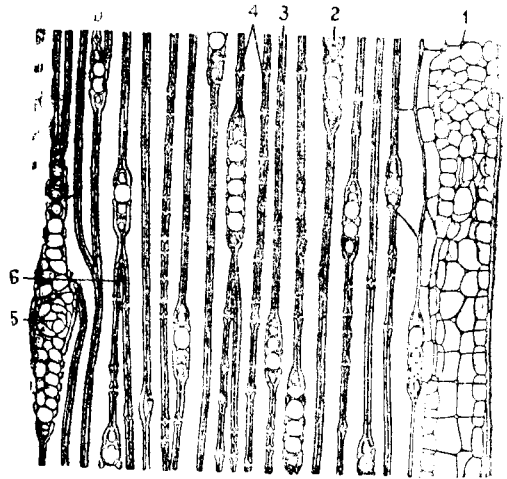
სურ. 140. ფიჭვის მერქნის სიგრძივი კრილი: ფს—ფისის სავალი; ტდ—ტრაქეიდების დაბოლოებანი; ფგ—გარემოიანი ფორები; ტუ—ტრაქეიდის უჯრედები; გს—გულგულის სხივების სახამებლოვანი უჯრედები.

საერთოდ მერქნიანი მცენარეების (ფარულთესლოვანი და წიწვოვანი) მერქნის გამოცნობა შეიძლება მერქნის სამივე სიბრტყიდან ანათლების მომზადებით და მისი ანატომიური ელემენტების ანალიზით, რისთვისაც არსებობს სათანადო სარკვევები, ცხრილები, მიკროფოტოგრაფიები და სიფრიფანა ნიმუშები.

ორლებნიან მცენარეთა ღეროს ჩამოყალიბების მსვლელობის დახასიათებისას განხილული იყო ისეთი შემთხვევა, როდესაც ღეროს ზრდის კონტის კორპუსში

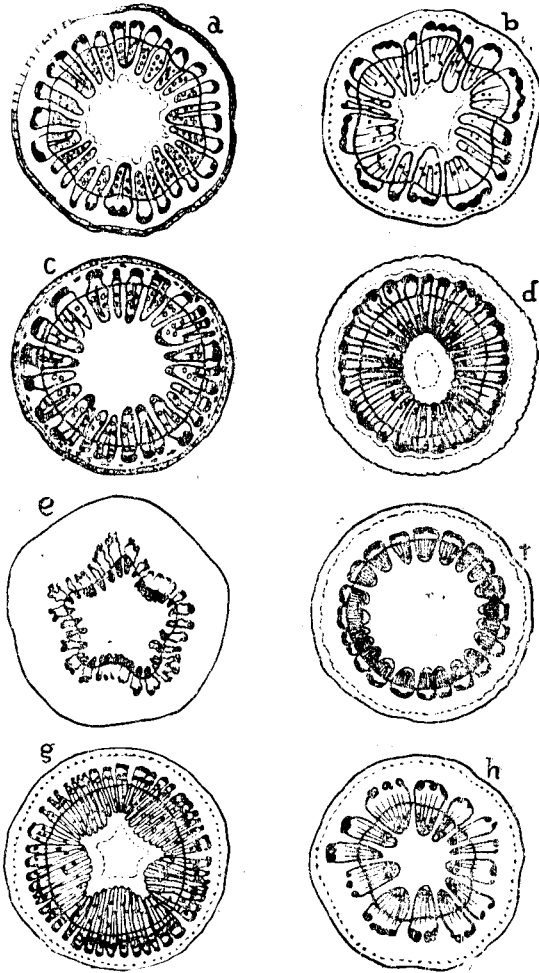
პროკამბიუმი ჩაისახება წრიულად დალაგებული კუნძულების სახით, რომელთაგან წარმოიქმნება გამტარი კონები. მართალია, გამტარი სისტემის კონობრვი სახით ჩამოყალიბება ახასიათებს როგორც მთელ რიგ მერქნიან, მაგალითად: მაგნოლიას (სურ. 142), ლირიოდენდრონს, ჭადარს, წიფელს, ისე ბალახოვან მცენარეებს, სახელდობრ, ბაიას, ფრინტას, მინდვრის გვირილას, მაგრამ არიან ისეთი მცენარეებიც, რომლებშიც ზრდის კონუსში პროკამბიუმი ყალიბდება მთლიანი უწყვეტი რგოლის სახით (სურ. 143). მთლიანი პროკამბიუმიდან შესაბამისად წარმოიქმნება მთლიანი ლაფანი, უწყვეტი მერქანი და კამბიუმი. ასეთ შემთხვევაში ღეროში კონობრივი აგებულება არსადაა აღნიშნული.

მერქნიანი მცენარეებიდან უკონო აგებულების ლაფანი და მერქანი აქვთ: რკინის ხე, ჩაის, ევკალიპტს, ბროწეულს, ფშატს, მოცვს, ხურმას და სხვ. ბალახოვა-



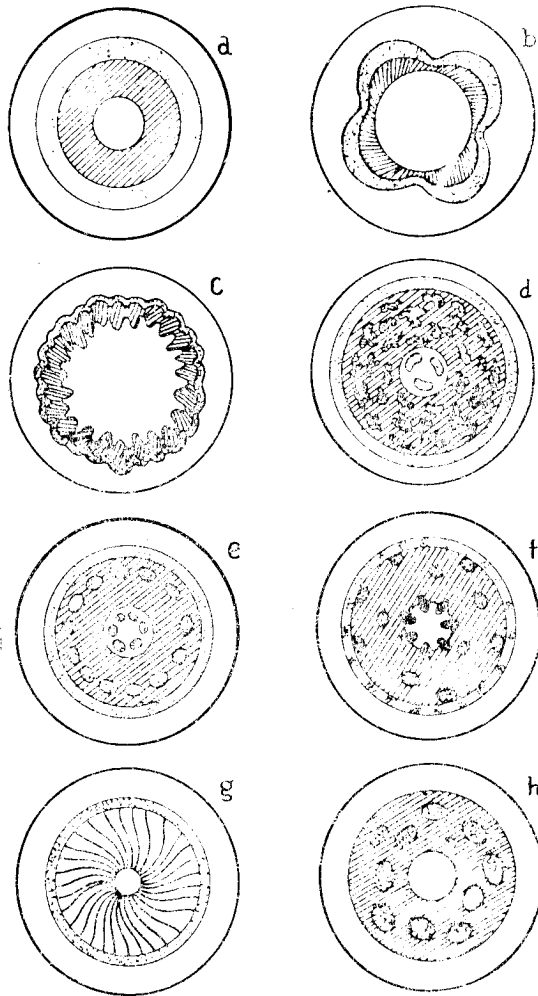
სურ. 141. ფიჭვის მერქნის სიგრძივი კრილი: 1—ფისის სავალი; 2—გულგულის სხივი; 3—შუალური ფირფიტა; 4—გარემოიანი ფორები; 5—ტრაქეიდების დაბოლოებანი; 6—ფისის სავალი გულგულის სხივში.

ნი მცენარეებიდან ტუჩოსანთა ოჯახის მრავალ წარმომადგენელს (როზმარი-
ნუსს, პერილას, მინდვრის ნემსას, კრაზანას, ნაღველას, მიხაკს და სხვ.), წი-
წვოვანებიდან ფიჭვს, ნაძვს, სოჭს და სხვ.



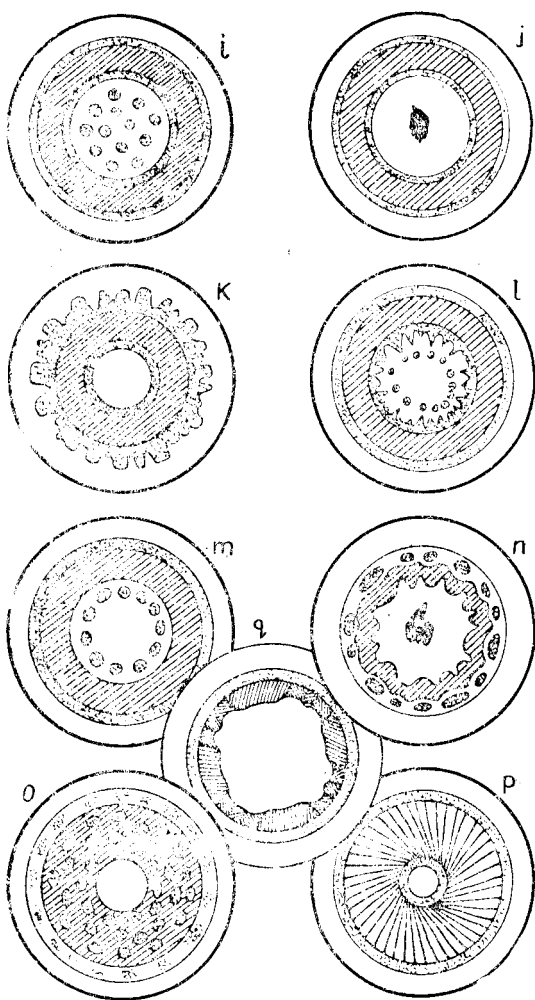
სურ. 142. ერთწლიანი ყლორტის მუხლთ-
შორისის აგებულება განივ განაკერზე
(ნ. ანელის): ა—კადარი, ხ—მუხა, ც—მაგ-
ნოლია, დ—დაფნა, ე—ვერხვი, ი—ტროქო-
დენდრონი, გ—კარია, ჰ—კრიკინა.

ამრიგად, აღწერილი იყო, ძირითადად, ხუთი ჯგუფის მცენარეების ღე-
როს შინაგანი აგებულება. სინამდვილეში ღეროს ცენტრალური ცილინდრი-
სხვადასხვა მცენარეში მრავალსახოვანი არქიტექტურული სურათოვნებით ხა-
სიათდება და მრავალი ტიპითაა წარმოდგენილი (სურ. 144).



სურ. 143. ახალგაზრდა ყლორტის მუხლო-
 შორის აგებულება განივ განაწილზე (ნ. ანელის).
 სხვადასხვა ტიპის ღვრები. ორლებნიანი
 მცენარეები. დაწვრილული ადგილები—
 ლაფანი, შტრიხები—მერქანი.

ანავე დროს ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ შინაგანი სტრუქტურა გეოგრაფიულ-ეკოლოგიური პირობების ძლიერი ცვალებადობის გამო განიცდის ძლიერ ვარიაციებს. სპეციფიკური და მეტად თავისებური შინაგანი აგებულება ახასიათებს ლიანებს, სუკულენტებს, ეპიფიტებს, პარაზიტებს, წყლის, უდაბნოა, ბიკოპებისა და სხვა ადგილების მცენარეებს. ყველა მათგანში შეიძლება ვნახოთ ორლებნიან თუ ერთლებნიან მცენარეთა შინაგანი აგებულების ზოგადი ელემენტები, ამავე დროს მათში შეიმჩნევა მხოლოდ მათთვის დამახასიათებელ ნიშანთა მთელი კომპლექსი.



სურ. 144. ახალგაზრდა ყლორტის მუხლთშორისის აგებულება განივ განაწერზე. სხვადასხვა ტიპის ღეროები. ორლენიანი მცენარეები. დაწერტილული ადგილები. ლაფანი, შტრიხები—მერქანი (ნ. ანელის).

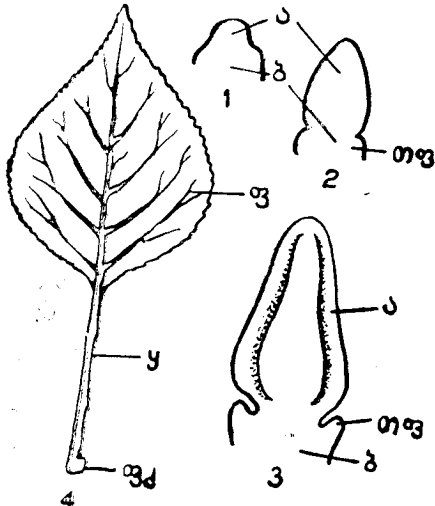
ფოთოლი

ფოთოლი მცენარის ის ძირითადი ორგანოა, რომელიც ღეროზე გარკვეული წესით არის განლაგებული; ფესვზე იგი სულ არ ვითარდება. ფოთოლი ყველა უმაღლესი მცენარის დამახასიათებელი ორგანოა, რომლის ძირითადი ფუნქციებია ფოტოსინთეზისა და ტრანსპირაციის პროცესი. მცენარის სხვა ნაწილებთან ერთად, ფოთოლს დაქანგვის (სუნთქვის) პროცესიც ახასიათებს.

ფოთლის ზოგიერთი ფორმა (უმთავრესად სახეცვლილი ფოთლები) სხვა ფუნქციებსაც ასრულებს. ზოგიერთი მცენარე (მწერიჭამია მცენარეები) ორ-

განული ნივთიერებებით საზრდოობს თავისი ფოთლის საშუალებით. ზოგჯერ ფოთლებში წყალი და სხვადასხვა ნივთიერება გროვდება. ფოთლისეული წარმოშობის ულვაშებით მცენარე სხვადასხვა სუბსტრატს ემაგრება.

ფოთლი, ისე როგორც ფესვი და ღერო, თესლშია ჩასახული და თესლის გაღივებისთანავე ვითარდება. თესლიდან განვითარებული ე. წ. პირველადი ფოთლების შემდეგ, შემდგომი წყება ფოთლები კვირტში ჩასახული ზრდის კონუსში წარმოიქმნება, ზრდის კონუსზე ფოთლების ჩანასახი ბორცვების სახითაა, რომელსაც პრიმორდიუმში („პრიმორდიუმ“—თავდაპირველი, ლათინ.) ეწოდება (სურ. 145). განვითარების წინ ეს პრიმორდიული ფოთლი იყოფა ქვედა და ზედა ნაწილებად. ქვედა ნაწილი ჯერ იზრდება, შემდეგ კი აჩერებს ზრდას და ამ ნაწილიდან ზოგჯერ ფოთლის ხალთა (ვაგინა) ან თანაფოთლები წარმოიქმნებიან. პრიმორდიუმის ზედა ნაწილიდან ფოთლის ფირფიტა ვითარდება. ფირფიტა ჯერ წვერით იზრდება, შემდეგ კი მისი ფუძე და ბოლოს ფოთლის ფუძე იქმნება. ზედა და ქვედა ნაწილებს შორის ინტერკალური ზრდის შედეგად ფოთლის ყუნწი ყალიბდება (სურ. 145); ფოთლის მთავარი ნაწილი ფირფიტაა, რომელშიაც მცენარის სასიცოცხლო პროცესები მიმდინარეობენ. ფოთლები, ხშირად, ღეროზე მიმაგრებულია ყუნწით; ყუნწი ხელს უწყობს მზის მიმართ ფოთლების უკეთ განლაგებას. ყუნწი ფოთლის ფუძის შევიწროებული ნაწილია და ასეთ ფოთოლს ყუნწიანი ფოთლი ეწოდება. ზოგჯერ ფოთოლს ყუნწი არ უვითარდება, მაშინ შეიძლება ფოთოლა იყოს მჯდომარე ან მიზრდილი, ხალთიანი ფოთოლი ან ღერომხევი და გაჩერებული (სურ. 146). ხალ-



სურ. 145. მარტივი ფოთლის განვითარება. 1—3 ფოთლის განვითარების სხვადასხვა სტადიები. 4—ზრდასრულებული ფოთლი. ა—პრიმორდიუმის ზედა ნაწილი; ბ—პრიმორდიუმის ქვედა ნაწილი; თფ—თანაფოთლები; ყ—ყუნწი; ფ—ფირფიტა; ფქ—ფუძე.

თიანი ფოთოლი ეწოდება ისეთ ფოთოლს, რომლის ქვედა ნაწილი გამსხვილებული ან გაბრტყელებულია, ფორმით მეტწილად მილისებრია და ღეროს ეხვევა, ამ ნაწილს ხალთა (სურ. 129) ეწოდება, ხოლო ზედა თავისუფალ ნაწილს—ფირფიტა. ხალთასა და ფირფიტის საზღვარზე შიგნითა მხრიდან ხშირად სიფრიფანისებრი ან ბეწვისებრი გამონაზარდი—ენა (ენაკი) ვითარდება (სურ. 147), ზოგიერთ მცენარეს უვითარდება მხოლოდ ხალთა, რომელიც ჩვეულებრივი ფოთლების მაგაირობას სწევს.

ფოთლის ხალთა ღეროს მუხლებისა და მუხლთშორისების საფარველია, ხალთიანი ფოთლები ენაკით უმეტესად მარცვლოვნებს ახასიათებს, ხოლო გაბრტყელებული ხალთიანი ფოთლები ქოლგოსნებს უვითარდება (სურ. 147).

ზოგიერთ მცენარეს, ჩვეულებრივი ფოთლის ფორფიტის მაგივრად, ყუნ-
წი უფართოვდება, ფორფიტის ფორმას იღებს და მის დანიშნულებას ასრუ-
ლებს. ასეთი ფოთლის მსგავს ყუნწს ფილოდიუმი („ფილიონ“— ფოთო-
ლი, „ეიდოს“—სახე, ბერძნ.) ეწოდება (სურ. 148). მცენარეთა უმრავლესობას
ფოთლის ფუძის გვერდებზე წყვილ-წყვილად უფითარდება თანაფოთლები
(სურ. 149). თანაფოთლების დანიშნულებაა: ჯერ განუფითარებელი ნაზი ფო-
თლების დაცვა, ზოგჯერ კი, ისე როგორც მწვანე ფოთლებში, ფოტოსინთე-
ზის, ტრანსპირაციისა და სხვა პროცესი.

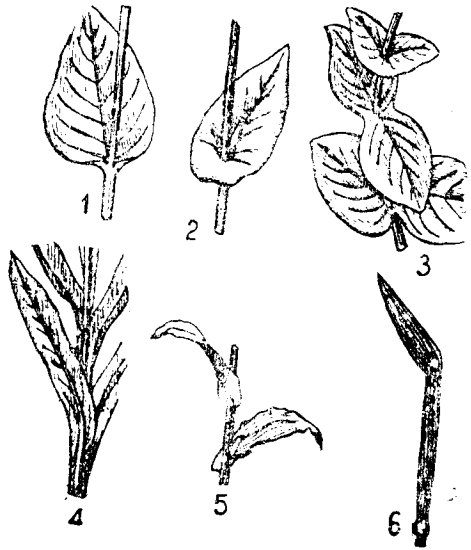
ფოთლის ფორმის თანაფოთლები მცირე ან დიდი ზომის არიან. რთულ
ფოთლებში ისინი ფოთოლაკის
მაგიერობას ეწევიან.

თანაფოთლები შეიძლება
იყოს: სიფრიფანისებრი, ჯაგრი-
სებრი, ქერქლისებრი, ეკლისებრი
ან სხვაგვარი. სიფრიფანისებრი
თანაფოთლები ზოგჯერ ერთმა-
ნეთს ეზრდებიან და, ეხვევიან რა
ღეროს, ქმნიან ე. წ. ლოლუ-
ებს, რაც მათიტელასებრთა
ოჯახისათვის მეტად დამახასია-
თებელია. ზოგიერთ მცენარეს
თანაფოთლები მთელი ვეგეტა-
ციის პერიოდში ზედვე რჩება,
ზოგს კი სცივია. ასეთებია ხემცე-
ნარეების უმეტესობა (არყი, ვერ-
ხვი, მუხა, წაბლი, რცხილა და
სხვ.).

ფორფიტა, როგორც ფოთ-
ლის მთავარი ნაწილი, მეტად
მრავალფეროვანია: ფორმით, ზო-
მით, ხნოვანებით, სიმეტრიით, მისი ძირითადი ნაწილების—ფუძის წვერის,
კიდების, ძარღვებისა და შებუსვის თავისებურებებით.

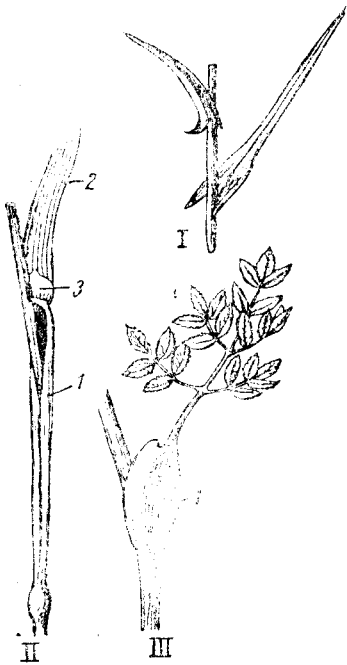
მარტივი ფოთოლი და რთული ფოთლის ფოთოლაკები ფორმით მრავალ-
გვარაა, მათ შორის ძირითადი ფორმებია: ნემსისებრი, ანუ წიწვი. რომე-
ლიც წიწვოვანებს ახასიათებს (ფიჭვი, ნაძვი, კედარი და სხვ.), ხაზურა (ხორ-
ბალი), ლანცეტისებრი (ტირიფი), მოგრძო ელიფსური (წყაფი), მომრგვალო
(ვერხვი), კვერცხისებრი (წიფელა), გულისებრი (ცაცხვი), თირკმლისებრი
(იუდას ხე), ისრისებრი (ისარა), ფარისებრი (დედოფლის ყვავილი), შუბისებ-
რი (ლოლო), რომბისებრი (ოფი) და სხვ. (სურ. 150). ამ ძირითად ფორმებს
შორის გარდამავალი ფორმებიც გამოიჩნევა. მაგალითად, ვიწრო და განივ-
რი ლანცეტისებრი, უკულანცეტისებრი, უკუკვერცხისებრი და ა. შ.

ფოთლები და ფოთოლაკები ზომითაც მეტად განსხვავებულია. ზოგიერ-
თი ფოთლის ზომა სიგრძით და სიგანით რამდენიმე მმ-ით განისაზღვრება,
ზოგიერთების კი რამდენიმე მ-ს აღწევს. ყველაზე დიდი ზომის ფოთლები აქვს
ამაზონის პალმა-რაფიას (*Raphia taegiera*), რომლის სიგრძე 20—22 მ-ია,



სურ. 146. 1—ღერომხვევი ფოთოლი;
2—განგრეტილი; 3—შეზრდილი; 4—ძირ-
მიზრდილი; 5—ყურებიანი; 6—ხალთიანი.

ხოლო სიგანე 12 მ. 15 მ სიგრძის ფოთლებიანი მცენარეა აფრიკული ღვინის პალმა (*Raphia vinifera*). თუ ფოთლების ხნოვანება ერთი სავეგეტაციო პერიოდით განისაზღვრება, მაშინ ეს ფოთლები სცივია და ასეთ მცენარეებს



სურ. 147. I—მკლმარე ფოთლი;
II—მარცვლოვანების ხალთა;
III—ქოლგონების ხალთა. 1—ხალთა; 2—ფირფიტა; 3—ენაკი.

ფოთოლცვენია მცენარეები ეწოდება. მაგრამ ბუნებაში ბლომად მოიპოვება ისეთი მცენარე, რომლის ფოთლების სიცოცხლის ხანგრძლივობა ერთ ვეგეტაციას და მეტ პერიოდს აჭარბებს. ასეთი ფოთლები რამდენიმე წელიწადს ცოცხლობენ. ასეთი ფოთლები უვითარდებათ მარადმწვანე მცენარეებს. მარადმწვანობა შედარებითია, ვინაიდან ეს ფოთლები მორიგეობით სცივია, ხოლო მათ ნაცვლად, ასევე მორიგეობათ, ფოთლების ახალი წყება ვითარდება ისე, რომ ჩამოცვენილი ფოთლების მაგივრად ახალი ფოთლებია განლაგებული და ა. შ. შობებეჭდილება კი იქმნება, თითქოს მცენარე მარადმწვანეა.

წიწვოვანი მცენარეებიდან: ფიჭვის ფოთლების — წიწვების ხანგრძლივობა 2—3 წელს უდრის, ურთხელის 6—10 წელს, ნაძვისა—8—12 წ., ბრაზილიის არაუჯარისა 10—15 წ. და სხვ. ფართოფოთლოვანების (დაფნის, წყავის, სუროს, წითელი მოცვის და სხვ.) ფოთლების ხანგრძლივობა 1—4 წლამდე აღწევს.

ფოთლის ფირფიტა შეიძლება იყოს სიმეტრიული მაშინ, როდესაც მთაჯარო

ძარღვის მიხედვით ფირფიტა ორ თანატოლ ნაწილად იყოფა (ვაშლი, თუთა, ნეკერჩხალი). თუ ფირფიტა ორ თანატოლ ნაწილად არ იყოფა, ასეთი ფოთოლი ასიმეტრიულია (სურ. 151) (ბეგონია, თელა ცაცხვი). ფირფიტის ფუძე სხვადასხვა ფოთოლს სხვადასხვანაირი აქვს. ფუძის ფორმის მიხედვით ფოთოლი შეიძლება იყოს: მრგვალი, სელისებრი, გულისებრი, ისრისებრი და შუბისებრფუძიანი. ზოგიერთ ფოთოლს ბლაგვი ან მახვილი ფირფიტის წვერი აქვს. ზოგიერთის წვერი კი წაწვეტილი, წვეტიანი ან ამოკვეთილია. ამა თუ იმ ფოთლის კიდე ზოგჯერ მთლიანია და დაკბილული, ან ეკლიანი.

კიდემთლიანია (სურ. 152) ფოთოლი მაშინ, როდესაც მისი კიდეები სრულიად არაა ამოკვეთილი. ზოგიერთი ფოთლის კიდე ზოგჯერ ოდნავ არის ამოკვეთილი; მიუხედავად ამისა, ასეთ ფოთლებს მაინც მთლიანი ფოთოლი ეწოდება.

თუ კიდეები სოლივითაა ამოკვეთილი და ამოკვეთილის ორივე წვერი მახვილია, კიდე კბილებიანია, ანუ ფოთოლი დაკბილულია (სურ. 152). კიდედაკბილული ფოთოლი ზოგჯერ ხერხებილია (სურ. 152) (ორჯერ ხერხებილიც), ზოგჯერ კი მრგვალებილია. ფოთლის კიდე ზოგჯერ ისეა დაკ-

ბილული, რომ ეს კბილები ფორმით ეკლები მსგავსია; ასეთ ფოთოლს კიდე ეკლებიანი ფოთოლი ეწოდება.

ხშირად ფოთლები დანაკვეთული, დაყოფილი ან განკვეთილია (სურ. 152). დანაკვეთული ფოთოლი ისეთი ფოთოლია, როცა მისი ფირფიტის კიდე სიგანეზე 1/4-მდეა ამოკვეთილი. დანაკვეთული ფოთლის ნაწილაკებს ფოთლის ნაკვეთები ეწოდება.

დანაკვეთული ფოთლებიდან განირჩევიან: ფრთისებრდნაკვეთული, თათისებრდნაკვეთული და სამყურასებრდნაკვეთული ფოთლები.

დაყოფილი ფოთოლი ისეთი ფოთოლია, რომლის ფირფიტის კიდე სიგანეზე 1/4-ზე უფრო ღრმადაა ამოკვეთილი. ეს ფოთლები სამი სახისაა: ფრთისებრ, თათისებრ და სამყურასებრ დაყოფილი. თუ ფირფიტის კიდე შუა ძარღვამდე ან ფუჭემდეა ამოკვეთილი და ფოთლის ნაწილაკები სეგმენტებს წარმოადგენენ, ამ შემთხვევაში ასეთ ფოთოლს განკვეთილ ფოთოლს უწოდებენ. განკვეთილი ფოთლებიც სამგვარია: ფრთისებრი, თათისებრი და სამყურასებრი.

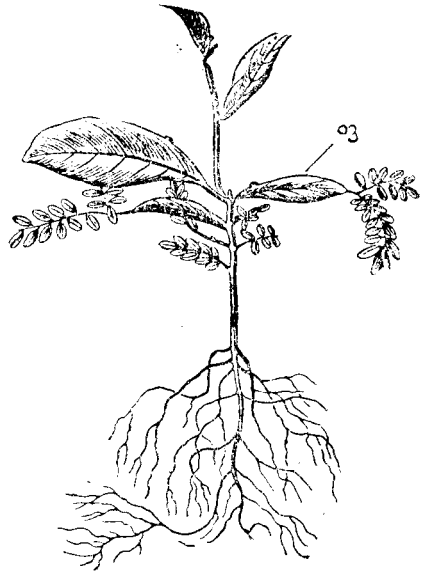
როცა ფოთოლი ფრთისებრგანკვეთილია და ზედა სეგმენტები ზომით თანდათანობით სკარბობენ ქვედა სეგმენტებს, მაშინ ფოთლები ჩანგისებრია (თალგამი, შალგი). ფრთისებრგანკვეთილი ფოთლიდან ცალკე ფორმად თვლიან წყვეტილ ფრთისებრგანკვეთილ ფოთოლს (კარტოფილი).

ფოთოლს, უფრო ხშირად ქვედა, ან ზოგჯერ ზედა მხარეზე, კარგად გამოსახული გამტარი კონები აქვს ძარღვების სახით. ამ ძარღვების დანიშნულებაა: 1) ღეროდან ფოთოლში გადაუმუშავებელი არაორგანული ნივთიერებების გადაცემა და ფოთლის მიერ გამამუშავებულ ორგანულ ნივთიერებათა უკან გამოტანა, 2) ფოთლის სირბილის დაცვა სხვადასხვა უარყოფითი ფაქტორისაგან, რის გამოც ძარღვები ფოთლის ჩონჩხს წარმოადგენენ.

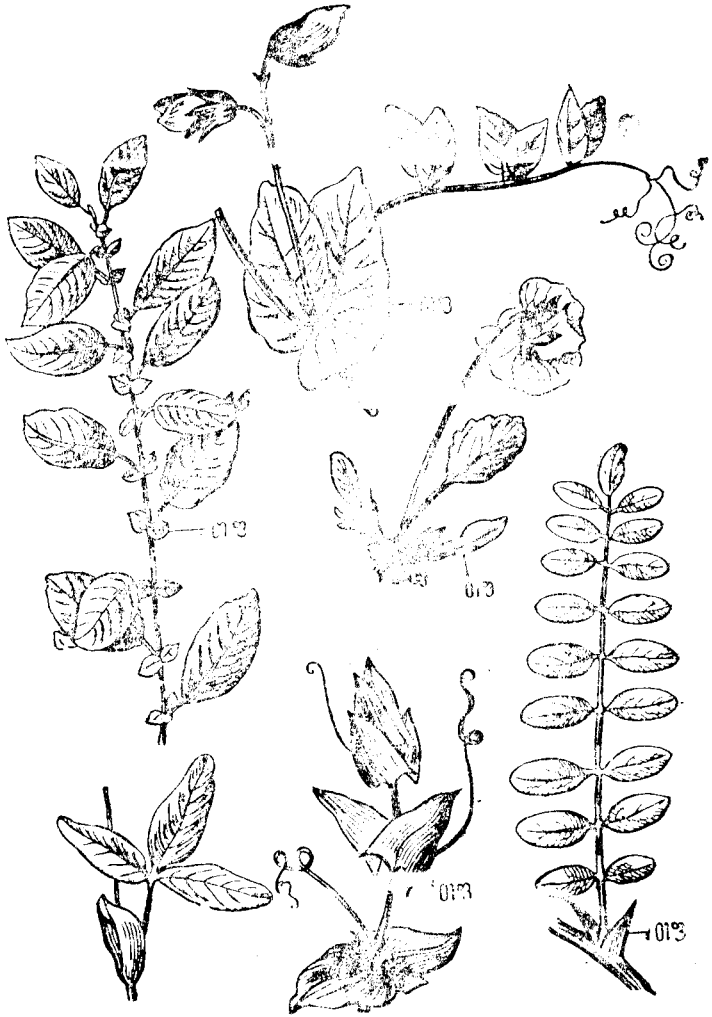
ცნობილია ფოთლის ძარღვის შემდეგი ტიპები (სურ. 153): ბადისებრი, ფრთისებრი, თათისებრი, პარალელური, რკალისებრი, ფარისებრი, დიქოტომიური და სხვ.

ბადისებრი ტიპის ფოთოლს მთავარი ძარღვი მსხვილი აქვს და კარგად არის გამოსახული, მისი გვერდითი ძარღვები კი შედარებით წვრილია, მეორე წყება უფრო წვრილი და მცირეა და ა. შ. ბადისებრი დაძარღვის დროს ძარღვები ბადისებრ დაქსაქსულია და ერთმანეთს უერთდებიან. ბადისებრი დაძარღვა ორგვარია: თათისებრძარღვიანი და ფრთისებრძარღვიანი.

ფრთისებრძარღვიანია ფოთოლი მაშინ, როცა ერთ მთავარ ძარღვს



სურ. 148. აკაციის აღმონაცენი.
ფ—ფილოდიუმი.



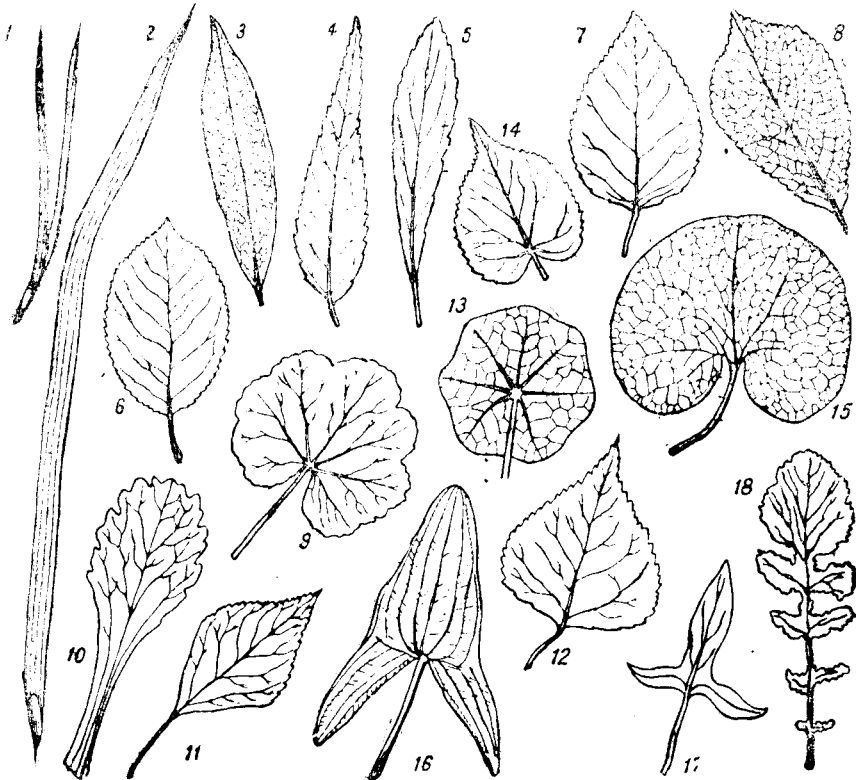
სურ. 149. თანაფოთლები (თენ).

გვერდითი ძარღვები აქვს. როცა ფოთოლში რამდენიმე ძარღვი თათისებრად თანაბრად ვითარდება და მთავარი ძარღვი არაა გამოსახული, მაშინ ფოთოლი თათისებრძარღვიანია. ხშირად ფოთოლში რამდენიმე თანაბარი ძარღვი სიგრძით და სიმსხოთი ერთმანეთისადმი პარალელურადაა განლაგებული; ასეთი ფოთოლი პარალელურძარღვიანია.

თუ რკალისებრი თანაბარი ძარღვი ფოთლის ფუძესთან და წვერში ერთმანეთს უერთდება, მაშინ ფოთოლი რკალძარღვიანია. ზოგჯერ ფოთლებში ძარღვები რადიუსის მიხედვით არიან განლაგებული და თითო რადიალური ძარღვი პირველ, მეორე წყება გვერდითი ძარღვებისაგან შედგება და ა. შ. ასეთ დაძარღვას ფარისებრი დაძარღვა ეწოდება. ზოგიერთ მკენარეს მაგ., შიშველთესლოვნების წარმომადგენელს გინკოსს (*Ginkgo biloba*) დიქოტომიური დაძარღვა ახასიათებს. დაძარღვის ეს იშვიათი სახე იმა-

ში მდგომარეობს, რომ ფოთლის ფუძიდან დაწყებული ყველა ძარღვი რამდენიმეჯერ ორად იყოფა.

ბადისებრი, ფრთისებრი, თათისებრი და ფარისებრი დაძარღვის ტიპები უფრო ხშირად ორლებნიანი მცენარეებია. ერთლებნიანებს კი უმეტესად პარალელური და რკალნიერი დაძარღვა ახასიათებთ. ორლებნიან მცენარეებს ბადისებრი, უმეტესად ფრთისებრძარღვიანი ფოთლები აქვთ, ზოგიერთს კი თათისებრძარღვიანი (ნეკერჩხალს, ქორათს, ბოყვს, ჭადარს, ვაზს, სუროს, ბამბას და სხვ.); პარალელურძარღვიანი ფოთლების მქონე მცენარეებია ერთლებნიანის უმეტესობა (მარცვლოვანების, ჭალისებრთა და ისლისებრთა წარ-



[სურ. 150. მარტივი ფოთლები: 1—ნემსისებრი; 2—ხაზურა; 3—მოგრძო; 4—ლანცეტა; 5—უკულანცეტა; 6—ელიფსური; 7—კვერცხისებრი; 8—უკუკვერცხისებრი; 9—მომრგვალო; 10—თათისებრი; 11—რომბული; 12—ღელტისებრი; 13—ფარისებრი; 14—გულისებრი; 15—თირკმლისებრი; 16—ისრისებრი; 17—შუბისებრი; 18—ჩანჯისებრი.

მომადგენლები), ერთლებნიანების საკმაო რაოდენობას რკალძარღვიანი ფოთლები აქვს (შროშანას, სვინტრს, ტიტას და სხვ.). ფოთლები ღეროზე შედარებით პორიზონტულად არიან განლაგებული და ამდენად, ასეთი ფოთლების ზედა და ქვედა მხარე ერთმანეთისაგან აშკარად განსხვავებულია, ე. ი. ფოთლები დორზივენტრალური („დორზუმი“—ზურგი, „ვენტერი“—მუცელი, ლათინ.) არიან.

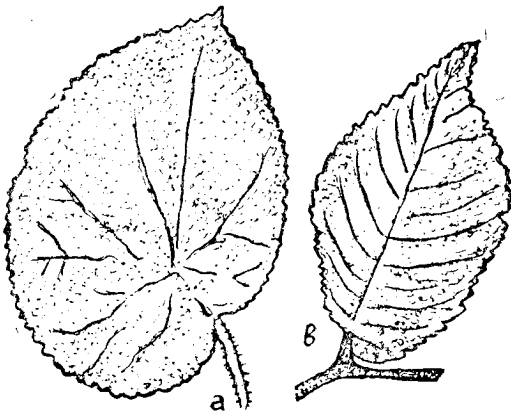
ანატომიური თავისებურებების გარდა, მისი ორივე მხარე მორფოლოგიური ნიშნებითაც განსხვავდება: ზედა მხარე უმეტესად შიშველია, ნაკლებ

გამოსახულია დაძარღვა და უფრო მწვანეა. ქვედა მხარე უმეტესად დაფარულია ბუსუსებით, ბეწვებით ან სხვა გამონაზარდებით; ძარღვიანობა კარგად აქვს გამოხატული და შედარებით მკრთალი მწვანე ფერი ახასიათებს. საკმაოდ ბევრ მცენარეს (მაგალითად, ზამბახს, თეთრყვავილას, ხმალას და სხვ.) ჰორიზონტალურად განლაგებული ფოთლების მაგივრად, ვერტიკალურად განლაგებული აღმამდგომი ფოთლები უვითარდება. ასეთ ფოთლებს, რასაკვირველია, ზედა და ქვედა მხარე არ გააჩნიათ და მათ იზოლატორალური („იზოს“—თანაბარი, ბერძნ. „ლატუს“ ნათ. ბრუნვა, „ლატერის“—გვერდი, ლათინ.) ეწოდება.

ფოთოლი თავისი კონსისტენციით (თხელსიფრიფანა, ხეშეშტყავისებრი, სქელხორცოვანი და სხვა მრავალი გარდამავალი ფორმით) მეტად მრავალფეროვანია. ზოგჯერ ფოთოლი შიშველია, ხშირად მას ქვედა ან ზედა მხარეზე უვითარდება სხვადასხვა სახის გამონაზარდი ბეწვების ტრიქომების („ტრიქომა“—ბეწვი, ბერძნ.) სახით. ბეწვები ეპიდერმისის გამონაზარდებია. ბეწვები ერთი ან მრავალჯერდიანია და ფოთლის დამცველ საშუალებას (წყლის დაგროვება და აორთქლება, ცხოველური ორგანიზმებიდან დაცვა და სხვ.) წარმოადგენენ. ბეწვებითაა გამოწვეული ფოთლის სხვადასხვანაირი შებუსვა.

შებუსვა შეიძლება იყოს: აბრეშუმისებრი, ხავერდისებრი, ხაოიანი ქეჩეჩისებრი, ბანჯგვლიანი, ჯაგრისებრი, ჯირკვლოვანი და სხვ. ზოგიერთ ფოთოლს ძლიერი შებუსვა ახასიათებს ზოგს კი—ნაკლები. ფოთლის მთელ ფირფიტაზე თუ არა, ძარღვებზე ან მათ გასწვრივ შებუსვა ხშირი მოვლენაა.

ნორმალურ ყლორტებზე რამდენადმე ერთმანეთისაგან განსხვავებული ფოთლებია, რომელთაგანაც მკვეთრად გამოირჩევიან: ქვედური, შუალური და ზედური ფოთლები

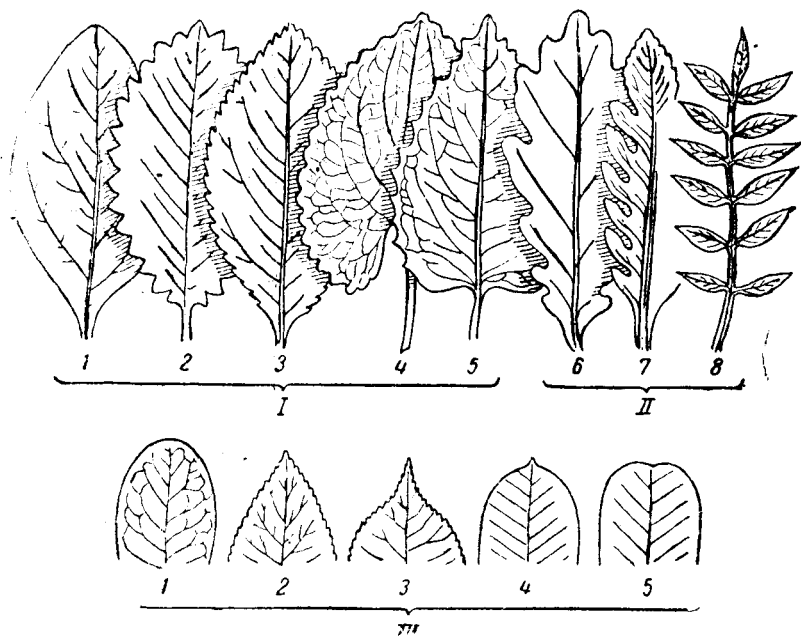


სურ. 151. ასიმეტრიული ფოთლები:
a—ბეგონია (Begonia); b—ულმა (Ulmus).

(სურ. 154). ამ სამი რიგის ფოთლებიდან შუალური ფოთლები ტიპური მწვანე ფოთლებია და ძირითადად ფოტოსინთეზს ახდენენ. მცენარეთა აღწერისა და კლასიფიკაციის საფუძვლად ამ ფოთლებს იყენებენ; მათზე ნორმალური სხვადასხვა ფორმისა და ზომის ფირფიტა ვითარდება; ზოგჯერ მათ აქვთ ყუნწი ან ხალთა.

პატარა ზომის ქვედური და ზედური ფოთლები ზოგჯერ არამწვანე ფოთლებია. ფოთლების ეს ორივე წყება მცენარის ამა თუ იმ ნაწილისათვის უმეტესად მფარავ როლს ასრულებს. ქვედური ფოთლების უმეტესობას მიეკუთვნება—ფესურასა და ტუბერის ქერქლისებრი ფოთლები, ბოლქვის ფოთლები (შიგა და გარეთა), კვირტის მფარავი ქერქლები. ეს ფოთლები გაუარ

თოვლი ფოთლის ფუძეებია, ასეთი ქერქლების გარდა, ქვედური ფოთლები მოყვითალო ან წაბლისფერ ხალთად ვითარდებიან. ქვედურ ფოთლებად აგრეთვე თესლის ლებნებს თვლიან, როგორც ჩანასახის პირველ ფოთლებს. ლებნები თესლოვან მცენარეებს უვითარდებათ, აქედან შიშველთესლოვანებს უმეტესად მრავალი ლებანი ახასიათებს, ხოლო ფარულთესლოვანებს—ერთი (ერთლებნიანებს) ან ორი (ორლებნიანებს). ლებნებში (ორლებნიანებში) საკვები ნივთიერებები გროვდება უმეტესად ჩანასახის განვითარებისათვის. ხშირად ლებნები მიწის ზემოთ ამოდინან, მწვანდებიან და მცენარის პირველ ფოთლებად იქცევიან. ზედური ან კენწრული ფოთლები მწვანე, მაგრამ ხშირად



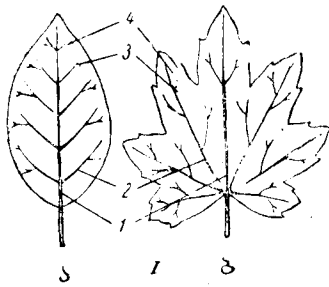
სურ. 152. ფოთლის კიდებები: I—1—კიდემთლიანი; 2—დაკბილული; 3—ხერხკბილა; 4—მრგვალკბილა; 5—კიდემოკვეთილი; II—6—თათისებრ დახეკილული; 7—დაყოფილი; 8—განკვეთილი; III—1—ფოთლის ბლაგვიწვერი; 2—წვეტიანი; 3—წაწვეტებული; 4—ბოლოწაწვეტებული; 5—ამოკვეთილი.

სხვადასხვა შეფერილობის ფოთლებია. ზედური ფოთლებისაგან ჩნდებიან ყვავილები, მისი ყვავილსაფრები და თანაყვავილები.

ბუნებაში მცენარეთა უმრავლესობა მარტივი ფოთლებია (სურ. 155), თუმცა მცენარეთა გარკვეულ ჯგუფს რთული ფოთლები უვითარდებათ. მარტივი ფოთლი ისეთი ფოთლია, რომელსაც ყუნწზე ერთი ფირფიტა უვითარდება. რთული ფოთლი კი ისეთი ფოთლია, რომელიც მთავარ ყუნწზე რამდენიმე ფირფიტას ივითარებს; ამ ფირფიტას ფოთოლაკი ეწოდება.

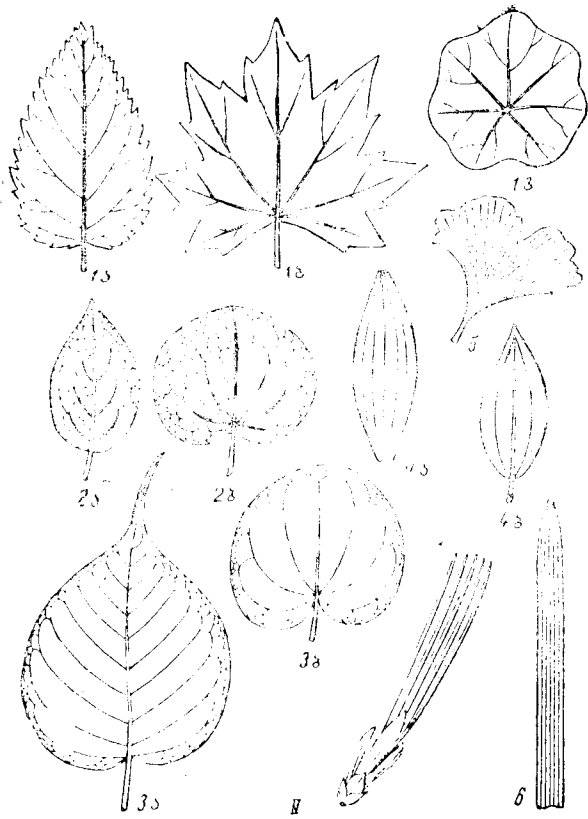
რთული ფოთლისა და მარტივი ფოთლის განსხვავება ზოგჯერ ძნელდება, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც მარტივი ფოთლი განკვეთილია (ფრთისებრგანკვეთილი). რთულ ფოთლს ჯერ სცვივა ფოთოლაკები, შემდეგ კი ყუნწი, ხოლო მარტივი მთლიანად ვარდება. რთული ფოთლის ფოთოლა-

კების მორფოლოგიური თავისებურებები თითქმის იგივეა, რაც მარტივ ფოთლებისა. რთულ ფოთოლს მიეკუთვნება: ფრთისებრთული, თათისებრ-



რთული და სამყურასებრთული ფოთლები (სურ. 156).

ფრთისებრთული ფოთოლი ისეთი ფოთოლია, რომელზედაც ფოთოლაკები მთავარი ყუნწის მთელ სიგრძეზე სხედან. თუ რთული ფოთლის ზედა წყება ფოთლების ყუნწის წვერზე ერთი ფოთოლაკით მთავრდება, მაშინ იგი კენტფრთისებრი რთული ფოთოლი იქნება (კაკალი, ცრუკაკია, იფანი, ჯონჯოლი, ცირცელი, ჟასმინი, თუთუბო, ესპარცეტი და სხვ.). თუ ყუნწზე წყვილი ფოთოლაკია, მაშინ რთული ფოთოლი წყვილფრთისებრია (შირახელი, ბარდა, თერო და ცერცვის უმეტესი სახეობები).



ფრთისებრთული ფოთოლი შეიძლება იყოს აგრეთვე ორმაგ ან სამმაგ რთული (მიმოზა, გლედინია, ლეგა აკაცია) და წყვილილფრთისებრ რთული.

თათისებრ რთული ფოთოლი ისეთი ფოთოლია, რომლის ფოთოლაკები უმეტესად ერთ წერტილში სხედან (ცხენის წაბლა, კანაფი, მარწყვი, ბალახი, ხანჭკოლა).

სამყურასებრ რთული ფოთოლი თვით სამყურას და სხვებს აქვთ (იონჯა, ძიძო, მარწყვი); ეს ისეთი ფოთოლია, რომელსაც

სურ. 153. ფოთლის დაძარღვა: I—ა—ფრთისებრი; ბ—თათისებრი; 1—მთავარი ძარღვი; 2—გვერდითი; 3—მესამე რივის; 4—მეოთხე რივის. II—ა—ბადი-სებრი; 1 ბ—თათისებრი; 1 გ—ფარისებრი (ვარსკვლავისებრი); 2 ა—ფრთისებრი; 2 ბ—თათისებრი; 3 ა—ფრთისებრ-მარყუჟისებრი; 3 ბ—თათისებრ-მარყუჟისებრი; 4 ა—რკალისებრი; 4 ბ—თათისებრ-რკალისებრი; 5—დიქოტომიური (მარაოსებრი); 6—პარალელური.

ყუნწზე სამი ფოთოლაკი უვითარდება. თუ ერთი წყება მცენარეებისათვის მარტივი ფოთოლი და მისი სხვა-

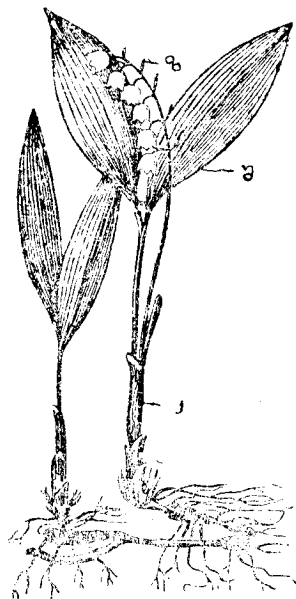
დასხვა ფორმაა დამახასიათებელი, მეორე წყება მცენარეებს რთული ფოთო-
ლი და მისი სახეები ახასიათებთ.

მცენარეთა გარკვეული ჯგუფის რომელიმე წარმომადგენელს ღეროზე
ან ტოტებზე უფითარდება სხვადასხვა ფორმის ფოთოლი; ისინი ერთმანეთი-
საგან მორფოლოგიურად განსხვავდებიან. ამ მოვლენას ნაირფოთლია-
ნობა ანუ ჰეტეროფილია („ჰეტეროს“ სხვადასხვაგვარი, „ფილონ“—
ფოთოლი, ბერძნ., სურ. 157) ეწოდება; ნაირფოთლიანობა ახასიათებს როგორც
ხმელეთის, ისე წყლის მცენარეებსაც. მაგ., თუ ჩვეულებრივ თუთას ე. წ.
ქვედა წყება ფოთლები დანაკეთული აქვს, ზედა წყება ფოთოლი კიდემთლია-
ნია. წყლის ბაიას წყალში ჩაძირული ფოთ-
ლები მრავალნაკეთიანია, სავარცხლისებრი
ფორმისა. წყლის ზედა ბრტყელი ფოთლები
მონრგვალო ფორმისაა და დანაკეთულია.
ეგვალბტების ზოგიერთ სახეობას ერთსა
და იმავე ეგზემულარზე ჰეტეროფილური
ფოთლები უფითარდება. მისი ნორჩი მჯდო-
მარე ფოთლების წყება მაბირისპირედ გან-
ლაგებულია; ზოგჯერ ღერძხვევია, მომრგვა-
ლო ფორმისაა, ხნიერი ფოთლები კი მორი-
გეობით—ყუნწზე ჰორიზონტალურად ან ვერ-
ტიკალურად განლაგებული ან ლანცეტიგბ-
რია.

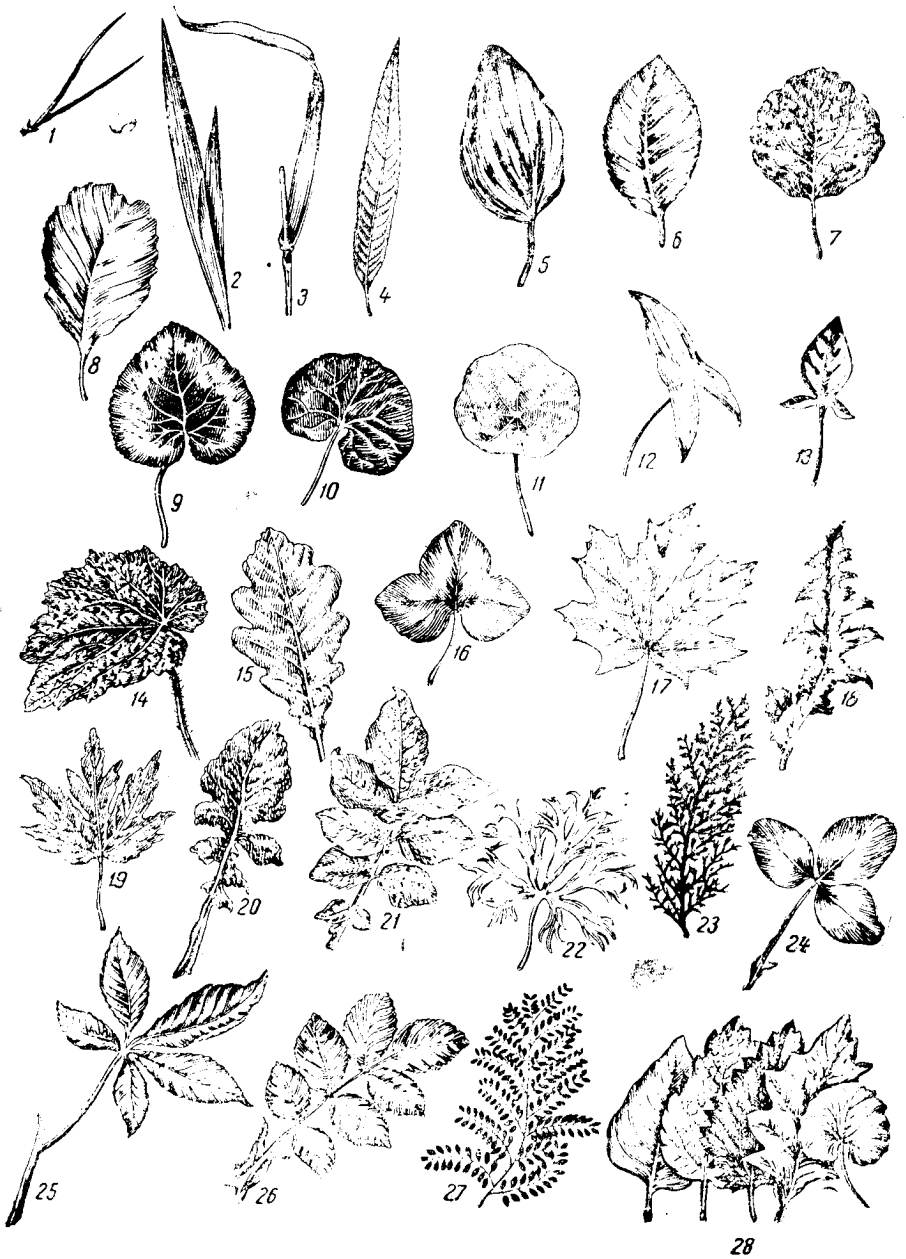
წყლის მრავალძარღვასებრთა ერთ-ერთ
წარმომადგენელს ისარას (*Salix glauca*) წყალში
ჩაყურსული ვიწრო თასმისებრი ან ხაზურა
ფოთლები ახასიათებს, ხოლო წყლის ზევით
მოტივტივე ფოთლები ისრისებრ-ლანცეტი-
გებრია.

ჩვეულებრივ სუროს უნაყოფო ყლორ-
ტებზე სანკუთხოვან-კვერცხისებრი ფორმის,
3—7 ნაკეთიანია ფოთოლი უფითარდება,
სანაყოფე ყლორტების ფოთლები კი მთლი-
ანია.

ფოთლები ღეროზე გარკვეული წესით და თანმიმდევრობითაა განლაგე-
ბული. ღეროსა და ტოტებზე ფოთოლგანლაგება შექმდევი სახისაა: მორი-
გეობითი, ანუ სპირალური; მაბირისპირე და რგოლური (სურ.
158). მცენარეთა უმრავლესობას ღეროს მუხლზე თითო ფოთოლი უფითარღე-
ბა და ასეთი ფოთოლთგანლაგება მორიგეობითი, ანუ სპირალურია. მორიგეო-
ბითი ფოთოლთგანლაგების დროს, ფოთლების მიმაგრების ადგილები (მუხლე-
ბი), ან მისი ნაწიბურები (ნამუხლარი) ქვევიდან ზევით პირობით ძაფით რომ
შევეერთოთ, სპირალი მიიღება; ეს იქნება ძირითადი სპირალი. აღმავალ რიგ-
ზე განლაგებული ფოთლების შემაერთებელ სწორ ხაზს ორტოსტიქი
(„ორტოს“—სწორი, „სტიქის“—შწკრივი, ხაზი, ბერძნ.) ეწოდება (სურ. 141).
ძირითად სპირალზე (პირველი ფოთლის ზემოთ მჯდომარე ფოთლის გარდა)
განლაგებულ ყველა ფოთოლს ფოთლის ციკლი ეწოდება. მორიგეობით

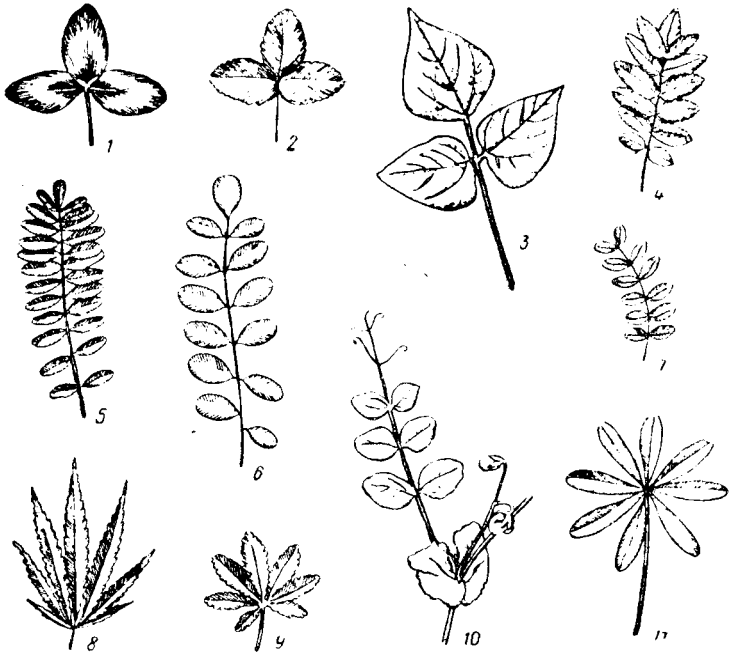


სურ. 154. შროშანას სამი კატეგო-
რიის ფოთლები:
ქ—ქველური; შ—შუალური; ზ—ზე-
ლური.



სურ. 155. სხვადასხვა ფოთლები: 1—ნემსისებრი; 2—ხმლისებრი; 3—ხაზურა; 4—ლანცეტა; 5—კვერცხისებრი; 6—ოვალური; 7—მომრგვალო; 8—უკუკვერცხისებრი; 9—გულისებრი; 10—თირკმლისებრი; 11—ფარისებრი; 12—ისრისებრი; 13—შუბისებრი; 14—არათანაბარ-გვერდიანი; 15—ფრთისებრათისებრი; 16—სამწაკეთიანი; 17—თათისებრი; 18—ფრთადაყოფილი; 19—თათდაყოფილი; 20—ფრთისებრდაყოფილი; 21—ჩანჯისებრი; 22—ფრთისებრგანკვეთილი; 23—თათისებრგანკვეთილი; 24—სამყურა; 25—ფრთისებრთული; 26—კენტფრთისებრთული; 27—ორმაგფრთისებრთული; 28—ფოთლის კიდები კიდემთიანი, ხერხებილა, დაკბილული, ამოკვეთილი და მრგვალებილა).

ფოთოლთვანლაგებას ხშირად წილადით გამოსახავენ, სადაც მრიცხველი იქნება ერთი ციკლის ძირითადი სპირალის წრეების რაოდენობა, ხოლო მნიშვნელოვანია—ფოთოლთა რაოდენობა. მაგალითად, $1/2$ ნიშნავს, რომ ძირითადმა სპირალმა ღეროს ერთხელ შემოუარა და ფოთლის ციკლი 2 ფოთლისაგან შედგება. $1/3$ -ის დროს სპირალი ერთ წრეს აკეთებს, მაშინ ფოთოლი—3-ია. $2/5$ -ის შემოვლისას უკვე ძირითადი სპირალი ღეროს ორჯერ ეხვევა და ფოთლის ციკლი 5 ფოთლისაგან შედგება. ფოთოლთვანლაგების დროს, როდესაც ფოთოლი ზევითაა და მისი მოსაზღვრე ქვედა ფოთლისაგან დაშორებულია, იქნება ე. წ. ფოთოლთდაშორების კუთხე. ფოთოლთდაშორების



სურ. 156. რთული ფოთლები: 1—2—3—სამყურასებრთული ფოთოლი. 4—5—6—კენტფრთისებრთული; 7—წყვილფრთისებრთული; (10—იგივე ულვაშით); 8—9—11—თათისებრთული.

კუთხე 1, 2-ის შემთხვევაში 180° -ს უდრის, $1/3$ -ის დროს— 120° -ს, ხოლო $2/5$ -ის დროს— 144° -ს.

ღეროზე ფოთოლთვანლაგება (სპირალური) და ფოთოლთდაშორების კუთხეები შეიძლება სათანადო დიაგრამის სახით გამოეხატოს (სურ. 159).

ხშირად მუხლზე ერთმანეთის მოპირისპირე ორი ფოთოლი ვითარდება და მოპირდაპირე ფოთოლთვანლაგება იქმნება. თუ ღეროს ერთ მუხლზე მოპირისპირე ორი ფოთოლი და მეორე მუხლზე მოპირისპირე ორი ფოთოლი ერთმანეთის მიმართ ჯვარედინადაა განლაგებული, მაშინ ასეთი ფოთოლთვანლაგება ჯვარედინმოპირისპირე იქნება.

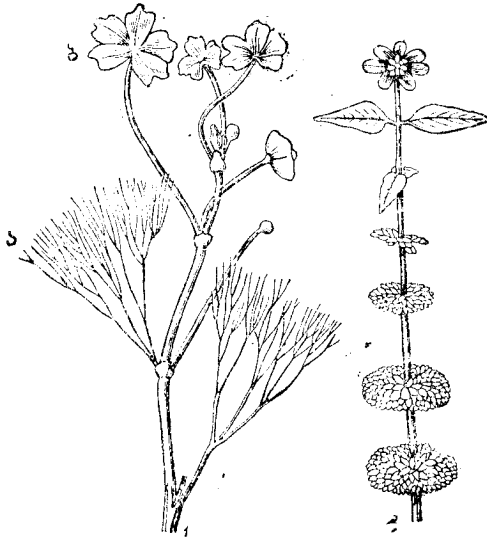
მცენარეთა საკმაო ჯგუფს აქვს რგოლური ფოთოლთვანლაგება, როდესაც 3 ან მეტი ფოთოლი ერთი მუხლის გარშემო ზის. ზემომოყვანილი ფოთოლთვანლაგების ესა თუ ის სახე მცენარეთა რომელიმე ჯგუფისთვისაა

დამახასიათებელი, მაგრამ მცენარეთა გარკვეულ წარმომადგენლებს ერთ-ღვროზე და მის ტოტებზე შეიძლება მორიგეობითი და მოპირდაპირე ფოთოლთგანლაგებაც ჰქონდეს.

ფოთლების ურთიერთგანლაგება უშუალო ურთიერთობაშია ფოტოსინთეზთან; როგორც წესი, ფოთლები ისე არიან განლაგებული, რომ ერთმანეთს არ ჩრდილავენ, მეტსივრცეს იჭერენ და მზის სხივური ენერჯიის შთანქმის მეტ უნარს ამკლავებენ.

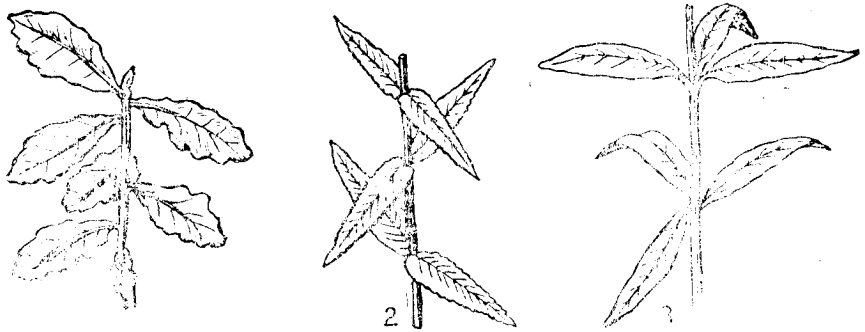
ფოთლების ურთიერთგანლაგების ასეთ წესს მოზაიკური ფოთოლთგანლაგება ეწოდება (სურ. 160). მოზაიკური ფოთოლთგანლაგების მქონე მცენარეებიდან აღსანიშნავია: ლეკის ხე, თელა, სურო, ნემსიწყვერა და სხვ.

ნორმალურ ფოთლებთან ერთად (მათი ცირითადი მორფოლოგიური თავისებურებები შემოთ იყო განხილული) ბუნებაში ვხვდებით ფოთლის შრავალნიარ სახეცვლილებებს — მეტამორფოზებს. ფოთლის მეტამორფოზი ზოგჯერ ისეთ რთულ სა-



სურ. 157. პეტროფილია (ნაირფოთლიანობა)
1—წყლის ბაიას (*Batrachium*) მაგალითზე: ა—წყალში ჩაყურსული ფოთლები; ბ—წყლის ზედაპირზე მცურავი ფოთლები. 2—ორკბილას (*Bidens*) ფოთლები.

ხეს იღებს, რომ ხშირად ძნელდება მისი ფოთლისეული წარმოშობის დადგენა. მაგალითად, თუ ფოთოლი არაორგანულ ნივთიერებათა ხარჯზე იკვებება,



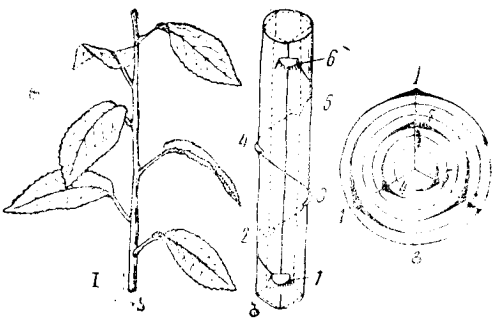
სურ. 158. ფოთლის განლაგების სახეები: 1—მორიგეობითი (სპირალური); 2—მოპირდაპირე; 3—რგოლური.

ხშირად მწერიკამია მცენარეების ფოთლების ძლიერი მეტამორფოზის შემთხვევაში ორგანული ნივთიერებებით საზრდოობს. ამდენად ასეთი ფოთლების ჰომოლოგიის დადგენა ნორმალურ ფოთლებთან საკმაოდ ძნელდება.

მეტამორფოზის დროს ფოთლის ფირფიტა ან მისი ნაწილები (ყუნწი

და თანაფოთლები) ზოგჯერ გარდაიქმნებიან საზრდო ნივთიერებების დამგროვებელ ფოთლებად — ქერქლებად. ცხოველური ორგანიზმების უარყოფითა მოქმედებისაგან დასაცავად ზოგიერთ მცენარეს ფოთლები ეკლებად, ანდა საყრდენზე მოსაკიდ ულვაზად ექცევა.

კვირტში არსებულ ფოთლის ჩანასახებს გარედან იცავს ერთი ან რამდენიმე წყება მფარავი ქერქლი, რომლებიც ფოთლის სახეცვლილებას წარმოადგენენ. ქერქლები იცავენ მცენარეს სხვადასხვა უარყოფითი ფაქტორისაგან (მაღალი და დაბალი ტემპერატურისაგან, აორთქლებისაგან და ა. შ.); მფარავი ქერქლების მსგავსია ფესურას და ბოლქვის არამწვანე თეთრი ან მურა ფერის ქერქლები. ბოლქვის გარეთა ქერქლები და შიგა სიფრიფანა ფოთლები მფარავ ქერქლებად ითვლება. წვნიან ფოთლებში საზრდო ნივთიერებები გოვოდება. ასეთ ხორცოვან ფოთლებს ეკუთვნის კომბოსტოს გამსხვილებული თავი, რომლის ფოთლები საკვები ნივთიერებებია.

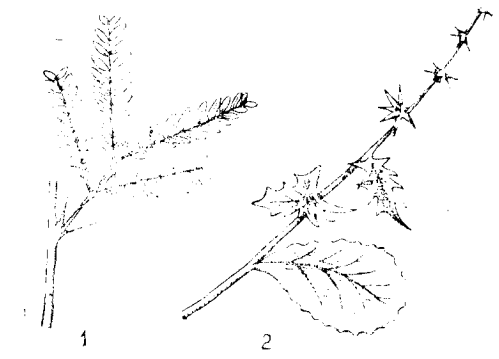


სურ. 159. სქემა და დიაგრამა ფოთლების მორიგეობითი განლაგებისა ღეროზე. 1—მორიგეობით განლაგებული ფოთლები; 2—სქემა ფოთლების განლაგებისა. 1 და 2—ორტოსტაქი; 3—ფოთლის მორიგეობით განლაგების დიაგრამა.



სურ. 160. ფოთლის მოზაიკა.

ძარღვები და ფოთოლთანები. ეკლებადქცეული ფოთლების ტიპურ მაგალითს ეკუთვნის კოწახური (სურ. 161), რომლის კბილები 2—3-ად ან მეტად არის გაყოფილი. მთლიანი ფოთლიდან განვითარებული ეკალი ახასიათებს აგრეთვე ხურტკმელს (*grossularia rectinata*-ს) ფოთლის ძარღვები ეკლებად ექცევა, მაგალითად, ბაძგს (*Jlex colchica*), გლერძას (*Astragalus*) და ნარშავის (*Carduus*) მრავალ სახეობას. ეკლის ხეს, თელას, კაპარს (*Copparis spinosa* იცნს, ცეცხლეკალას და სხვ. ეკლებად ფოთოლთანები აქვთ ქცეული.

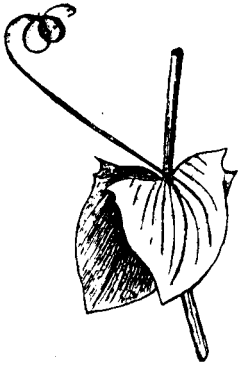


სურ. 161. 1—აკციის ფოთლისეული ეკალი. 2—კოწახურის ფოთლისეული

ფართოდ გავრცელებულია აგრეთვე ფოთლისაგან ან მისი ნაწილებისა-

გან წარმოქმნილი, ამა თუ იმ საყრდენზე მცენარის მოსაკიდი, ანუ მისამაგრებელი ფოთლები—ულვაშები.

ბარდას წყვილფრთისებრი ფოთლის ზედა წყვილი ფოთოლაკი ძაფნაირ, დატოტვილ ულვაშებად ექცევა და ამით სხვა მცენარეს ან რომელიმე სუბსტრატს ეხვევა. თუ ფოთოლი ზოგჯერ ულვაშად იქცევა, ამის მაგივრობას ფოთოლთანები ასრულებენ (მაგ. ყანის მატკვარცანა—*Lathyrus aphaca*, სურ. 162); გოგრას კვირტის ზოგიერთი მფარავი ფოთოლი ულვაშებად ექცევა და მისი მხოხავი ღერო ამ ულვაშებით ეკიდება საყრდენს; ეკალიჭას (*Smilax axcelsa*) თანაფოთლები ულვაშებად აქვს ქცეული. უღაბნოს ან კლდოვან ადგილებში, ქვიან და მშრალ ქვიშიან ხიდაგებზე დასახლებული მრავალი მცენარე წყლის დიდ ნაკლებობას განიცდის (ნალექების სახით); წყლის ნაკლებობას ეს მცენარეები იმიოთ ეგუებიან, რომ ფოთლებში წყალს იგროვებენ და ძლიერ სუსტი ტრანსპირაციის გამო შეფარდებითი აორთქლების პროცესიც

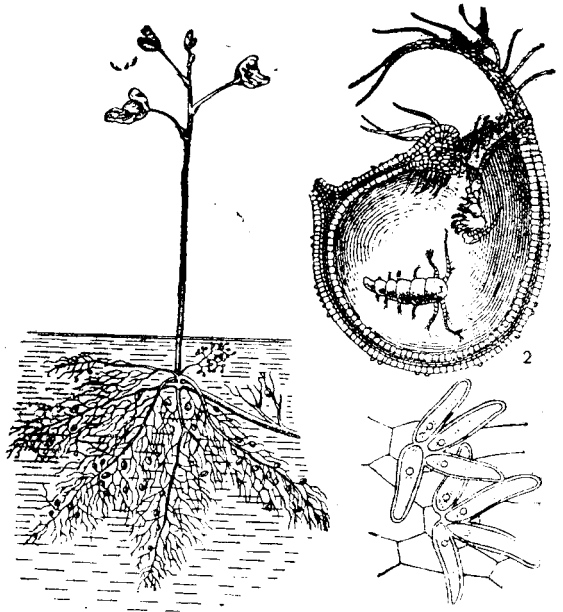


სურ. 162. ულვაში ყანის მატკვარცანაზე (*Lathyrus Aphaca*).

მცირდება. ამ დროს ფოთლები სქელი, ხორცოვანი და წყლიანი ხდებიან. წყლიანი ფოთლის ცენტრალურ ნაწილში ან ორივე ეპიდერმისის ქვეშ დიდი ზომის უჯრედებისაგან შემდგარი წყლის დამგროვებელი ქსოვილია.

ასეთ ფოთლებში, წყლის დამგროვებელ ქსოვილთან ერთად, ბაგეების მცირე რაოდენობაა წარმოდგენილი. იმ მცენარეებს, რომელთაც წყლიანი ან ხორცოვანი ფოთლები უვითაოდებათ, სუკულენტები („სუკუს“—წვენი, „სუკულენტუს“—წვენიანი, ლათინ.) ეწოდება.

ტიპური სუკულენტი მცენარეებიდან აღსანიშნავია: ალოე (*Aloe arborescens*) სანხრეთ აფრიკის სტეპების მცენარე, ამერიკული აგავეები (*Agave*) და აგრეთვე, ჩვენი კლდეების ქვიან და ღორღიან ადგილებში მოზარდი კლდისღუმები, ფუნთუშები და სხვ.



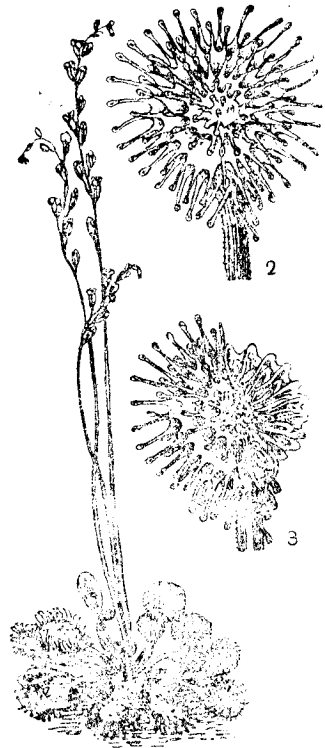
სურ. 163. 1—ბუშტოსანა. 2—სახეშეცვლილი ფოთლები შიგ მოყოლილი მწერით.

ბევრ მცენარეში ფოთლის მაგივრობას გაბრტყელებული ყუნწი ასრულებს. ყუნწის ამ სახეცვლილებას ფილოდიუმი ეწოდება. თუ ნორმალური ფოთლების როლი ძირითადად ავტოტროფული კვებით განისაზღვრება, ფოთლების სახეცვლილებების დროს ზოგჯერ ადგილი აქვს ჰეტეროტროფულ— მზა ორგანული მასით კვებას; ამ მხრივ განსაკუთრებით აღსანიშნავია მწერიჭამია მცენარეების სახეშეცვლილი ფოთლები. მწერიჭამია მცენარეები აღჭურვილი არიან სპეციალური სამარჯვებით, რომელთა საშუალებით, იჭერენ პატარა მწერებს და სათანადო მონელების შემდეგ ამ ორგანიზმებით იკვებებიან. მწერიჭამია მცენარეებს ეკუთვნის ბუშტოსანა, დროზერა, ბუზიჭერია, ნებენტესი და სხვ.

ბუშტოსანა (*Utricularia vulgaris*, სურ. 163) ჩვენს ტბებსა და ჭაობებში მოცურავე უფესვო მცენარეა. მისი მრავალჯერ წვრილად განკვეთილი ფოთლები აღჭურვილია ბუშტულებით. ბუშტულები ფოთლის ნაკვეთების სახეცვლილებებს წარმოადგენენ. ამ პატარა ბუშტულებს ერთ მხარეს აქვთ ხვრელი, რომელიც შიგნიდან სარქველით არის დახურული. სხვადასხვა მწერი ან მცირე ზომის ცხოველური ორგანიზმი სარქვლის შეხებისას ბუშტულებში ემწყვდევა და ზევით ვეღარ ამოდის, ვინაიდან შიგნიდან სარქველი ისევ იხურება. ბუშტულებში მომწყვდეული ორგანიზმები თანდათანობით იხრწნებიან და ამ გახრწნილ მასას მცენარე ინელებს.

დროზერაც (*Drosera Rotundifolia* სურ. 164) ჩვენს ტორფიან ჭაობებში მონარდი მრავალწლოვანი მცენარეა. მისი როზეტი შეკრებილი პატარა ზომის ფოთლებით, თანაფოთლებიანია. ფოთლები ზემოდან დაფარულია მოწითალო, თავკომბალისებრი ბეწვებით (ჯირკვლებით). ამ ბეწვების წვერიდან გამოიყოფა წებოვანი ნივთიერება, რომელზედაც ადვილად ეწყებება მიკროორგანიზმები, ხშირად მწერების სახით. მიწებებული მწერი, ცდილობს რა განთავისუფლებას, თავისი მოქმედებით აღიზიანებს ბეწვებს, რომლებიც გარს ეხვევიან მწერს. გამონაყოფი სიმჟავეების მოქმედებით მწერის დაშლილ სხეულს მცენარე საკვებად იყენებს.

დროზერასებრთა ოჯახიდან მწერიჭამიას მეორე წარმომადგენელია ბუზიჭერია (*Dionea muscipula*, სურ. 165). ბუზიჭერია გავრცელებულია ჩრდილო ამერიკის ტორფიან ჭაობებში. მწერის დასაჭერად მას ფოთლები შემდეგნაირად აქვს მომარჯვებული: ფოთლის ორნაკვთიანი ფირფიტა ფრთიან ყუნწზე ხის და ფირფიტის ნაკვეთი გრძელი კბილებით მთავრდება. ფირ-



სურ. 164. დროზერა (*Drosera*).
1—მცენარე; 2, 3—სწორი და პო-
ლუნული ჯირკვლოვან-ბეწვებიანა
ფოთლები.

ფიტის ნაკვეთებს შუა ჯაგრისებრი გამონახარდებია. თუ ამ ჯაგრებზე მწერი მოხვდა, გალხიანების შედეგად ნაკვეთი მოიკეცება; ნაკვეთების მოკეცვისთანავე მასზე განლაგებული კბილებიც ერთმანეთს უერთდებიან ისე, რომ კბილები ერთმანეთში ჩამჯდარია და შიგნისა თუ ის მწერია გაბმული. ნაკვეთებისა და კბილების ხლართებში მოხვედრილი მწერი მცენარის შიგნით გამოყოფილი ხსნადი ნივთიერებებით იშლება და შემდეგ კი მოინფლება.

ტენიანი ტროპიკული ტყეების ეპიფიტი მცენარის ნეპენტესის (*Nepenthes*, სურ. 166) ფოთლები და ყუნწი ძალიან სახეშეცვლილია.

ფოთლის ყუნწი ქვედა ნაწილში ფოთლისებრ გაბრტყელებულია, ხოლო



სურ. 165. დიონეა (*Dionea*). ა—მცენარე ყვევლებით და მწერიჭამია ფოთლებით; ბ—გაშლილი ფოთოლი; გ—ფოთლის განაქერი.

ზედა ნაწილით, რომელიც მრგვალ თასმისებრად არის წაგრძელებული, ამა თუ იმ საყრდენს ეხვევა და ყუნწის ბოლოზე პატარა ზომის ქოთნისებრი სხეულები უვითარდება. ეს ფოთლები ღრუიანი სხეულებია. ღრუ ზემოდან ფოთლის ფირფიტით—ხუფით არის ნახევრად დაფარული. ხუფის ქვედა მხარე და ფოთლის ზემოთ კიდევები მოფენილია ჯირკვლებით, რომლებშიც ტკბილი სითხე გროვდება. მწერი, უმაჯგურესად, ამ სითხეს, შეფერადებულ ქოთანსა და ხუფს ეტანება. ხშირად მწერი სითხის წუწნის დროს ვარდება ქოთნის ღრუში და უკან ვეღარ ამოდის. ქოთნის კედლის უჯრედებიდან გამოყოფილი ორგანული მჟავების მოქმედებით მწერის ორგანიზმი იშლება და ხდება მონელება.

ყველა ამ და სხვა მრავალ მწერიჭამია მცენარეს აზოტით ღარიბ ადგილსამყოფელში უხდება ცხოვრება და ამიტომ

აზოტის ანაზღაურება ცხოველურ-ორგანული ნივთიერებების კვების ხარჯზე წარმოებს.

მეტამორფოზული ფოთლების განსაკუთრებულ ტიპს ეკუთვნის ეპიფიტ დიშიდიას ფოთლები (*Dischidia rafflesiana*, სურ. 167). დიშიდიას ერთი წყება ფოთლები ღებულობს პარკისებრ ფორმას, სადაც წყალი და წყალთან ერთად ცხოველური და მცენარეული ორგანიზმების ნარჩენები გროვდება. ამ პარკებში მრავალჯნის დატოტიანებული დამატებითი ფესვებია გართხმული, რომლებიც ღეროდან პარკის მიმაგრების ადგილიდან გამოდიან. ეს ფესვები პარკში დაგროვილ წყალს და სხვა მასას იწოვენ და ითვისებენ.

ფოთლის რთული მეტამორფოზი გამოსახულია მცენარის ისეთ ორგანოში, როგორცაა ყვავილი და მისი ნაწილები.

ფოთლის შინაგანი აგებულება. ფოთლის ანატომიური შესწავლა ადას-

ტურებს, რომ იგი მცენარის ერთ-ერთი ძირითადი სასიცოცხლო პროცესის— ფოტოსინთეზის მჭარმოებელი ორგანოა (სურ. 168).

ფოთოლი შედგება ფირფიტისა და ყუნწისაგან. ფირფიტა მეტწილად ძარღვებითაა დაქსელილი. ფირფიტის რბილობი და ძარღვები შედგებიან სხვადასხვა ქსოვილისაგან: ძირითადი, წარმომშობი, მფარავი, მექანიკური და გამტარისგან. ეს ქსოვილები ხელს უწყობენ ფოთოლში მიმდინარე მთავარ პროცესს— ფოტოსინთეზს.

განხილულიდან ჩანს, რომ თუ ფოთოლი მზის სინათლის მიმართ უპირატესად ერთი სიბრტყითაა მიმართული, — მაშინ მისი აგებულება გარეგნულად და ანატომიურად ორმხრივია, ე. ი. ფოთლის ზედა და ქვედა მხრის ნაწილები სხვადასხვა აგებულებისაა. ასეთი ფოთლები დორზოვენტრალური ტიპისაა. თუ ფოთლის ფირფიტა ნაკლებად დიფერენცირებულია ზედა და ქვედა მხარედ, ანატომიური ელემენტების დიდი ნაწილი მთელ სისქეზე ერთგვაროვანი აგებულებისაა, მაშინ ფოთოლი იზოლატერალური ტიპისაა.

დორზოვენტრალური ტიპის ფოთლის ფირფიტის ანატომიური აგებულება

დორზოვენტრალური ტიპის ფოთლები, უპირატესად, აქვთ ორლებნიან მცენარეებს. ფოთლის ზედა და ქვედა მხარე დაფარულია ეპიდერმისით, ანუ კანით. მათ შორის მოქცეულ რბილ ნაწილს მეზოფილს ანუ რბილობს უწოდებენ. მეზოფილ ადგილას განკვეთილია წვრილი თუ მსხვილი ძარღვებით. ფოთლის ზედა ეპიდერმისი შედგება ცოცხალი, ერთწყობად განწყობილი და ერთმანეთთან მჭიდროდ მიჯრილი უჯრედებისაგან. ზედა ეპიდერმისი მეტწილად დაფარულია კუტიკულით. კუტიკულა შედგება კუტინისაგან, რომელიც ცხინმაგვარ ნივთიერებათა ნარევი. ანდა ზოგჯერ ეპიდერმის ცვილით არის დაფარული. ცვილი კანსზედა შრეა, იგი იცავს ზემოთი აორთქლებისაგან ფირფიტას, ხელს უშლის ბაქტერიებისა და სოკოების შეჭრას რბილობში.

ზედა ეპიდერმისში ბაგეები, ჩვეულებრივ, არაა, ხოლო თუ არის, ისიც მცირე რაოდენობით. წყლის მცენარეების წყლის ზედაპირზე მოტივტივე ფოთლებს ბაგეები ზედა ეპიდერმისში აქვთ განლაგებული.



სურ. 166. ნეპენტესის (Nepenthes) სახეშეცვლილი ქოთნისებური ფოთლები.

ქვედა ეპიდერმისი შედგება პატარა ზომის (ვიდრე ზედა) ერთ წყებად განწყობილი უჯრედებისაგან. ეპიდერმისისათვის დამახასიათებელია ბაგეების დიდი რაოდენობა. ფირფიტის ქვედა მხარე ბუსუსებითაა მოფენილი; ფოთლის ზედა მხარე კრიალა ან პრიალა და მუქი მწვანეა, ქვედა მხარე მკრთალი და უფრო ბაცი მწვანეა. ზედა მხარეზე ძარღვები სუსტადაა გამოსახული, ქვედა მხარეზე კი—ძლიერ. ბაგეები, რომლებიც მეტწილად ქვედა ეპიდერმისში არიან განლაგებული, ხელს უწყობენ აორთქლების, ფოტოსინთეზისა და სუნთქვის პროცესებს.



სურ. 167. დიშიდიას (*Dischidia Raifflesiana*) ქოჩონისებრი ფოთლები.

ბაგე შედგება ორი, ნახევრადმთვარისებრი უჯრედისაგან, რომლებიც ერთმანეთს უკავშირდებიან ჩაზნექილი ნაწილებით. ამ ორ უჯრედს მკეტავი უჯრედები ეწოდება. მკეტავ უჯრედებს შორის ბაგის ხვრელია. მკეტავი უჯრედები არეგულირებენ ბაგის ხვრელის მოქმედებას, გაღება-დაკეტვას, მათი

უჯრედების არათანაბარი გასქელებით და ტურგორული წნევით. მკეტავი უჯრედების ქვეშ ხშირად იქმნება საჭაერო ღრუ (სურ. 169). ქვედა ეპიდერმისში მდებარე ბაგეები ხვრელით დაკავშირებულია მეზოფილის პარენქიმის უჯრედშორისებთან და ამით ხელს უწყობს აირმიმოცვლას. ბაგეები ყველა უმაღლესი მცენარეებისთვისაა დამახასიათებელი, გარდა პარაზიტ, საპროფიტ და ზოგიერთ წყალში ჩაძირულფოთლებიანი წყლის მცენარეებისათვის. ბაგეების ზომა და რაოდენობა განსხვავებულია არა მარტო მცენარის სხვადასხვა სახეობისათვის, არამედ ერთი სახეობისათვის, თუ ფოთლები განვითარდა სხვადასხვა ეკოლოგიურ პირობებში. ბაგეების რაოდენობა საშუალოდ ფოთლის ზედაპირის 1 მმ²-ზე უდრის 200—400-ს, ზოგჯერ კი გაცილებით მეტს. მართალია, ეპიდერმისი ძალიან თხელი შრეა, მაგრამ იგი ზოგიერთ მცენარეში საკმაოდ მტკიცე შეიძლება იყოს, მაგალითად, პალმის (*Raphiataedigera*-ს) ფოთლის ეპიდერმისიდან მზადდება ნამყენების შესახვევი მასალა, რომელიც ფართოდაა გამოყენებული მებაღეობაში რაფიას სახელწოდებით. ზოგიერთ მცენარეს ფოთოლში უვითარდება წყალშემკრები იდიობლასტები (სურ. 170), რომლებიც ფოთლებში წყლის მარაგს არეგულირებენ. ასეთი იდიობლასტები ახასიათებთ მეტწილად სუკულენტი მცენარეების ფოთლებს. იდიობლასტები ზოგჯერ შეიცავენ მორიმილავ ნივთიერებებს, ეთერზეთებსა და სხვა ორგანულ ნივთიერებებს.

ხშირად ფირფიტის კიდურ ნაწილში ე. წ. წყლის ბაგეები—ჰიდატოტები ვითარდება, რომელთა საშუალებით წყალი წვეთების სახით გამოი-

ყოფა. ჰიდატოტები უვითარდებათ მეტწილად ტენიან ადგილებში მოზარდ მცენარეებს.

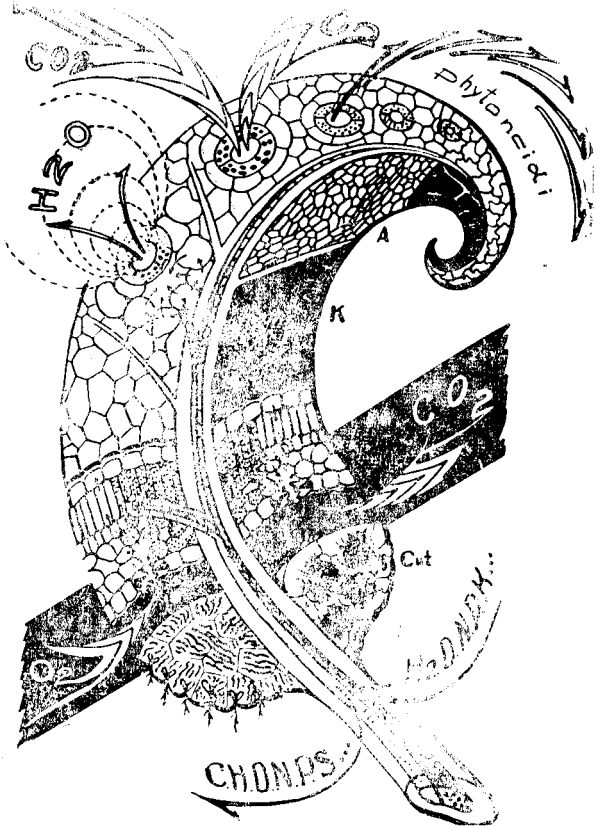
ფოთლის მეზოფილი შედგება მესრისებრი და ღრუბლისებრი პარენქიზისაგან და ძარღვებისაგან.

მესრისებრი პარენქიზა, მეტწილად, განლაგებულია ფოთლის ზედა მხარეზე — ზედა ეპიდერმისის პერპენდიკულარულად (სურ. 171), მისი ცოცხალი, ერთ ან რამდენიმე წყებად განლაგებული მოგრძო უჯრედები ერთმანეთთან მჭიდროდაა მიჯრილი. ამ ქსოვილის უჯრედების განლაგება სხვადასხვაა არა მარტო ამა თუ იმ სახეობის მცენარეებში, არამედ ერთი და იგივე სახეობის მცენარე-

ებშიაც, რაც გამოწვეულია გარემო პირობების ზეგავლენით. იმ მცენარეებს, რომელთაც უხდებათ ქარბი სინათლის პირობებში ცხოვრება, მესრისებრი პარენქიზის უჯრედები რამდენიმე წყებად აქვთ, ხოლო ნაკლებ სინათლიან გარემოში ხშირად ერთ წყებად არიან განლაგებული (სურ. 172). მესრისებრი პარენქიზაში დიდი როლდენობითაა ქლოროფილის მარცვლები და ამიტომ იგი წარმოადგენს ტიპურ საასიმილაციო ქსოვილს. დორზოვენტრალურ ფოთლებში მესრისებრი პარენქიზა საკმაოდაა განვითარებული, რაც დამახასიათებელია ქსეროფიტებისათვის. ქსეროფიტებს, რომელთაც მცირე ზომის და სქელი ფოთლები ახასიათებთ, მესრისებრი პარენქიზა ძალიან განვითარებული აქვთ, უჯრედები უფრო დიდი რაოდენობითაა წარმოდგენილი და რამდენიმე წყებადაა განლაგებული.

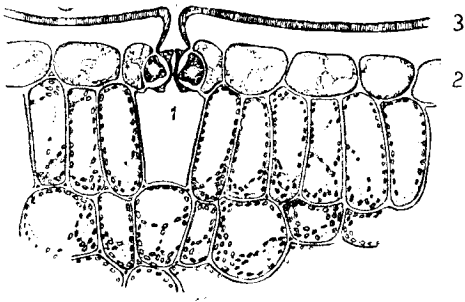
ჰიდროფიტებში მესრისებრი პარენქიზა სუსტადაა განვითარებული, ან სრულგვითაც არაა. მესრისებრი პარენქიზაში ქლოროფილის მარცვლები განლაგებულია მისი უჯრედების კედლურ პროტოპლაზმაში.

მეზოფილის ქვედა ნაწილი უკავია ღრუბლისებრი პარენქიზას. იგი უსწორ-



სურ. 168. სასიცოცხლო პროცესების ნიშნინარეობა ფოთლში. სქემა ფოტოსინთეზი $\text{CO}_2 \rightarrow$ და $\text{O}_2 \rightarrow$; სუნთქვა $\text{O}_2 \leftarrow$ და $\text{CO}_2 \rightarrow$; ტრანსპირაცია $\text{H}_2\text{O} \leftarrow$; H_2O N.P.K.—მინერალური ნივთიერებების მიღება; C.H.O.N.P.S.—ორგანული ნივთების გადაადგილება. (ბ. ანელის)

მასწორო ფორმის მომრგვალო უჯრედებს შეიცავს, ფაშარი განლაგება და ძლიერ განვითარებული უჯრედშორისები აქვთ. ეს უჯრედშორისები ბაგეებთან ერთად ხელს უწყობენ მეზოფილში წყლის აორთქლებას, აერაციას (ნახშირჟანგისა და ჟანგბადის ურთიერთქმედებას). ღრუბლისებრ ქსოვილში მიმდინარეობს აგრეთვე ასიმილაციის პროცესი მესრისებრ პარენქიმასთან ერთად. ღრუბლისებრ პარენქიმაში ქლოროფილის მარცვლების რაოდენობა გაცილებით მცირეა, ვიდრე მესრისებრ პარენქიმაში; მაგალითად, თუ ზოგიერთი მესრისებრი პარენქიმის ერთ უჯრედში შეიძლება გამოითვალოს რამდენიმე



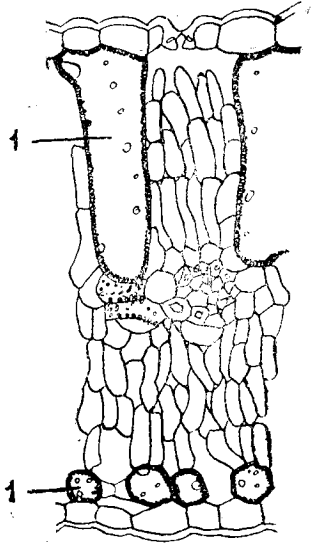
სურ. 169. მიხაკის ფოთლის განვივი კრილი: 1—საპერო ღრუ; 2—ეპიდერმისი; 3—კუტიკულა.

ასეული ქლოროფილის მარცვალი, ღრუბლისებრში მისი რიცხვი მხოლოდ რამდენიმე ათეულს აღწევს. ღრუბლისებრი პარენქიმის უჯრედების რიცხვი ასევე მცირეა მეზოფილში, მაშინ, როდესაც მესრისებრი პარენქიმის უჯრედების რიცხვი შედარებით დიდია. მესრისებრი და ღრუბლისებრი პარენქიმები ვითარდებიან ფოთლის ჩანასახის მერისტემული უჯრედებისაგან.

ფოთლის მეზოფილში მოთავსებულია ძარღვები. ძარღვები ძირითადად იყოფა: მთავარ და გვერდით ძარღვებად. ამ ძარღვებით მეზოფილი ხშირად მთლიანად არის დაქსელილი. ძარღვების დანიშნულებაა მიაწოდოს წყალი და წყალში გახსნილი არაორგანული ნივთიერებები და გამოიტანოს უკან ასიმილაციის პროდუქტები.

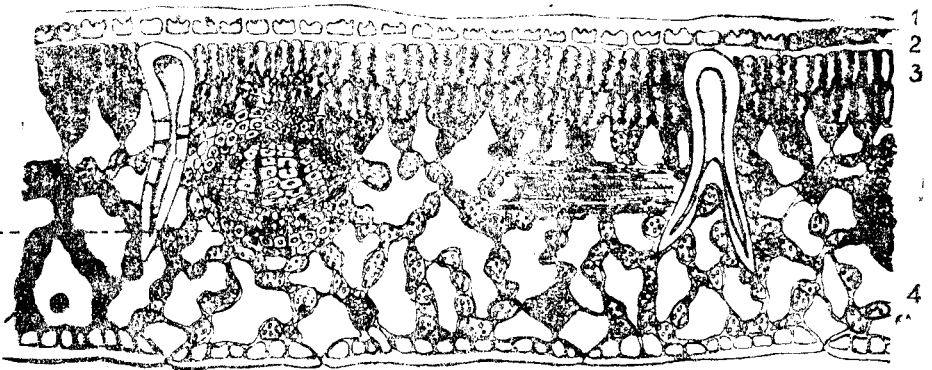
მთავარი ძარღვები უპირატესად შედგება რამდენიმე კოლატერალური ტიპის გამტარი კონისაგან; ზოგ მცენარეში შეიძლება ბიკოლატერალური კონებიც იყოს. გამტარი კონები წარმოიქმნება ჩანასახში, უფრო ადრე, ვიდრე ფოთლის ძირითად ქსოვილში (ორივე პარენქიმის).

კონები შედგება ჭურჭლების, ტრაქეიდების, საცრიანი მილებისა და თანაჰზავრებისაგან. კონები ფოთლის ზედა მხარისკენ იმგვარად არიან განლაგებული, რომ კონის ზედა ნაწილში მდებარეობს ქსილემა, ქვედა ნაწილში კი—ფლოემა. მეტწილად კონები დახურულია, თუმცა ღია კონები გააჩნია ზოგიერთ ხემცენარეს ფირფიტის განვითარების ადრეულ სტადიაში.



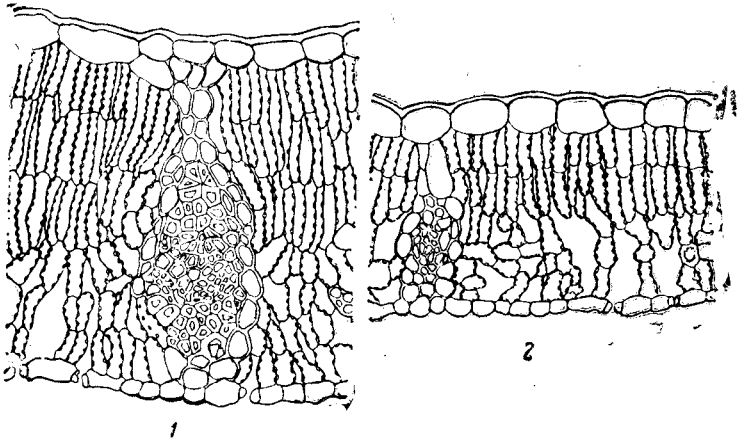
სურ. 170. ცერცვეკალას (Alhagi camelorum) ფოთლის კრილი. იდიობლასტები, რომლებიც შეიცავენ წყალს და მთრიმლავ ნივთიერებებს (1).

გვერდითი ძარღვები კიდებისაკენ თანდათანობით წვრილდებიან და შიგნით თანდათანობით მარტივდებიან; ჯერ ქრებიან საცრიანი მილები, შემდეგ ჭურჭლები, ბოლოს კი რჩებიან ტრაქეიდები. მექანიკური ქსოვილები, პეტწილად ფოთლის მთავარი ძარღვების კონებშია გაბნეული კოლენქიმის სა-



სურ. 171. კამელის ფოთლის განივი ჭრილი: 1—კუტიკულა; 2—ეპიდერმისი; 3—მესრისებური პარენქიმა; 4—ღრუბლისებური პარენქიმა.

ბით, ამიტომაც ფოთლის ძარღვები, გარდა გამტარისა, მექანიკურ როლსაც ასრულებს—ამაგრებს ფოთლის რბილობს—მეზოფილს. კოლენქიმა შეიძლება ვანვითარდეს ფოთლის კიდებში. მეზოფილში ზოგჯერ სკლერეიდები და



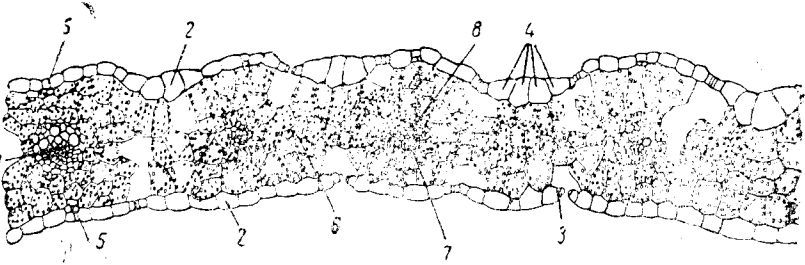
სურ. 172. მუხის ფოთლის მეზოფილის აგებულება: 1—განათებული; 2—დაჩრდილული.

ბოჭკოებიც ჩნდება, რომლებიც ასევე მექანიკურ როლს ასრულებენ. ყველა ჩამოთვლილი მექანიკური ქსოვილის ელემენტი სიმტკიცის გარდა, ელასტიკურობის თვისებასაც აძლევს ფოთოლს.

ზოგიერთ ერთლებნიან მცენარეს (უმთავრესად ხეებს) ფოთოლში ახასიათებს სკლერენქიმა, საიდანაც მიიღება ძვირფასი ბოჭკო (დრაცენა, ახალ-ზელანდიის სელი და ა. შ.). ბოჭკოებიდან ფართოდ იყენებენ დრაცენის ბოჭკოს, როგორც შესახვევ მასალას და თოკების დასამზადებელ ნედლეულს.

იზოლატერალური ტიპის ფოთლის ფირფიტის ანატომიური აგებულება.

თუ მცენარეები შეგუებული არიან და ვითარდებიან ძლიერ განათებულ და ცხელ ადგილებში, მაშინ მათ ფოთლების მეზოფილში შეიძლება განვითარდეს მხოლოდ მესრისებრი პარენქიმა რამდენიმე წყების სახით. წყებათა

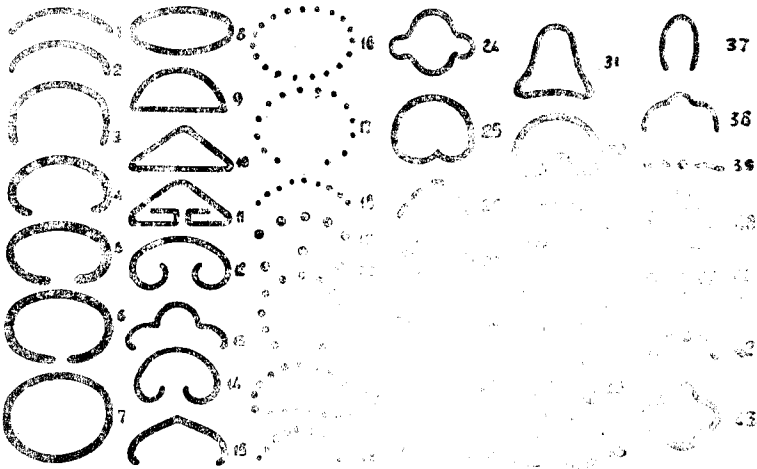


სურ. 173. ხორბლის ფოთლის სივრძივი კრილი: 1—ძარღვი; 2—კანი; 3—ბაგე; 4—მოძრავი უჯრედები; 5—სკლერენქიმა; 6—ქლორენქიმა; 7—ფლოემა; 8—ქსილემა.

რიცხვი შეიძლება ავიდეს ცხრამდე და უფრო მეტიც იყოს. მრავალრივანი მესრისებრი პარენქიმა ახასიათებს, მაგალითად, ევკალიპტს, ნუშს.

მცენარეები, რომლებიც შეგუებული არიან და ვითარდებიან ძალიან

СХЕМАТИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ ЧЕРЫШКА-МЕЗОФИЛЛА ЛОУИСТЫХ

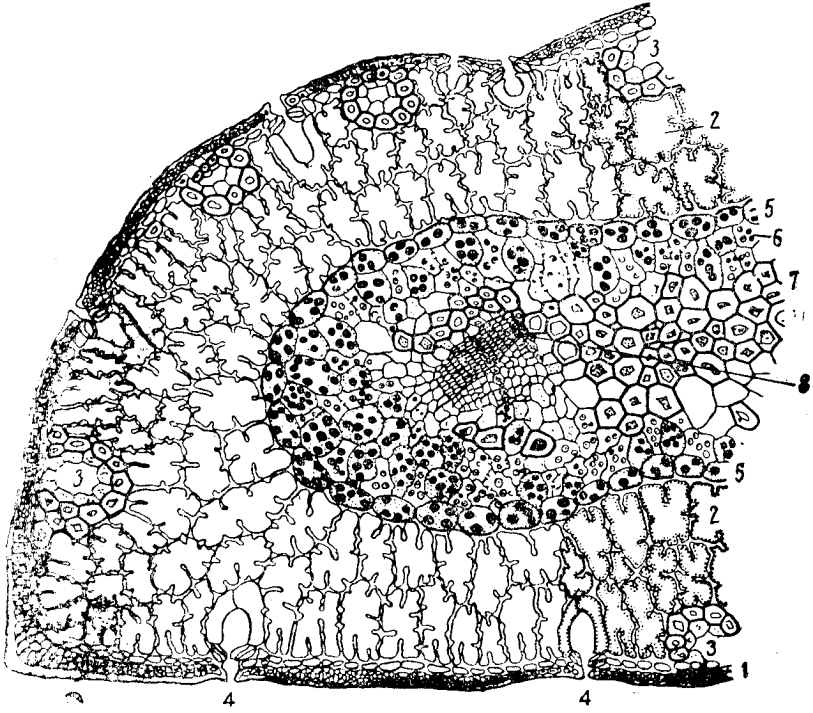


სურ. 174. სხვადასხვა მცენარის ფოთლის ყურწის გამტარი სისტემის ტექსტურები განივ განაწერზე. (ნ. ანულის)

დაჩრდილულ ადგილებში, მათი მეზოფილი მეტწილად შედგება მხოლოდ ღრუბლისებრი პარენქიმისაგან. მაგალითად, თუ იასამნის ჩვეულებრივ ფოთოლს ავიღებთ და გავსინჯავთ, ვნახავთ, რომ მას დორზოვენტრალური აგებულება აქვს. ისეთ ფოთოლს თუ ავიღებთ, რომელიც ბუჩქის სულ შიგნით, ძალიან დაჩრდილულ პირობებში განვითარდა, მასი მეზოფილი შედგენ ილი

იქნება მხოლოდ ღრუბლისებრი პარენქიმისაგან. ასევეა ბზა, სურო.

მარცვლოვანების ფოთლის აგებულება. მარცვლოვანების ფოთოლი მეტწილად ორი ძირითადი ნაწილისაგან შედგება: ხალთასა და ფირფიტისაგან. ფირფიტა შედგება ზედა და ქვედა ეპიდერმისისაგან (სურ. 173). ამ ეპიდერმისების შიგნით განლაგებულია სკლერენქიმული უჯრედები პატარა ჭიმების სახით, მათი მეშვეობით ფირფიტას სიმტკიცე ემატება. ეპიდერ-

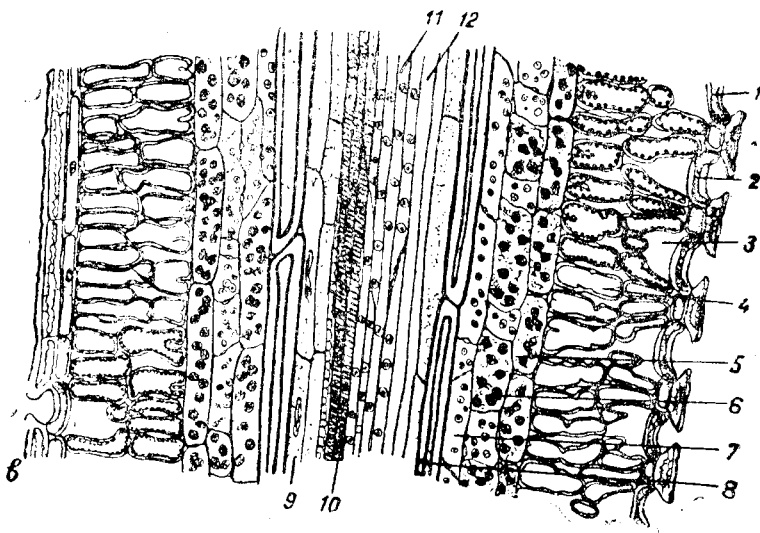


სურ. 175. ფიჭვის წიწვის განივი კრილი:

- 1—ეპიდერმისი; 2—ნაოჭიანი პარენქიმა;
- 3—ფისის სავალები; 4—ბაგეები; 5—ენდოდერმა;
- 6—პარენქიმული უჯრედები გარემოიანი ფორებით;
- 7.—სკლერენქიმა; 8—ფლოემა.

მისში სწორ სიგრძეზე რიგებად განლაგებულია ბაგეები. ბაგის მეტეავი უჯრედების ფორმა სწორკუთხოვანია, შემოჭრვალეული ბოლოებით. ზედა ეპიდერმისის ერთ წყებად განლაგებული უჯრედები სხვადასხვა ფორმისაა, მაგრამ ზოგიერთი სწორკუთხოვანი ფორმისაა. უჯრედების გარსი ძლიერ გაჯღენთილია კაჟოვანათი, რაც სიმტკიცეს აძლევს უჯრედს, მთელ ეპიდერმისს. ეპიდერმისის შედარებით წაგრძელებული სწორკუთხოვანი წვრილი უჯრედები მორიგეობენ დიდ თხელგარსიან უჯრედებს, რომელთაც მოტორუ-

ლი ან საკეცი უჯრედები ეწოდება. გვალვის დროს (რასაც წყლის გაძლიერებული აორთქლება და ტურგორული წნევის დაცემა მოყვება) მორტორული უჯრედები ხელს უწყობენ ფოთლების გარედან შიგნით დახვევას. მაშინ ბაგეები, მილივით დახვეული ფოთლის შიგნით ხვდება და ამცირებს წყლის აორთქლებას. ასეთი მილისებრი დახვეული ფოთლები დამახასიათებელია ველის ტიპის მარცვლოვანებისათვის. ფირფიტის მეზოფილი, ძირითადად, შედგება ღრუბლისებრი პარენქიმისაგან (იზოლატერალური ფოთოლი) და ასევე



სურ. 176. ფიჭვის წიწვის სიგრძივი კრილი: 1—ეპიდერმისი; 2—ბაგე; 3—საპაეროლრუ; 4—ნაოჭიანი პარენქიმა; 5—ენდოდერმა; 6—სახამებლოვანი პარენქიმა; 7—პარენქიმა გარემოიანი ფორებიით; 8—სქელგარსიანი ბოჭკოები; 9—თხელგარსიანი პარენქიმა; 10—სპირალური ტრაქეიდები; 11—ტრაქეიდები გარემოიანი ფორებიით; 12—ფლოემის ელემენტები.

დიდი რაოდენობა უჯრედ შორისებისაგან. ძარღვები, მეტწილად, მეზოფილის ცენტრალურ ნაწილშია განლაგებული და ქსილემისა და ფლოემისაგან შედგებიან.

ფოთლის ფირფიტის ანატომიური შესწავლით მკვლევარი ეცნობა მთელ რიგ მონაცემებს მცენარის ბიოლოგიის თავისებურებების შესახებ. აი, ერთი მაგალითი: როდესაც მცენარე შემოტანილია სხვა მხარიდან და წინასწარ არ ვიცით მისი აგრობიოლოგია, ძნელია შევუჩიოთ შესაფერი ადგი-

ლი დასარგავად. ფოთლის ანატომიით შეიძლება განესაზღვროთ მცენარისათვის საჭირო მზიანი თუ დაჩრდილული ადგილი. ფოთლის ზოგიერთი ნაწილის ანატომიური სურათები შეიძლება გამოდგეს დიაგნოსტიკურ ნიშნად (ეპიდერმისი).

ფოთლის ყუნწის აგებულება. ყუნწის მნიშვნელობა ფოთლისთვის საკმაოდ დიდია. პირველ რიგში ყუნწი უზრუნველყოფს ფოთლის ფიოფიტის უკეთესად ორიენტირებას სინათლის მიმართ. ყუნწი ზამბარისებრ ილუნება და ისევე სწორდება, რაც ფოთლის ფიოფიტას პირვანდელ გაშლილ მდგომარეობაში აბრუნებს ქარისა და წვიმის დროს. ყუნწით ხდება ნივთიერებათა გადაადგილება ფოთლის ფიოფიტასა და ღეროს შორის. ამავე დროს თვითონ ყუნწიც მონაწილეობს ფოტოსინთეზის პროცესში.

ფოთლის ყუნწის შინაგან აგებულებაში მოცემულია უპირატესად კოლათერალური გამტარი კონები, რომლებიც განლაგებულია სხვადასხვა მცენარეში ნაირგვარი არქიტექტურული მოდიფიკაციებით (რკალისებრი, ნალისებრი, წრისებრი, ელიფსური, იზოლირებული, მთლიანი სარტყლის სახით და სხვ.). გამტარ კონათა განწყობის ეს სახეები წარმოადგენს მემკვიდრულ ნიშანს ყოველი სახეობის მცენარისათვის და გამოსადეგია სისტემატიკის სელექციის ფილოგენეზური საკითხების გადასაჭრელად (სურ. 174).

წიწვის აგებულება. ცნობილ წიწვოვან მცენარეებს ნაძვს, სოჭს, ფიჭვს ნემსისებრი ფოთლები ახასიათებთ; მათ წიწვი ეწოდება. წიწვი შედარებით მარადმწვანე ფოთლებია; ხნოვანებით ამა თუ იმ მცენარის წიწვი რამდენიმე წლისაა.

ყველაზე რთული ანატომიური აგებულებისაა ფიჭვის წიწვი. რაც შეეხება სოჭს და ნაძვს, მათი აგებულება შედარებით მარტივია.

გავარჩიოთ ფიჭვის წიწვის ანატომიური აგებულება განივ განაჭერზე (ნახ. 175); გარედან იგი დაფარულია სქელგარსიანი ეპიდერმისით. მასში ღრმად ჩაძირულია ბაგეები (სურ. 176). ბაგეები განლაგებულია წიწვის სიგრძეზე გაყოლებით მრავალ ზოლად. ეპიდერმისის გარე ნაწილი გადაკრულია სქელი კუტიკულით. ეპიდერმისის ქვეშ წიწვის ირგვლივ განლაგებულია ერთი-ორი და მეტი წყება სქელგარსიანი ჰიპოდერმის უჯრედები. ჰიპოდერმის შემდეგ ასევე ირგვლივად ყველაზე ფართოდ წარმოდგენილია ნაოჭიანი პარენქიმა. თითოეული უჯრედის დანაოჭება საკმაოდ ღრმაა და მრავალრიცხოვანი (ხუთი, ექვსი, შვიდი). ნაოჭიანი პარენქიმის უჯრედები სქელგარსიანებია და შეიცავს ქლოროფილის მარცვლებს. ამგვარად, იგი მიეკუთვნება საასიმილაციო ქსოვილს. ნაოჭიან პარენქიმაში ასევე ირგვლივ განლაგებულია ფისის სავალები. ფისის სავალი რთულად აგებული წარმონაქმნია. მას აქვს წრისებრი ფორმა. ირგვლივ შემოკრულია ბოჭკოების მთლიანი ბარიერით. მის შიგნით შემოფენილია ფისის გამომწმუშავებელი ცოცხალი უჯრედები. ცოცხალი უჯრედების შიგნით ფისით სავსე ღრუა. ფისის სავალების რიცხვი და განლაგების თავისებურება სადიაგნოსტიკო ნიშანია სხვადასხვა ფიჭვების ერთიმეორისაგან გასარჩევად.

ნაოჭიანი პარენქიმის შიგნით ირგვლივად განწყობილია ერთი შრე—დიდი ზომის მომრგვალო უჯრედები—ენდოდერმა კასპარის ლაქებით.

ენდოდერმის შიგნით ირგვლივ ტრანსფუზიული ქსოვილია,

რომელიც შედგება ორგვარი ხასიათის პარენქიმული უჯრედებისაგან. უჯრედების ერთ ნაწილს გარსის კედლებზე განვითარებული აქვს გარემოიანი ფორები. ამ უჯრედების დანიშნულებაა წყლის და მასში გახსნილი ნივთიერებების გატარება გამტარი კონების მერქნიდან ნაოჭიანი პარენქიმისაკენ. ტრანსფუზიული ქსოვილის მეორე ნაწილის უჯრედებს მარტივი ფორები აქვთ და ემსახურებიან ორგანული ნივთიერებების გატარებას ნაოჭიანი პარენქიმიდან გამტარი კონების ლაფნისკენ.

ტრანსფუზიული ქსოვილის შიგნით ორი კოლატერალური ტიპის გამტარი კონაა.

რასაკვირველია, სხვადასხვა სახეობის ფიჭვების წიწვის ანატომიური აგებულება არ შეიძლება ზუსტად შეესაბამებოდეს აქ აღწერილს. განსხვავება შეიძლება იყოს ამა თუ იმ ნაწილის მოცულობასა, ფორმასა და შეფარდებაში.

ზემოთ მოყვანილი ცნობები ფოთლის ანატომიური აგებულების შესახებ მხოლოდ ზოგადი ხასიათისაა. სინამდვილეში ფოთლის შინაგან აგებულებას ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში მრავალი თავისებურება და ნიშანი ახასიათებს.

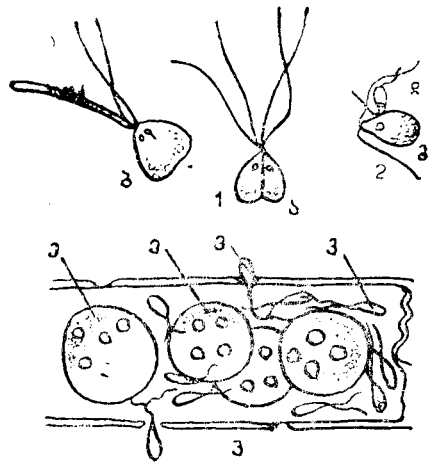
გ ა მ რ ა ვ ლ ე ბ ა

გამრავლება ყველა მცენარეული ორგანიზმის დამახასიათებელი პროცესია; დედამიწის ყველა განედზე გავრცელებული მეტად მრავალფეროვანი მცენარეულობა გამრავლების შედეგია.

გამრავლების პროცესი მცენარეებში, ძირითადად, ორგვარია: სქესობრივი და უსქესო.

სქესობრივი გამრავლება ისეთი პროცესია, როდესაც ორი უჯრედი, ანუ გამეტა („გამეტე“—ნეულლე, ცოლი; გამეტეს—მეულლე, ქმარი, ბერძნ.) ერთმანეთს უერთდება და მათი შეერთების შედეგად წარმოიშობა ახალი უჯრედი—ზიგოტა („ზიგო“—ულელი, ბერძნ.). სქესობრივი გამრავლება განახლების, ანუ რეპროდუქციის („რეპროდუქციო“—აღწარმოქმნა, ლათინ.) პროცესია; ამ დროს ზიგოტიდან ერთი ორგანიზმი ვითარდება და ორგანიზმის გამრავლება კი არ ხდება, არამედ ახალთვისებიანი ინდივიდი წარმოიშობა. სქესობრივი გამრავლების დროს ერთმანეთს უერთდება როგორც პროტოპლაზმა, ისე ბირთვები.

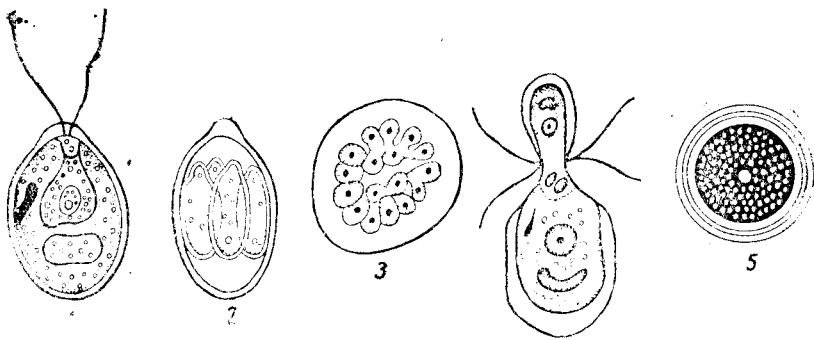
სქესობრივი პროცესი, მცენარეთა რომელიმე ჯგუფებიდან, მაგ., წყალმცენარეებში გამეტანგიუმიდან წარმოშობილი გამეტების შეერთებით, კოპულაციით („კოპულაციო“—შეერთება, ლათინ.) ხდება. ეს გამეტები ფორმით ერთნაირია და შეერთების შედეგად ზიგოტა წარმოიქმნება. ზიგოტა კი ახალ მცენარეს აძლევს დასაწყისს. სქესობრივი გამრავლების ასეთ სახეს იზოგამია („იზო“—თანაბარი, „გამეო“—ვკორწინდები, ბერძნ., სურ. 177) ეწოდება. წყალმცენარეების ზოგიერთ წარმომადგენელს ახასიათებს სქესობრივი განრავლების პეტეროგამური („პეტეროს“—სხვა, განსხვავებული, ბერძნ., სურ. 177) სახე. როდესაც გამეტები ფორმითა და ფიზიოლოგიურად ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან—ერთი ზომით პატარა და მამრობით გამეტას წარმოადგენს, ხოლო მეორე, შედარებით დიდი, მდედრობითი გამეტაა. ორივე გამეტა მოძრავია. წყალ-



სურ. 177. სქესობრივი გამრავლების სახეები: 1—იზოგამია, იზოგამეტების დაახლოება (ა) და შემდეგ მათი შერწყმა (ბ); 2—პეტეროგამია, (ა) მდედრობითი და (ბ) მამრობითი გამეტა; 3—იზოგამია მდედრობითი დიდი (ა) და მამრობითი (ბ) გამეტებით.

მცენარეებში ადგილი აქვს აგრეთვე სქესობრივი გამრავლების ისეთ სახეს, რომელსაც ოოგამია („ოონ“—კვერცხი, ბერძნ.) ეწოდება (სურ. 177). ამ დროს მდებარეობითი უჯრედი დიდი და თავისი კვერცხუჯრედით უძრავია, ხოლო მამრობითი პატარა და თავისი სპერმატოზოიდებით („სპერმა“—თესლი, „ზოონ“—ცხოველი, ბერძნ.) მოძრავია. კვერცხუჯრედი ოოგონიუმში ვითარდება, სპერმატოზოიდი კი—ანთერიდიუმში („ანთეროს“—აყვავებული, ბერძნ.); წყალმცენარეებს ახასიათებს აგრეთვე ვეგეტაციური გამრავლება სხეულის—თალუსის დანაწილებით.

წყალმცენარეებში სქესობრივი პროცესის შესწავლისათვის განვიხილავთ, მაგალითად, რთვ ვოლვოქსნაირთა ტიპურ წარმომადგენელს—ქლამიდომონადას (Chlamydomonas, სურ. 178). ქლამიდომონადა სფერული ან ოვალური ერთ-



სურ. 178. ქლამიდომონადა Chlamydomonas). 1—მცენარე, 2—ოთხი ახალი უჯრედი (უსქესო გამრავლება), 3—გამეტების წარმოქმნა, 4—განეტების კოპულაცია, 5—ზიგოტა.

უჯრედიანი მცენარეა, რომელსაც სხეულის ერთ ბოლოზე ორი შოლტი აქვს ამოზრდილი, რითაც იგი მოძრაობს პატარა გუბებებსა და წყალსატევებში. მისი უჯრედი დაფარულია პექტინოვანი გარსით. შიგთავსი შეიცავს პროტოლაზმას ორი მფეთქავი ვაკუოლით და წითელი „თვალით“, ჯამნაირ-ქრომატოფორს და მის წინ ჯამნაირ ჩაღრმავებაში მოთავსებულ ბირთვის. ქლამიდომონადაში სქესობრივი გამრავლება სამგვარია: იზოგამიური, ჰეტეროგამიური და ოოგამიური.

იზოგამიური სქესობრივი გამრავლების დროს უჯრედის შიგთავსიდან 32-მდე ან ზოგჯერ 64-მდე გამეტა ვითარდება.

უჯრედში მომწიფებული ფორმით ერთნაირი და ფიზიოლოგიურად განსხვავებული გამეტები გარეთ გამოდიან და ერთმანეთს წყვილწყვილად შეერთდება, ე. ი. ხდება განაყოფიერება. განაყოფიერების შედეგად წარმოიშობა ზიგოტა, რომელიც იგროვებს რა სათანადო საზრდო ნივთიერებას, გადადის მოსვენებით მდგომარეობაში.

ზიგოტა მოსვენების შემდეგ იწყებს გაღივებას და მისი შიგთავსიდან ოთხი ახალი ზოოსპორა ვითარდება. ქლამიდომონადას ზოგიერთ სახეობას, მაგ. Chlamydomonas Braunii-ის ჰეტეროგამიური სქესობრივი გამრავლება ახასიათებს.

გამრავლების წინ სხვადასხვა ზომის გამეტა ვითარდება უჯრედიდან,

რომლებიც განსხვავებულნი არიან როგორც მორფოლოგიურად, ისე ფიზიოლოგიურად. გამეტები შოლტებით დაცურავენ წყალში, შემდეგ კი ერთი პატარა და ერთი დიდი გამეტა ერთმანეთს ეხებიან: შეხების ადგილას ორივეს გარსი ლორწოიანდება. ამ ადგილში პატარა გამეტას (მამრობითი) პროტოპლასტი უერთდება დიდი გამეტას (მდედრობითი) პროტოპლასტს და ხდება განაყოფიერება. განაყოფიერების შედეგად წარმოქმნილი ახალი უჯრედი გარსს იკეთებს და ზიგოტად იქცევა.

ქლამიდომონადას მეორე სახეობას, როგორცაა *Chl. coceifera*, სქესობრივი გამრავლება ოოგამიური აქვს. ამ დროს დიდი მდედრობითი გამეტა, რომელიც უძრავია, გარსიან კვერცხუჯრედად გადაიქცევა და მამრობითი პატარა მოძრავი გამეტებით ნაყოფიერდება, აქედან განვითარებული ზიგოტა გარემოცულია მრავალშრიანი ცელულოზიანი გარსით და მისი შიგთავსი წითელ პიგმენტს—ჰემატოქრომს შეიცავს. რედუქციული დაყოფის შედეგად, გადავებული ზიგოტიდან ოთხი ზოოსპორა წარმოიქმნება, ამათგან კი—ქლამიდომონადას ოთხი ახალი ინდივიდი.

ყველა მცენარისათვის დამახასიათებელია სქესობრივი გამრავლება. თუმცა ხშირად მათ უსქესო გამრავლებაც ახასიათებთ. სქესობრივი განრავლების დროს წარმოიქმნება ნაირგვაროვანი თვისებების მქონე თაობა, ე. ი. კომბინირებული ახალი თვისებებით (მდედრობითი და მამრობითი ელემენტებიდან); მათ შეგუების გაცილებით დიდი უნარი ახასიათებთ ახალ გარემოსთან, ვიდრე წარმომშობთ. უსქესო გამრავლების დროს კი ახლად წარმომშობილ მცენარეს, წარმომშობი მცენარის ყველა ნიშან-თვისება მემკვიდრულად თან ჰყვება, მოკლებულია ახალ თვისებებს და შეუძლია მხოლოდ ისეთ პირობებში იარსებოს, რა პირობებშიაც იყო დედამცენარე.

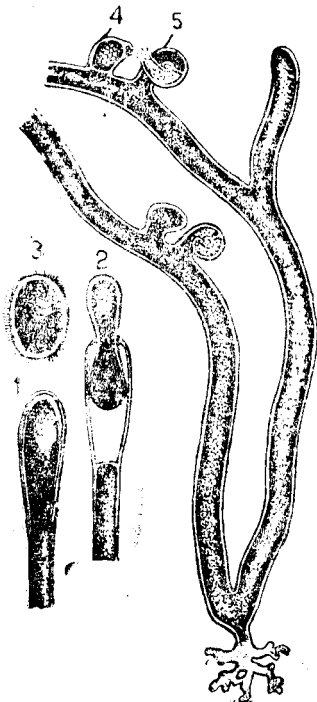
უსქესო გამრავლება ორი სახისაა: ტიპური უსქესო და ვეგეტაციური გამრავლება. ტიპური უსქესო გამრავლება გამრავლების ისეთი სახეა, როდესაც მცენარეული ორგანიზმებიდან სპეციალური გასამრავლებელი უჯრედები—ზოოსპორები („ზოონ“—ცხოველი, ლათინ.) ან სპორები („სპორა“—თესვა, თესლი, ბერძნ.) წარმოიქმნებიან; ზოოსპორა და სპორა ერთუჯრედიანი სხეულია, რომელშიაც პროტოპლასტი ერთ ან ორ და მეტ ბირთვიანია; ზოოსპორა უგარსო და მოძრავია, მოძრაობს პლანზმის გამონაზარდებით—შოლტებით. ზოოსპორები, უმთავრესად წყალმცენარეებს და ზოგიერთ სოკოს ახასიათებს, რომლებიც წყალში მრავლდებიან.

სპორა გარსიანია და იგი უძრავია. მოძრაობს, ე. ი. ვრცელდება ქარით, წყლით, ცხოველებით და სხვ.

ხშირად სპორები და ზოოსპორები, როგორც წესი, ვითარდებიან ორგანიზმის ინდივიდუალური განვითარების გარკვეულ ეტაპზე. წარმომშობი ორგანიზმიდან გამოცალკევებული და შესაფერის პირობებში მოხვედრილი სპორები და ზოოსპორები ახალ ორგანიზმებად ვითარდებიან.

მწვანე წყალმცენარეებში უსქესო გამრავლება, უმთავრესად, ზოოსპორებით ხდება; ზოოსპორა უგარსო უჯრედი და წვერზე განვითარებული აქვს ორი ან მეტი შოლტი, მათი საშუალებით ზოოსპორა მოძრაობს. ზოოსპორა ერთ ან რამდენიმე ზოოსპორანგიუმში წარმოიშობა. ზოოსპორანგიუმიდან გარეთ გამოსული ზოოსპორა წყალში დაცურავს, გაივლის მოსვენების პერიოდს, შემდეგ იკეთებს გარსს და ახალ მცენარედ ვითარდება.

უსქესო გამრავლების მაგალითია მწვანე წყალმცენარეების არაუჯრედული წარმომადგენელი—ვოშერია (*Vaucheria sessilis*, სურ. 179). ვოშერია არაუჯრედული დატოტვილი, ძაფნაირი მცენარეა, რომელიც უმეტესად მტკნარ წყლებს და ტენიან ნიადაგებზეა გავრცელებული. უსქესო გამრავლება ზოოსპორებით ხდება. უსქესო გამრავლების დროს ვოშერიას ძაფნაირი სხეულის წვერები მსხვილდება, მუქდება და სხეულის დანარჩენი ნაწილისაგან გადაიტხრება. ეს გადაიტხრეული ნაწილი ზოოსპორანგიუმად იქცევა და ზოოსპორანგიუმში მრავალშოლტიანი ერთი ზოოსპორა ვითარდება. ზოოსპორა, ზოოსპორანგიუმიდან გამოსული, ჯერ წყალში დაცურავს, გარსს შემოიკრავს და მოსვენების შემდეგ ახალ ინდივიდად ვითარდება.



სურ. 179. ვოშერია—

Vaucheria sessilis: 1—ზოოსპორანგიუმის კანვიტარება; 2—ზოოსპორანგიუმიდან ზოოსპორის გამოსვლა; 3—ზოოსპორა; 4—ანთერდიუმი; 5—თოგონიუმი.

უსქესო გამრავლების მეორე მაგალითად პურის ობი (სოკო, სურ. 180) განვიხილოთ, სადაც უსქესო გამრავლების საშუალებად სპორა ითვლება. პურის ობი ყოველმხრივ დატოტიანებული არაუჯრედული სხეულია. იგი შედგება სასოკოე, ანუ მიცელიუმისაგან და ამ მიცელიუმის შემაღენელი პატარა ზომის ძაფნაირი ნაწილები—საგან—ჰიფებისაგან. უსქესო გამრავლება აქ შემდეგნაირად ხდება: ზოგიერთი ჰიფა აღმაღება, წვერზე გამსხვილებას იწყებს და სფერულ სხეულად იქცევა. ეს სფერული სხეული სპორანგიუმი, რომელშიაც ერთბირთვიანი და გარსიანი მრავალი სპორა წარ-

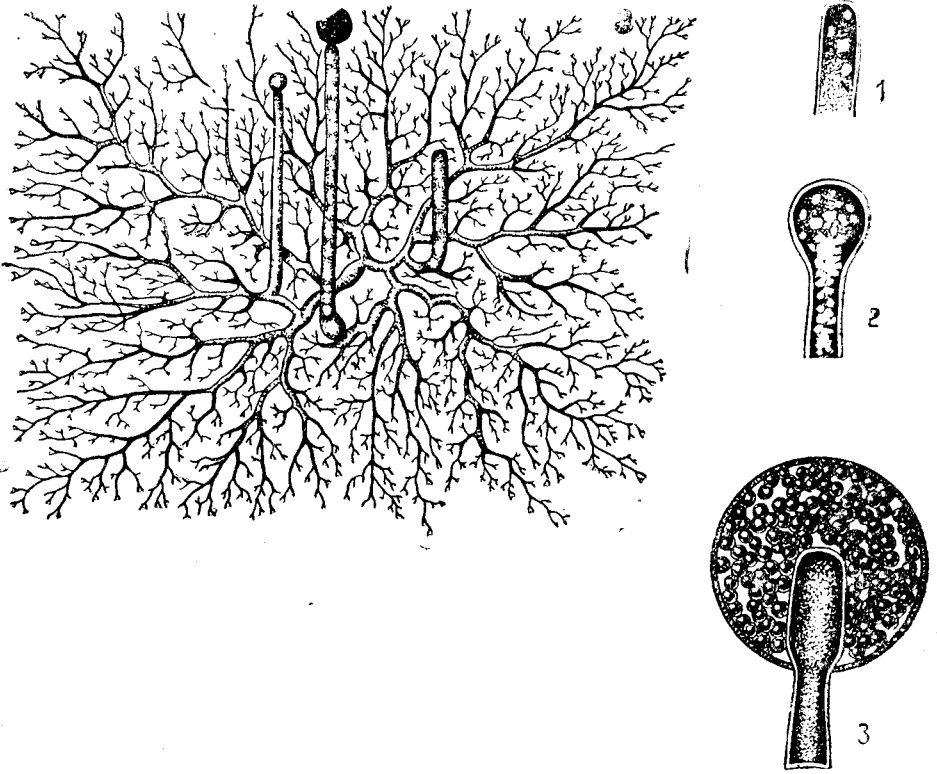
მოიშობა. სპორანგიუმიდან მომწიფებული სპორები გარეთ გამოიფანტებიან და შემდეგ ახალ მცენარედ—პურის ობად ვითარდებიან.

ვეგეტაციური გამრავლება ისეთი პროცესია, როდესაც მცენარე მისი სხვადასხვა ნაწილებიდან წარმოქმნის ან ალაღვენს ახალ მცენარეს. ხშირად მცენარე სხვადასხვა პირობებით გამოწვეულ, დაზიანებული ორგანოების ან ნაწილების მაგივრად ახალს წარმოქმნის. მცენარის ამ უნარს რეგენერაცია (რეგენერაცია—აღდგენა, განახლება, ლათინ.) ეწოდება.

ვეგეტაციური გამრავლება მცენარეებში, ძირითადად, სავეგეტაციო ნაწილებით ხდება, სახელდობრ, ყლორტებით, ფესვებით, ფესვის დამატებითი კვირტებით, ჩვეულებრივი კვირტებით, ტუბერებით, ბოლქვებით, ფესურებითა და სხვ.

ვეგეტაციური გამრავლების დროს სავეგეტაციო ნაწილები დედა ორგანიზმს შორდებიან და, შესაფერის პირობებში მოხვედრილი, ახალ მცენარედ ვითარდებიან. ასეთ ვეგეტაციურ გამრავლებას ბუნებრივი ვეგეტაციური განრავლება ეწოდება. ადამიანის ზემოქმედებით შესაძლებელია მცენარის სა-

ვეგეტაციო ნაწილების ხელოვნური დანაწევრება. მაგალითად, ფესურების, ტუბერების, ბოლქვებისა და სხვათა დანაწილება, დაყოფა. ასეთი ვეგეტაციური გამრავლება ხელოვნური ვეგეტაციური გამრავლების სახით არის ცნობილი.

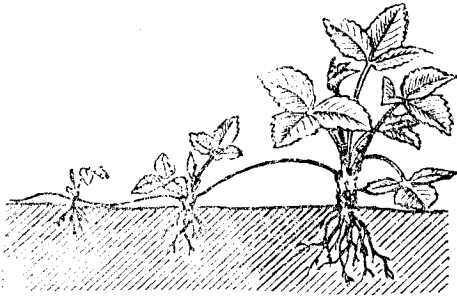


სურ. 150. ბურის ობი (*Mucor mucedo*). 1, 2, 3—სპორანგიუმის განვითარება.

მცენარეთა ბუნებრივი ვეგეტაციური გამრავლება დამახასიათებელია ყველა უდაბლესი და უმაღლესი მცენარისათვის. უდაბლეს მცენარეებში ზოგიერთი ორგანიზმი სხეულის ორად დაყოფას გზით მრავლდება, რაც ვეგეტაციური გამრავლების უპირტივესი სახეა. უდაბლესი მცენარეების ჯგუფებს: ბაქტერებს, წყალმცენარეებს, სოკოებსა და ლიქენებს ახასიათებს ვეგეტაციური გამრავლება, ძალუხის (სხეულის) დანაწილებით და ამ ნაწილებიდან ახალი მცენარის წარმოქმნა. ზოგიერთ სოკოს და, ნაწილობრივ, უმაღლეს მცენარეებს, მაგალითად, ღვიძლის ხავესებს ახასიათებს ვეგეტაციური გამრავლება ჩვეთა კვირტების საშუალებით. ვეგეტაციური გამრავლება ზოგჯერ მცენარის დაზიანებულ ადგილებზე ხდება. თესლოვან მცენარეებში ვეგეტაციური გამრავლება ხშირი მოვლენაა.

ვეგეტაციური გამრავლების ერთ-ერთი სახეა ყლორტებით გამრავლება. მაგ., წყლის მცენარე ლემნა (*Lemna*) ღეროსაგან განცალკევებული ყლორტებით მრავლდება. ასევე ელოდეას (*Elodea*) ღეროს ყლორტები სცილებიან ერთმანეთს და ზოგჯერ ახალ მცენარედ ვითარდებიან.

ნიადაგის ზედაპირზე გართხმული ყლორტები მუხლებში დამატებით ფესვებს და ფოთლების უბეებში კვირტებს ივითარებენ, საიდანაც შემდეგ ახალი მცენარე ვითარდება. მაგალითად, მარწყვის ერთი ეგზემპლარი ასეთი გამრავლების გზით უამრავ ახალ მცენარეს წარმოქმნის (სურ. 181).

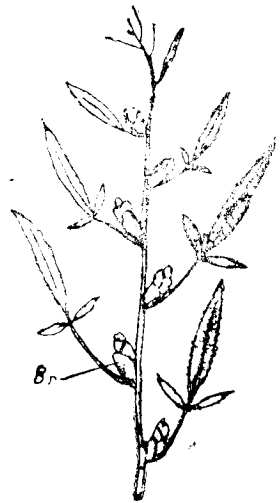
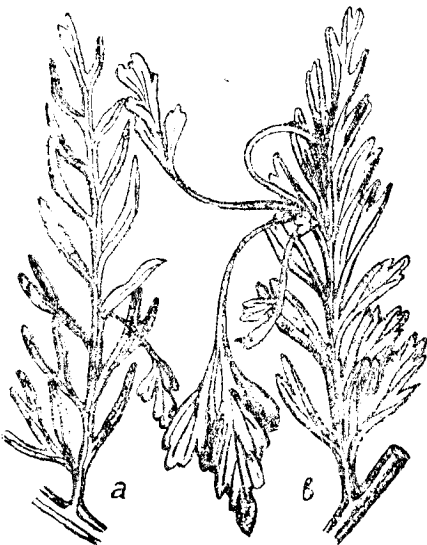


სურ. 181. მარწყვის (*Fragaria vesca*) ვეგეტაციური გამრავლება მიწისზედა ყლორტებით.

ყლორტებით გამრავლებასთან ერთად, ბუნებაში ადგილი აქვს ყლორტზე განვითარებული კვირტებით გამრავლებას, მაგ., ასეთი კვირტებით მრავლდება დენტარია (*Dentaria bulbifera*, სურ. 182).

საგან ახალი მცენარე წარმოიქმნება; ასეთი ვეგეტაციური გამრავლების მა-

ხშირად ფოთლებზე განვითარებული კვირტები-



სურ. 182. დენტარიის (*Dentaria bulbifera*) ვეგეტაციური გამრავლება ყლორტზე განვითარებული კვირტებით (Br). გვიმრის (*Asplenium bulbiferum*) ფოთლების ჩეკია კვირტებიდან განვითარებული მცენარე (a და b).

გალითებია: გვიმრა (*Asplenium bulbiferum*, სურ. 182), ბეგონია (*Begonia*, სურ. 183), ბრიოფილუმი (*Bryophyllum*, სურ. 184) და სხვ.

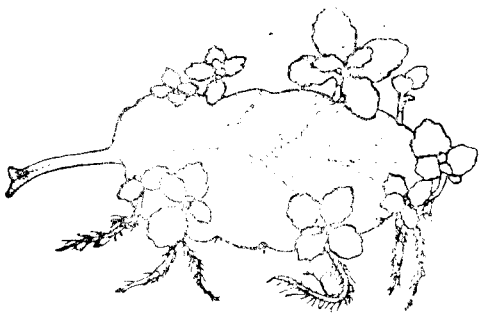
ვეგეტაციური გამრავლება ფესურებით ახასიათებს უმეტეს მრავალწლოვან ბალახოვან მცენარეებს. ფესურებზე განვითარებული კვირტებიდან მიწისზედა ყლორტები წარმოიქმნებიან, ხოლო ფესურების ზოგიერთი მუხლის კვდომის შედეგად—ყლორტებიდან წარმოიქმნებიან მცენარის ახალი ეგზემპლარები.

ფესურებით მრავლდება ბევრი ველური და კულტურული მცენარე; აქედან აღსანიშნავია ზოგიერთი მათგანი: შროშანა (*Convallaria*), ზამბახი (*Jris*), ზოგიერთი გვიმრა (*Pteridium*, *Dryopteris*, *Struthiopteris* *Asplenium*) და სხვ. ბანანი (*Musa*), შაქრის ღერწაში (*Saccharum officinarum*), ბამბუკი (*Phyllostachys*) და სხვ. ასევე ფესურებით მრავლდება ბევრა სარეველა მცენარე: შალათა (*Sorghum halepense*), მხოხავი ჭანგა (*Agropyrum repens*), გლერტა (*Cinodon dactylon*), ვირისტერტა (*Tussieago farfara*), ფარსანდუკი (*Achillea millefolium*), შვიტა (გვარ *Equisetum*-ის უმეტესი სახეობები). ფესურებით გაჩრავლება ხელს უწყობს მცენარეს მეთად გავრცელდეს და მეტი ახალა არეალა დაიკავოს. მაგ. ჭანგას 1 მ² ფართობზე 400—500 მ სიგრძის ფესურები უფითარდება და მასზე 20—25 ათასამდე წარმოქმნილი კვირტებიდან მრავალი ახალი ეგზემპლარი ვითარდება.



სურ. 183. ბეგონიას ფოთლას ჩეკია კვირტებიდან ახალი მცენარის წარმოქმნა.

ეს შემთხვევა ჭანგას სწრაფი გამრავლების უნარის მაჩვენებელია.



სურ. 184. ბრიოფილუმის (*Bryophyllum calyculum*) ფოთლი დამატებითი კვირტებით და ფესვებით.

ვეგეტაციური გამრავლების ერთი ერთი სახეა ტუბერებით გამრავლება. ტუბერებით გამრავლების ტიპურ მაგალითს კარტოფილის ტუბერით გამრავლება წარმოადგენს (სურ. 185). ტუბერზე ხშირად კვირტები სპირალურადაა განლაგებული და ამ კვირტებიდან მიწისზედა ყლორტები ვითარდება. ამრიგად, კარტოფილს ტუბერით ამრავლებენ. გამრავლების ეს ხერხი ამჟამად დამკვიდრებულია სოფლის მეურნეობაში.

ტუბერებით გამრავლება ახასიათებთ აგრეთვე მიწავაშლას (*Helianthus tuberosus*), ჩინურ კარტოფილს (*Dioscorea batatas*) და სხვ.

ასევე ხშირაა მცენარეებში ბოლქვებით გამრავლება. ბოლქვებით გამრავლება ხშირი მოვლენაა ერთლებნიან ბალახოვან მცენარეებში—შროშანისებრთა და ამარილისებრთა ოჯახებიდან: ხახვი, ნიორი, ტიტა, სუმბული, ნარგიზი, ჩიტისთავა, შროშანი, თეთრყვავილა, ცხენისკბილა და სხვ.

როგორც მიწისქვეშა, ისე მიწისზედა ბოლქვებიდან ჯერ ფოთლები ვითარდება და შემდეგ სხვა ნაწილები. მიწისზედა ბოლქვებს ივითარებს მაგ., შროშანი და ტყის ბოლოკა ფოთლების უბეებში, ხოლო ნიორს (*Allium sativum*)

vux), ყანის ნორს (*A. rotundum*) და ხახვს (*A. cepa*) ასეთი მიწისზედა ბოლქვები ყვავილედებში უვითარდებათ.

ზოგიერთ მცენარეს ყვავილედებში ან ფოთლების უბებებში ყვავილების ნაცვლად შემოკლებული ყლორტები, ანუ ჩეკია კვირტები აქვთ განვითარებული, რომლებიც მომწიფებისას ჩამოვარდებიან, ჯერ ფესვებს იკეთებენ და შემდეგ ახალ მცენარედ ვითარდებიან. ასეთ მცენარეებს ცოცხალშობს უწოდებენ. მათ ეკუთვნის, მაგ.



ბოლქვიანი თივაქასრა (*Poa bulbosa*), ფხიჯა (*Saxifraga nivalis*) და ჭილი (*Juncus alpinus*). ზოგიერთი წყლის მცენარე ღეროს წვერზე ან გვერდით ყლორტებზე ივითარებს მოზამთრე კვირტებს დასაზამთრებლად. ხშირად ეს კვირტები მოცილებულია პატრონმცენარეს ან მცენარესთან ერთად წყალში იბირება და შემდეგ გაზაფხულზე წყლის ზედაპირზე ახალ მცენარედ იწყებს განვითარებას. ასე ვეგეტაციურად მრავლდება წყლის ვაზი (*Potamogeton*), წყლის სურო (*Hydrocharis morsus*), ფრთაფოთოლა (*Myriophyllum spicatum*), ბუშტოსანა (*Utricularia*) და სხვა მცენარეები.

სურ. 185. კარტოფილი (*Solanum tuberosum*).

1—ძველი ტუბერიდან განვითარებული მცენარე. 2—მცენარე ახალი ტუბერებით.

ბუნებრივ ვეგეტაციურ გამრავლებასთან დაკავშირებულია ხელოვნური ვეგეტაციური გამრავლება, რომელიც ადამიანის ჩარევას შედეგად ხდება.

ხელოვნური ვეგეტაციური გამრავლება, ძირითადად, გულისხმობს გასამრავლებელი სავეგეტაციო ნაწილების მოცილებას საჭიროებისამებრ პატრონმცენარიდან ხელოვნურად. ასე, მაგ., კარტოფილის გამრავლება ხდება ტუბერების დანაწილებით; ბოლქვიანი მცენარეების—ბოლქვის კბილებით, ფოთლებით, ფესურიანი მცენარეების—ფესურებით და ა. შ.

ხელოვნური ვეგეტაციური გამრავლების სახეა კალმებით გამრავლება. კალამი შეიძლება იყოს ფესვის, ფოთლის, ღეროს ან ყლორტის ნაწილი, ე. ი. ამ ორგანოების ხელოვნური მონაჭერი. ხშირად კალამს მხოლოდ დეროსეული წარმოშობის ნაწილად თვლიან. ჩარგულა კალამი ჯერ ივითარებს კალუსს („კალუს“—სქელი, ხეშეში ტყავი, ლათინ.), შემდეგ კი დამატებით ფესვებს. კალმებზე ახალი ყლორტები უბის კვირტებიდან ვითარდებიან.

ღეროსეული კალმებით ამრავლებენ ვაზს, ტირიუსს, ვერხვს, მონარსს, ხურტკემელს და სხვ. ზოგჯერ კარტოფილს, პომიდორს, კიტრს, ნესტს და სხვ.

ფესვისეული კალმებით გამრავლების დროს საჭიროა 8—12 სმ სიგრძის და 1—2 სმ სისქის კალმების ჩარგვა ნიადაგში 3—5 სმ სიღრმეზე

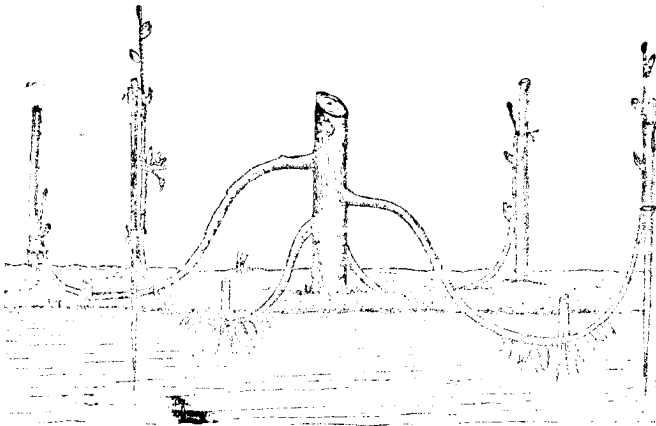
ცერად, ისე, რომ კალმის წვერი ზემოთ უნდა იყოს მიმართული. ფესვისეული კალამი ფესვებზე ივითარებს დამატებით კვირტებს, ამ კვირტებიდან კი—ახალ ეგზემლარებს. მაგალითად, კომში, ალუბალი, ქლიავი, ჟოლო, ზოგიერთი ვაშლისა და ვარდის ჯიშები და სხვ. ფესვისეული კალმებით მრავლდება



სურ. 186. ტაუ-სალიზის (*Scorzonera tay-saghyz*) ეგეტაციური გამრავლება ამონაყრით (სარცხნივ და მარჯვნივ).

კაუჩუკოვანი მცენარე ქოქ-სალიზი (*Taraxacum kok-saghyz*) და ტაუ-სალიზი (*Scorzonera tau-sceghyz*, სურ. 186).

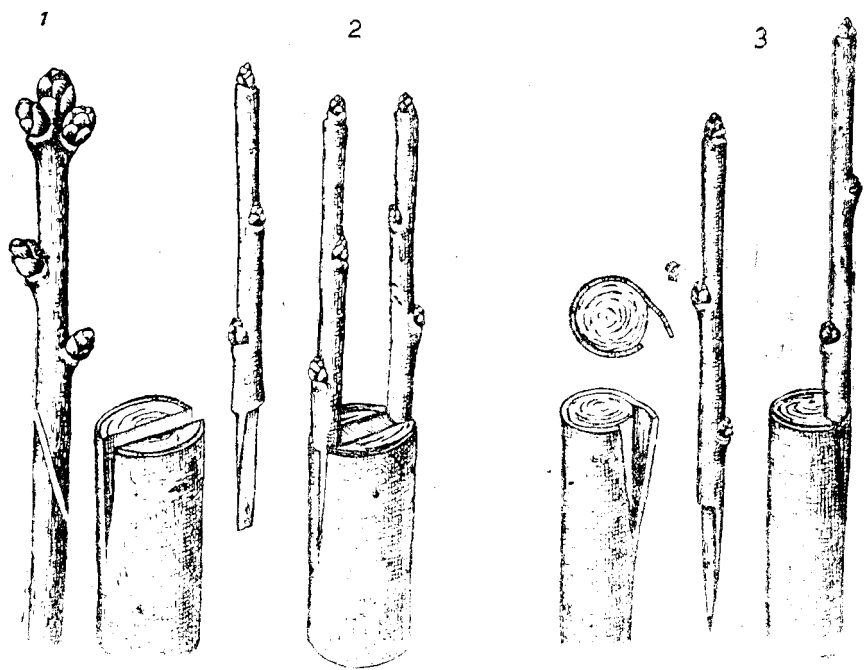
ფოთლისეული კალმებით გამრავლების დროს ფოთლის ზედა კანის უჯრედებისაგან წარმოიქმნებიან კვირტები და შემდეგ ფოთლები, ხოლო ქვედა კანის უჯრედებისაგან კი—ფესვები. ამის საუკეთესო მაგალითია ბეგონია და ბრიოფილუმი. ზოგიერთ მრავალწლოვან ბალახეულ, ბუჩქ და



სურ. 187. გალაწენით გამრავლება.

ხემცენარეების ფესვებს, ფესურებს და ყლორტებს დაანაწევრებენ, ჩარგვენ ნიადაგში და ასე ამრავლებენ. აქვე უნდა აღინიშნოს ფესვის ამონაყრით გამრავლება. ამ ამონაყარს აკლიან დედამცენარეს და სხვა ადგილზე ჩარგვით მრავლდება. ასე შეიძლება გამრავლდეს ქლიავი, მაყვალი, ჟოლო, ალუბალი და სხვ. ასევე ხდება ღეროს ამონაყრით გამრავლება (მარწყვი, ხენდრო და სხვ.).

ადამიანი ხშირად მიმართავს ე. წ. გადაწვევით გამრავლებას (სურ. 187). ამ შემთხვევაში რკალივით მოღუნულ ტოტს მიწაზე გააწვენენ, მიწას მიაყრიან ისე, რომ ყლორტის წვერი ზევით უნდა მოექცეს. მიწაში მოქცეულ ყლორტს რამდენიმე ხნის შემდეგ დამატებითი ფესვები უფითარდება. შემდეგ ამ დაფესვიანებულ ყლორტს დედამცენარეს მოჭრიან და სხვა ადგილზე ჩარგავენ. გადაწვევით ამრავლებენ თუთას, ლელვს, იელს, ვაზს, თხილს და სხვ. კალმით გამრავლების დროს, ღეროსეული კალმები ღეროს კენწურის უახლოესი ნაწილიდან ივითარებენ ახალ ყლორტებს. ფესვისეული კალმები კი ყლორტებს ივითარებენ ფესვის ზრდის კონუსისაგან დაშორებული ნაწილებიდან. ამ მოვლენას ეწოდება პოლარულობა.



სურ. 183. მცენობის წესები: 1—ჩვეულებრივი კალმულირება; 2—გახლეჩით; 3—გვერდით.

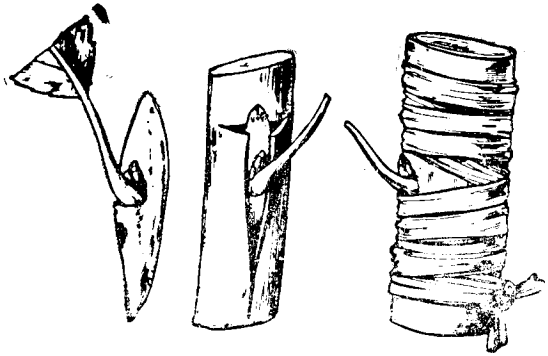
თუ ადვილად დასაფესვიანებელ ღეროს კალამს, მაგ., ტირიფის კალამს ტენიან პირობებში უკუღმა მოვაქცევთ, მისი ზედა, ე. ი. აპოკალურია („აპექს“—კენწერო, ლათინ.) ნაწილისაგან წარმოიქმნება უარყოფითი გეოტროპული ყლორტები, რომლებიც ზემოთ გადაიხრებიან, ხოლო მისი ქვედა, ე. ი. ბაზალური („ბაზის“—ფუძე, ბერძნ.) ნაწილისაგან—დადებითი გეოტროპული ყლორტები.

კალმების უფრო მცირე ნაწილებად დაყოფის შემთხვევაშიაც მისი ზედა და ქვედა ნაწილები მკვეთრად განსხვავდებიან, ე. ი. მორფოლოგიურად წვერო და ფუძე უპირისპირდებიან. ამ მოვლენას ვხვდებით უდაბლეს მცენარეებშიაც სხვადასხვა ფაქტორის ზეგავლენით.

გამრავლების თავისებური სახეა მცენობა, ანუ ტრანსპლანტაცია („ტრანპლანტარე“—გადარვა, ლათინ.). მცენობის სხვადასხვა ხერხი ახასია-

თებს როგორც უმაღლეს მცენარეებს, ისე უდაბლესსაც. მცნობა, განსაკუთრებით, უმაღლეს მცენარეებში, ხდება მაშინ, როდესაც ერთი მცენარის ნაწილის გადარგვა ხდება მეორე მცენარეზე მათი შეზრდით. გადასანერგ ნაწილს, რომელსაც სანამყენე ეწოდება, ზედ უნდა ჰქონდეს ერთი ან რამდენიმე კვირტი; იმ მცენარეს, რომელზედაც ხდება გადანერგვა, საძირე ეწოდება.

სანამყენეს საკუთარი ფესვები არა აქვს და ამიტომ წყალსა და მასში გახსნილ მინერალურ კნივთიერებებს საძირეს ფესვებიდან იღებს, ხოლო საძირე კი სანამყენესაგან—ორგანულ ნივთიერებებს. მცნობის დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს საძირეს ინდივიდუალურ თავისებურებებს და სანამყენე კვირტის ან კალმის ხნოვანებას, მდებარეობას და სხვ. მცნობის დროს სანამყენე მცენარიდან მოჭრიან ყლორტს, კალამს (რომელზედაც რამდენიმე კვირტია) ან ცალკე ერთ კვირტს, რომელსაც უნდა აყვეს ქერქისა და მერქნის მცირე ნაწილიც. ამ კვირტს, რომელსაც სანამყენე კვირტი ეწოდება, საძირეზე გადანერგავენ, ხემცენარეების კალმებს გამოჭრიან ერთწლიანი ყლორტებისაგან გვიან შემოდგომაზე ან ზამთრის ბოლოს. ანაჟერ კალმებს ინახავენ ცივ ადგილას და ადრე გაზაფხულზე კვირტების გაშლამდე ამყნობენ. მცნობის ერთ-ერთი სახეა კოპულირება („კოპულარე“—შეერთება, ლათინ., სურ. 188).



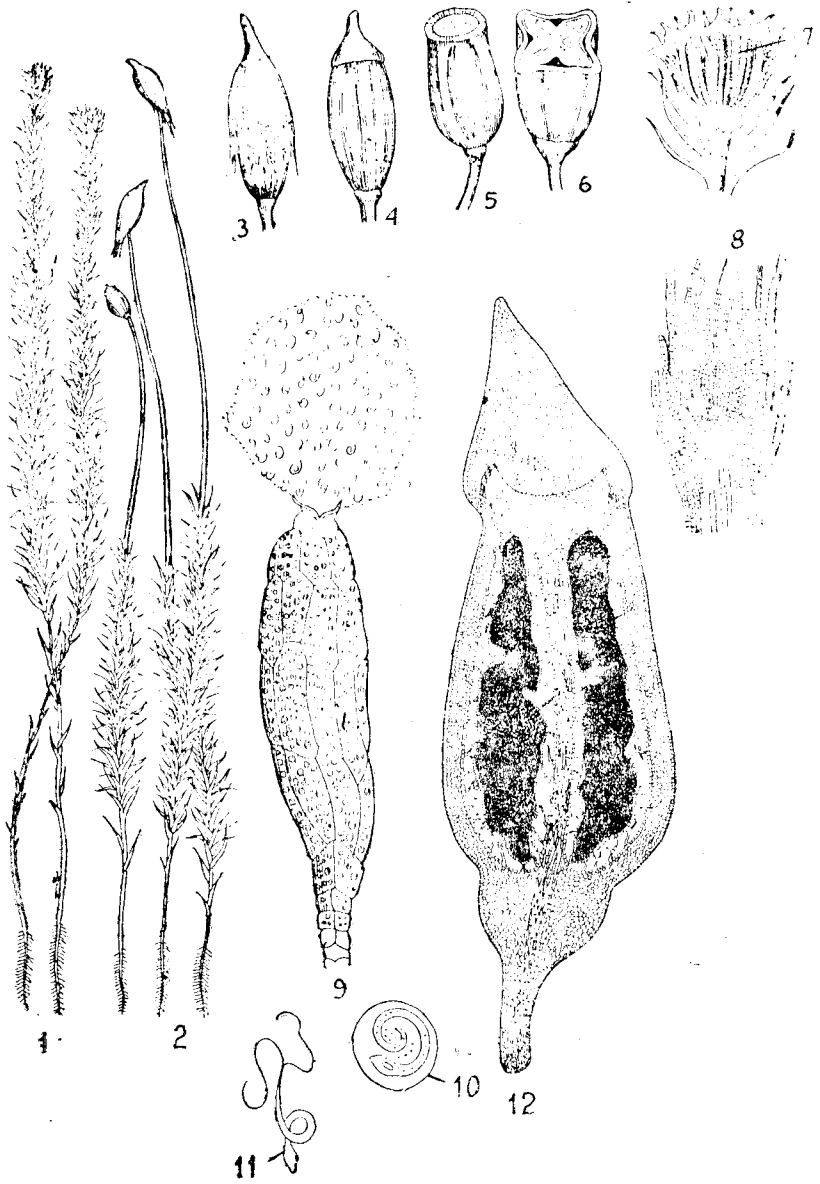
სურ. 189. ოკულირება.

როდესაც სანამყენე და საძირე კალამი ერთი სიმსხოსია, კალამსა და საძირეს გადაჭრიან ირიბად ისე, რომ მათი გადაჭრილი ზედაპირები ერთმეორეს მტკიცედ დაემთხვეს და, რაც მთავარია, მათი კამბიუმის თანხვედნა უნდა მოხდეს. თუ საძირე სანამყენეზე უფრო მსხვილია, მაშინ მიმართავენ მიმყნობას ან ვაპობით (გახლეჩით) მყნობას. კვირტით მყნობა, ანუ ოკულირება („ოკულუს“—თვალი, ლათინ., სურ. 189) ეწოდება ისეთ მყნობას, როდესაც სანამყენე კვირტს გადანერგავენ საძირეს ქერქქვეშ.

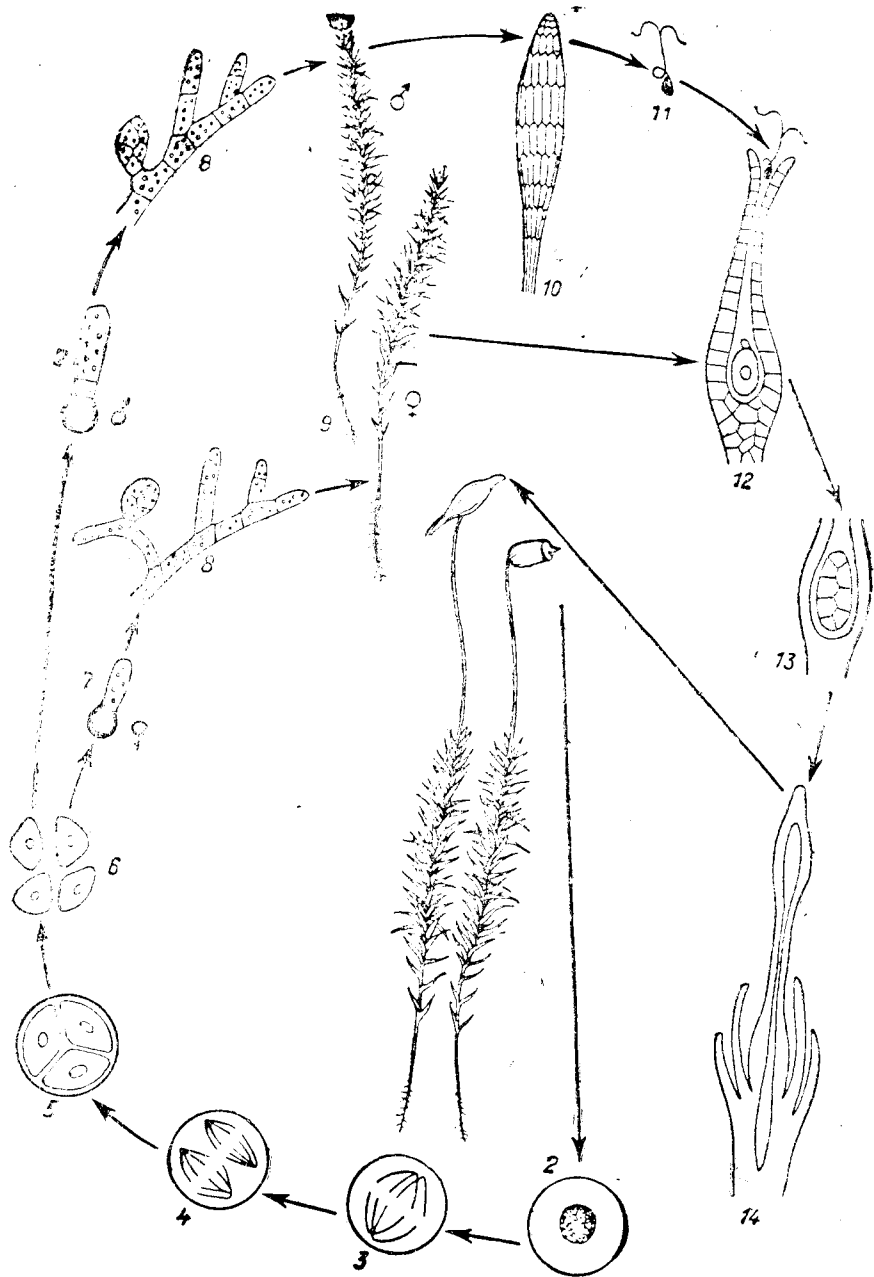
უმაღლეს მცენარეებს და, საკმაოდ ხშირად, უდაბლეს მცენარეებსაც ახასიათებთ უსქესო და სქესობრივი გამრავლების მორიგეობა, ანუ თაობათა მორიგეობა. სქესობრივი გამრავლების დროს თითოეული გამეტის ბირთვი შეიცავს ქრომოსომების რედუციციურულ რიცხვს $1x$ რაოდენობას და მას ჰაპლოიდური („ჰაპლოს“—მარტივი, ერთეული, ბერძნ.) ბირთვი ეწოდება.

გამეტების შეერთებისთანავე ხდება ბირთვების შერწყმაც და მათგან წარმოშობილი ახალი ბირთვი ქრომოსომთა ორმაგ ($2x$) რაოდენობას შეიცავს, რომელსაც დიპლოიდური ბირთვი ეწოდება („დიპლოს“—ორმაგი, ბერძნ.). სქესობრივი გამრავლების ციკლი შეიცავს ბირთვების ფაზების ცვლას—ჰაპლოიდურსა და დიპლოიდურს. მცენარეებს, რომელთაც ქრომოსო-

მების ჰაპლოიდური რიცხვი ახასიათებთ, ჰაპლობიონტები ეწოდება, ხოლო მცენარეებს, რომელთაც ქრომოსომების დიპლოიდური რიცხვი ახასიათებთ—დიპლობიონტებს უწოდებენ.



სურ. 190. გუგულის სელის (*Polytrichum commune*) გამრავლების ორგანოები: 1—მამრობითი და 2—ნდედრობითი ეგზემლარები, 3—სპორანგიუმი ჩაჩით, 4—სპორანგიუმი უჩაჩოდ, 5—ხსნადი, 6—განივი ჭრილი, 7—ანთერიდიუმი, 8—არქეგონიუმი, 9—გაცსკლარი ანთერიდიუმი, 10—სპერმატოზოიდი უჯრედში, 11—უჯრედიდან გამოსული სპერმატოზოიდი, 12—სპორანგიუმის სიგრძევი ჭრილი.



სურ. 191. გუგულისქსელის (*Polytrichum commune*) გამრავლების სქემა:

- 1—მცენარე სპოროგონიუმებით, 2—არქესპორიუმი, 3, 4, 5—სპორების განვითარება (რელექციული დაყოფა), 6—სპორები, 7, 8—სპორების გაღივება და მლედრობითი და მამრობითი პროტონების წარმოქმნა, 9—მამრობითი და მლედრობითი ეგზემპლარები, 10—ანთერიდიუმი, 11—სპერმატოზოიდი, 12—არქეგონიუმი კვერცხუჯრედით და სპერმატოზოიდით (სქესობრივი გამრავლება), 13, 14—სპოროგონიუმის წარმოქმნა.

უმაღლესი მცენარეების ზოგიერთ ჯგუფში ტიპურ თაობათა მორიგეობა ძარიოთადი ბირთვების ფაზების ცვლაში მდგომარეობს. თუ ერთ შემთხვევაში

სქესიანი თაობა დომინანტია და მისგან დამოკიდებულა, მასზევე განვითარებულია უსქესო თაობა (ხავსები), მეორე შემთხვევაში კი უსქესო თაობა დომინანტობს; სქესიანი თაობა თუმცა დამოუკიდებლად ვითარდება, მაგრამ მოკლე ვეგეტაციითა და სუსტი განვითარებით ხასიათდება (გვიმრანაირნი).

მცენარე ხავსი (სასქესო ორგანოებით) სქესიანი თაობა—გამეტოფიტი, ხოლო მასზევე (გამეტოფიტზე) განვითარებული სპოროგ ონიუმი უსქესო თაობა—სპოროფიტი.

მცენარე გვიმრა სპორანგიუმებით უსქესო თაობა—სპოროფიტი, ხოლო სპორიდან ცალკე განვითარებული, გულსებრი მოყვანილობის მწვანე სხეული წინაზრდილი სქესიანი თაობა—გამეტოფიტი. ასევეა თესლოვან მცენარეებშიაც. თვით მცენარე სპოროფიტი, ხოლო მასზე განვითარებული გამეტოფიტი ძლიერ რედუცირებულია და სპოროფიტზე პარაზიტობს.

ხავსები მორფოლოგიური თავისებურებებით ორ ჯგუფად იყოფა: ღეროფოთლიან და ღვიძლის ხავსებად. ამ ორი ჯგუფის გამრავლების პროცესი ერთნაირია, ამიტომ განვიხილავთ ღეროფოთლიანი ხავსების გამრავლების პროცესს (სურ. 190).

ღეროფოთლიანი ხავსი ხმელეთის მცენარეებს შორის მარტივი აგებულებით ხასიათდება. ხავსს ღეროს წვერზე ე. წ. პერიქციუმში (სახეცვლილი ფოთლების წყება) სასქესო ელემენტები უვითარდება. ხავსების უმეტეს წარმომადგენლებს სასქესო ელემენტები სხვადასხვა ეგზემპლარზე უვითარდება, ე. ი. წარმოადგენენ ერთსქესიანებსა და ორსახლიანებს. ზოგჯერ კი ხავსს ერთსა და იმავე ეგზემპლარზე უვითარდება როგორც მდებრობითი ორგანო არქეგონიუმი, ისე მამრობითი ორგანო ანთერიდიუმი.

არქეგონიუმი ბოთლის, სუროს ან კულას მოყვანილობის სხეულია, რომელიც ხშირად პერიქციუმშია ჩამჯდარი და მის გამსხვილებულ ქვედა ნაწილს პერიქციუმის შიგა წყება ფოთლები პერიანთიუმი („პერი“ — გარშემო, „ანთოს“ — ყვავილი, ბერძნ.) ფარავს.

არქეგონიუმი შედგება ქვედა გაქსხვილებული ნაწილსაგან, რომელსაც მუცლის ნაწილი ეწოდება, მასში მოთავსებულია ერთი უგარსო უჯრედი—კვერცხუჯრედი, ზედა ნაწილი მილია და შეიცავს ერთ წყება წვრილ უჯრედებს—ყელის მილის უჯრედებს.

ანთერიდიუმი ელიფსური მოყვანილობის სხეულია და ისევე, როგორც არქეგონიუმი, მისი ქვედა ნაწილი პერიქციუმშია ჩამჯდარი. ანთერიდიუმი გარედან ერთ წყებად განლაგებული უჯრედებისაგან შედგება, ხოლო ამ უჯრედების შიგნით ოთხკუთხედისებრი მოყვანილობის უამრავი უჯრედი ვითარდება. ისინი სპერმატოგენული უჯრედებია. თითოეული სპერმატოგენული უჯრედისაგან ერთი ან ორი სპირალურად დახვეული სპერმატოზოიდი ვითარდება. სპერმატოზოიდს ორი შოლტი აქვს, რითაც ის მოძრაობს.

განაყოფიერების წინ მომწიფებულ ანთერიდიუმს და არქეგონიუმს უნდა მოხვდეს წყლის წვეთი.

ანთერიდიუმზე წყლის წვეთის მოხვედრის ადგილი თანდათანობით თხელდება, ამ გათხელებული ადგილიდან ადვილად გამოთავისუფლდებიან მომწიფებული სპერმატოზოიდები და წყლის წვეთში მოძრაობენ. არქეგონიუმის ყელიც წყლის წვეთის მოქმედებით გაიჭლინდება, ყელის მილის უჯრედები ერთმანეთს დასცილდებიან, რის შემდეგ ყელი იხსნება და მთელი ყელი ლორწოთი

იგსება, ხშირად ლერწმის შაქრით. ეს შაქარი სპერმატოზოიდს ყელისაკენ შიგნით იზიდავს. სპერმატოზოიდი მოხვდება ყელს, ჩავა მილის გზით მუცლის ნაწილში და კვერცხუჯრედს უერთდება. განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი გარსს შემოიკრავს, დაიწყებს დაყოფას და მწვანე ან უქლოროფილო სპორანგიუმს წარმოქმნის.

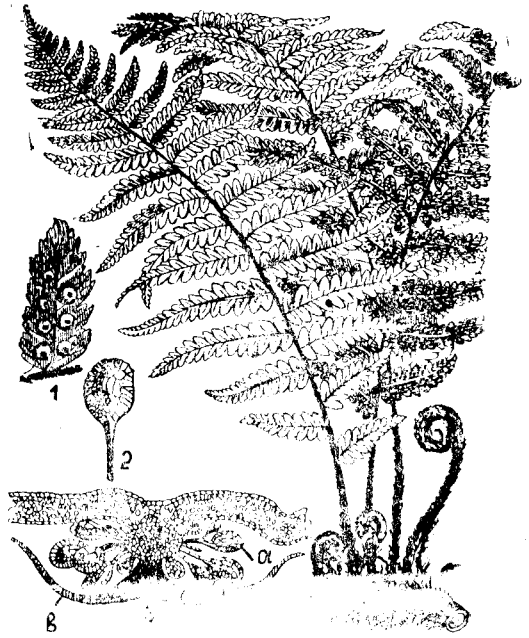
სპორანგიუმი, რომელიც მცენარე-ხავსს ზედვე უფითარდება, შედგება ფეხისაგან, სვეტისა და კოლოფისაგან—სპორანგიუმისაგან. არქესპორიუმის რედუქციული დაყოფით სპორანგიუმში სპორები წარმოიქმნება. მომწიფებული სპორანგიუმიდან გამოდინებული სპორები სხვადასხვა რეაგენტის საშუალებით მოხვდებიან შესაფერის სუბსტრატზე და იქ შემდგომ განვითარებას იწყებენ.

განვითარების პირველ სტადიაში (სურ. 191) სპორიდან ვითარდება ჯერ დატოტიანებული დაფნაირი წყალმცენარის მსგავსი მრავალუჯრედიანი სხეული — პროტონემა („პროტოს“ — პირველი, „ნემა“ — ძაფი, ბერძნ.), რომლის ქვედა დატოტიანებული ნაწილი (უფერული სხეული) სუბსტრატში ჩაიზრდება და როზოიდებს წარმოქმნის.

პროტონემაზე „კვირტები“, ხოლო ამ კვირტებიდან მცენარე-ხავსის ვითარდება ისევე არქეგონიუმითა და ანთერიდიუმით; მასასადამე, ხავსიდან ახალი მცენარის განვითარებისათვის აუცილებელი პირობაა სქესობრივი და უსქესო გამრავლების პროცესების ცვლა, რომელსაც თაობათა მორიგეობას უწოდებენ.

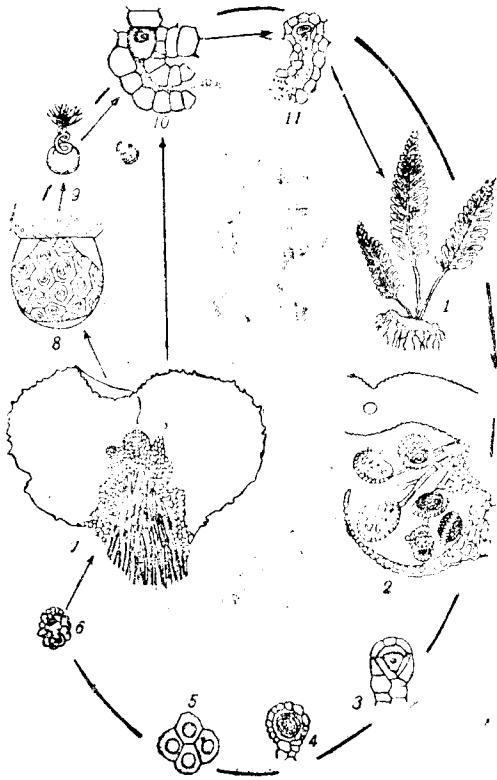
პროტონემიდან განვითარებული მცენარე-ხავსი მისი სასქესო ორგანოებით სქესიან თაობას—გამეტოფიტს წარმოადგენს, ხოლო ხავსზე განვითარებული სპოროგონაუმი უსქესო თაობა—სპოროფიტი იქნება. უსქესო თაობა—სპოროფიტი, სქესიან თაობაზე—გამეტოფიტზე პარაზიტობს ან ნახევრად პარაზიტობს, ისე, რომ განვითარების ციკლში სქესიანი თაობა დომინანტობს უსქესო თაობაზე. პროტონემა და მისგან განვითარებული მცენარე-ხავსი (სასქესო ორგანოებით) ხასიათდება ქრომოსომათა ჰაპლოიდური რაოდენობით, ხოლო სპორანგიუმი (სპორების გარდა) ქრომოსომათა დიპლოიდური რაოდენობას შეიცავს.

ხავსებთან შედარებით, დღევანდელი გვიმრები (სურ. 192) ხმელეთის პირობებთან უკეთ შეგუებული უმაღლესი მცენარეებია, რომლებსაც გამრავლების პროცესი უსქესო თაობით ეწყებათ (სურ. 193). უსქესო თაობა—სპო-



სურ. 192. გვიმა (Dryopteris). 1—ფოთლის ნაწილი სორუსებში, 2— სპორანგიუმი, 3—ფოთლის განაპერი: ა—სპორანგიუმი, ბ—ინდუზიონი.

როფიტი ქრომოსომთა დიპლოიდური რაოდენობითაა, ხოლო სპორებიდან სქესიანი თაობა — გამეტოფიტი ქრომოსომთა ჰიპლოიდური რაოდენობით სასქესო ორგანოებს წარმოქმნის. ჩვეულებრივ, გვიმრა საასიმილაციო ფოთლის ქვედა მხარეზე ან სახეცვილი ფოთლებზე, რომელთაც სპოროფოთლები ეწოდება, სპორანგიუმებს ივითარებს. სპორანგიუმები ფოთლის ბორცვებზე (რეცეპტაკულუმზე) ყუნწით არის მიმაგრებული. სპორანგიუმები ქმნიან ჯგუფს სორუსების („სოროს“ — გროვა, მრავალი, ბერძნ.) სახით, რომელიც ზოგჯერ ფოთლის თხელი საბურველით — ინდუზიუმითაა („ინდუზიუმ“ — ზედა სამოსი, ბერძნ.) დაფარული.



სურ. 193. თაობათა მორიგეობა გვიმრებში: 1—მცენარე გვიმრა, 2—სპორანგიუმები, 3—4—სპორანგიუმის განვითარება და ბირთვის დაყოფა, 5—თეირადა, 6—სპორა, 7—წინაზრდილი, 8—ანთერიდიუმი, 9—სპერმატოზოიდი, 10—არქეგონიუმი, 11—განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი.

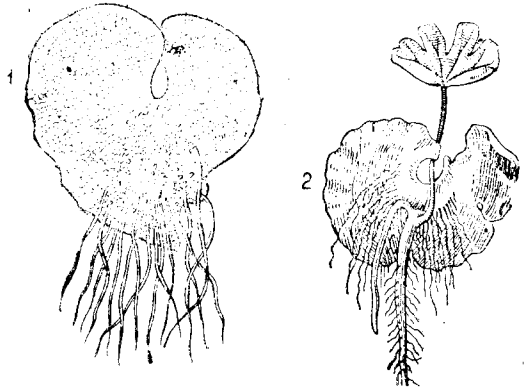
მომწიფებული სპორანგიუმიდან გამოფანტული მუქი შეფერადების სპორები სხვადასხვა რეაგენტის საშუალებით გადადიან ერთი ადგილიდან მეორე ადგილზე და შესაფერის პირობებში მოხვედრით წარმოქმნიან გულისებრი მოყვანილობის მწვანე (ქლოროფილიან) სეულს — წინაზრდილს (სურ. 194).

წინაზრდილი სუბსტრატზე რიზოიდებით არის მიმაგრებული, დამოუკიდებელი ორგანიზმია და მასში განვითარებული სასქესო ორგანოებით სქესიანი თაობა — გამეტოფიტი.

წინაზრდილის ზემოთა, ჩაღრმავებულ ნაწილში არქეგონიუმები ვითარდება, ხოლო უფრო ქვევით — ანთერიდიუმები. არქეგონიუმში წინაზრდილის სხეულშია ჩამჯდარი და ისეთივე ფორმა აქვს, როგორც ხავსს, მაგრამ შედარებით მცირე ზომისაა და ნაკლები რაოდენობის უჯრედებისაგან შედგება.

ანთერიდიუმი ელიფსური მოყვანილობისაა; იგი გარედან ერთ შრედ განლაგებული უჯრედებისაგან შედგება, ხოლო მის შიგნით სპირალურად დახვეული მრავალშოლტიანი სპერმატოზოიდები ვითარდება. მომწიფებული არქეგონიუმის ყელი წყლის მოქმედებით იხსნება, ამავდროს ლორწოიანდება (გვიმრებში ეს ლორწო ხშირად ვაშლმგებია). ეს ლორწო ხელს უწყობს სპერმატოზოიდების მიზიდვას.

სპერმატოზოიდი ყელის მილის გზით ჩადის კვერცხუჯრედში, უერთდება კვერცხუჯრედს და ხდება განაყოფიერება. განაყოფიერების შემდეგ წარმოიქმნება ახალი მცენარე—გვიმრა. ამით მთავრდება გვიმრების გამრავლების ის თავისებური სახე, რომელსაც თაობათა მორიგეობა ეწოდება. გვიმრა, მასზე განვითარებული სპორანგიუმებით, უსქესო თაობა—სპოროფიტი, ხოლო სპორიდან განვითარებული წინაზრდილი (სურ. 194) სასქესო ორგანოებით (არქეგონიუმ-ანთერიდიუმით) სქესიანი თაობა—გამეტოფიტი. მაშასადამე, უსქესო თაობა სპოროფიტი, ქრომოსომთა დიპლოიდური რაოდენობით სპორებია, ხოლო, სპორიდან სქესიანი თაობა—გამეტოფიტი ქრომოსომთა პაპლოიდური რაოდენობით სასქესო ორგანოებს წარმოშობს.



სურ. 194. 1—წინაზრდილი, 2—წინაზრდილიდან მცენარე გვიმრის განვითარება.

ამგვარად, გვიმრებში უსქესო თაობა—სპოროფიტი დომინანტობს, მიუხედავად იმისა, რომ ისინი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად ცხოვრობენ, გვიმრანაირებში შემაჯავალ დამუხლულ მცენარეებს წარმოადგენენ შვიტები. მანდრის შვიტა (სურ. 195) ივითარებს ორი სახეობის დამუხლულ ღეროს. აქედან ერთი—სასიმილაციო ღეროა, ხოლო მეორე—ღეროს წვერზე გაწყობილი სპორანგიუმებით, ე. წ. სასპორე ღეროა. სპორანგიუმიდან ვითარდება სპორები.

სპორას გარსი სამი შრისაგან შედგება. გარეთა შრე ეპისპორიუმი (ეპიპლაზმა) წარმოქმნის თასმებს, რომელთაც შრალ პირობებში სპორები გადააქვს. სპორიდან წინაზრდილი ვითარდება. პატარა ზომის მამრობითი წინაზრდილი—ანთერიდიუმია, ხოლო დიდი ზომის წინაზრდილი—არქეგონიუმით ხასიათდება. შვიტას ახასიათებს ჩვეულებრივ ერთსქესიანი, ზოგჯერ ორსქესიანი წინაზრდილი.

დადგინდა, რომ პატარა ზომისა და ნაკლები საზრდო მასალიანი წინაზრდილი მხოლოდ ანთერიდიუმს ივითარებს. წინაზრდილიდან განაყოფიერების შედეგად, ისევე, როგორც ჩვეულებრივ გვიმრებში, შვიტა ვითარდება.

შვიტა, მასზე განვითარებული სპორანგიუმებით—სპოროფიტი (დიპლონტი), ხოლო წინაზრდილი სასქესო ორგანოებით—გამეტოფიტი (პაპლონტი). განსხვავებულსპორიან გვიმრებში კი ეს პროცესი რამდენადმე თავისებურია, ვიდრე ტოლსპორიანებში.

მაგალითისათვის წყლის გვიმრებიდან შეიძლება დავასახელოთ კახეთში მდინარე ალაზნის ნაპირებზე მოხარდი წყლის გვიმრა—სალვინია (Salvinia-natans. სურ. 196).

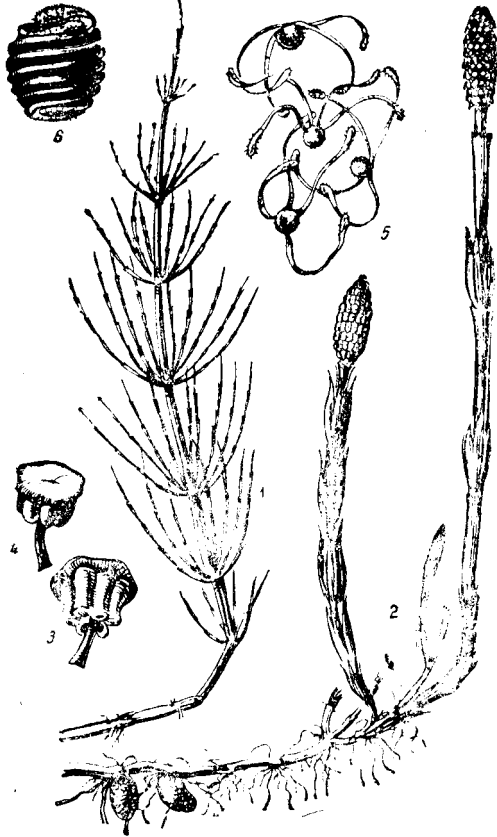
სალვინიას წყლის ზედაპირზე ჰორიზონტალურად განწყობილ გრძელ

ღეროზე თითოეულ მუხლში სამ-სამი ფოთოლი აქვს ვანლაგებული; აქედან-
 ორი ფოთოლი წყლის ზედაპირზე მცურავი ფოთლებია, ხოლო მესამე — სახე-
 შეცვლილი; წყალში ჩაყურსული ფოთოლი ბეწვისებრ დაკუწულია, ფესვს წა-
 აგავს და ფესვის როლს ასრულებს. ამ ფესვის ძირში ყუნწიანი სპოროკარ-
 პიუმები („კარპოს“ — ნაყოფი, ბერძნ.) სხედან.

სპოროკარპიუმების შიგნით ვითარდება მცირე ზომის სდგრული ნიკო-
 სპორანგიუმები („მიკროს“ — პატარა, მცირე, ბერძნ.), სორუსე-
 ბის („სოროს“ — გროვა, ბერძნ.) სახით, რომლებიც დაფარული არიან ინდივიუმის წსგაცხი საფარ-
 ველით. მიკროსპორანგიუმში რედუქციული დაყოფის გზით დე-
 და უჯრედებიდან ჯერ 16 უჯ-
 რედი, ხოლო შემდეგ ყველა ამ
 უჯრედის ოთხჯერ დაყოფის შე-
 დევად 64 მიკროსპორა წარმოქ-
 მნება.

სპორაკარპიუმშივე დიდი
 ზომისა და ოვალური ფორმის მე-
 გასპორანგიუმების („მეგას“ — დი-
 დი, ბერძნ.) სორუსები ვითარდე-
 ბა. მეგასპორანგიუმში რედუქცი-
 ული გზით არქესპორიუმებიდან წარ-
 მოშობილი 64 სპორიდან საპო-
 ლოდ ერთი მეგასპორა ვითარ-
 დება. მიკროსპორებიდან პატარა
 ზომის მამრობითი წინაზრდილები
 ვითარდება. მამრობითი წინაზრდი-
 ლი ორი ვეგეტაციური და ორი ან-
 თერიდიალური უჯრედიდან შე-
 დდება.

ანთერიდიუმში ოთხი მრავალ-
 შოლტიანი სპერმატოზოიდი
 ვითარდება, ხოლო მეგასპორი-
 დან — მდედრობითი წინაზრდილი
 რამდენიმე არქეგონიუმით. მამრო-
 ბითი და მდედრობითი წინაზრ-
 დების წარმოქმნა და სქესობრივი პროცესი სპორანგიუმებშივე ხდება.
 არქეგონიუმის ყელის გზით სპერმატოზოიდი ჩადის მუცლის ნაწილში, იქ
 უერთდება კვერცხუჯრედს და ანაყოფიერებს მას. განაყოფიერების შედეგად
 წარმოქმნილი ზიგოტა სალვინიას ახალ ეგზემპლარად ვითარდება.
 განსხვავებულსპორიან მცენარეებს მიეკუთვნება აგრეთვე ჩვენს ალპურ
 სარტყელში ტენიან და ხავსმოკიდებულ კლდეებზე მოზარდი სელაგინელა
 (*Selaginella helortica*, სურ. 197). სელაგინელა პატარა ზომის ბალახოვანი
 მცენარეა დორზივენტრალური და დიქოტომიურად დატოტვილი ღეროთი.



სურ. 195. შვიტა. 1—სასიმილაციო ეგზემპლარი, 2—სპორანგიუმებიანი ეგზემპლარი, 3,4—სპოროფილები, სპორანგიუმებით, 5—სპორები თასმებით, 6—სპორები სპირალურად დახვეული თასმებით.

ღეროს ძალზე წვრილი ფესვები აქვს და, ამასთანავე, ღეროზე ფესვის სადგამები—რიზოფორები („რიზა“—ფესვს, „ფიროს“—მატარა, ბერძნ.) უვითარდება. ეს რიზოფორები ნიადაგში გართხმულ დამატებით ფესვებად იქცევიან.

ღეროსა და ტოტებზე პატარა ზომის, მჭიდროდ განლაგებული ფოთლებია. ტოტების ბოლოებზე ხედან სპოროფოთლებისაგან შემდგარი სასპორე თაფთავები, რომლებშიაც სპორანგიუმები მიკროსპორანგიუმებისა და მეგასპორანგიუმების სახით ვითარდებიან. მიკროსპორანგიუმებში მრავალი პატარა ზომის მიკროსპორა ვითარდება, მეგასპორანგიუმში კი—4 მეგასპორა.

მიკროსპორები მომწიფების შემდეგ (ან სპორანგიუმში ან სპორანგიუმიდან გამოთავისუფლებული) მამრობით წინაზრდილებს წარმოქმნიან. მამრობითი წინაზრდილი მეტად რედუცირებულია და შედგება ერთი ვეგეტაციური, ანუ რიზოიდალური და პატარა ზომის სპერმატოგენული უჯრედებისაგან, რომელთაგანაც მრავალი ორშოლტიანი სპერმატოზოიდი ვითარდება.

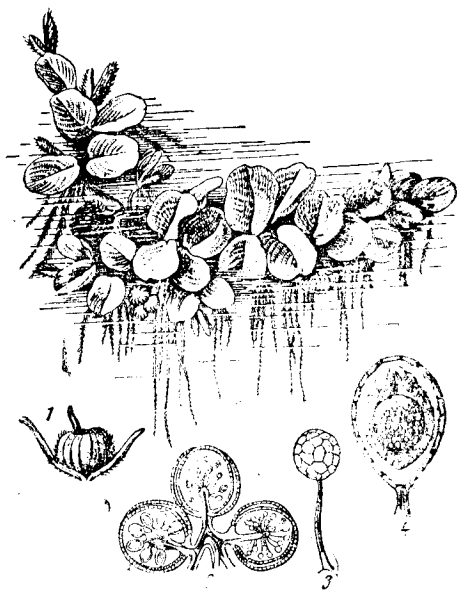
მდედრობითი წინაზრდილი მეგასპორის გარსის შიგნით ვითარდება. იგი ამოვსებულია წვრილ უჯრედიანი საასიმილაციო ქსოვილით, რომელშიაც ჩამჯდარია არქეგონიუმი. ქსოვილში ჩამჯდარი არქეგონიუმის მარტო ყელია ზემოთ ამოშვერილი. განაყოფიერება ხშირად წყლის პირობებში ხდება, ამიტომ მოძრავი სპერმატოზოიდები არქეგონიუმის ყელით ჩადიან შიგ და კვერცხუჯრედს ანაყოფიერებენ.

ტოლსპორიან და განსხვავებულსპორიან გვიმრებში თაობათა მორიგეობის პროცესი რამდენადმე უფრო აშკარადაა გამოსახული; უსქესო თაობა (მცენარე) დამოუკიდებლად ვითარდება და დომინანტია, ასევე მისგან განვითარებული სქესიანი თაობა (წინაზრდილი) დამოუკიდებელი მწვანე ორგანიზმია, მაგრამ ნაკლებ განვითარებული.

არქეგონიანი მცენარეების ჯგუფებთან შედარებით, თესლოვან მცენარეებში, როგორც უმაღლეს ჯგუფებში, თაობათა მორიგეობის პროცესი აშკარად არაა გამოსახული და თითქმის შეუმჩნეველია.

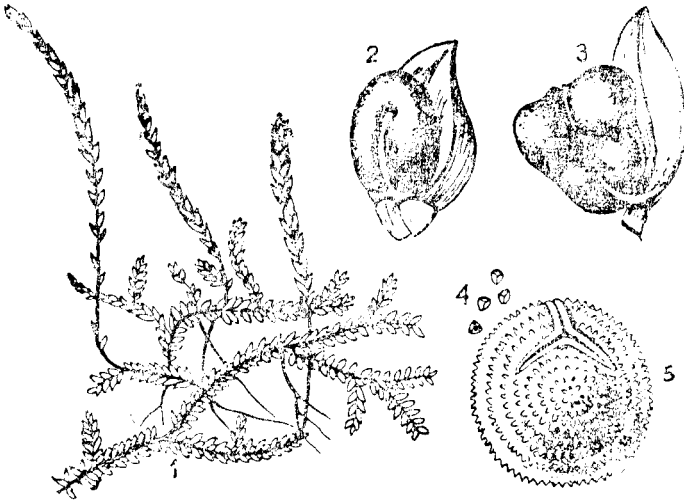
თესლოვანი მცენარეები ორ ჯგუფად იყოფა: შიშველთესლოვანებად და ფარულთესლოვანებად.

შიშველთესლოვანების თესლკვირტი შიშველია და ასეთი თესლკვირტისაგან განვითარებული თესლიც შიშველია. შიშველთესლოვანების მაკროსპო-



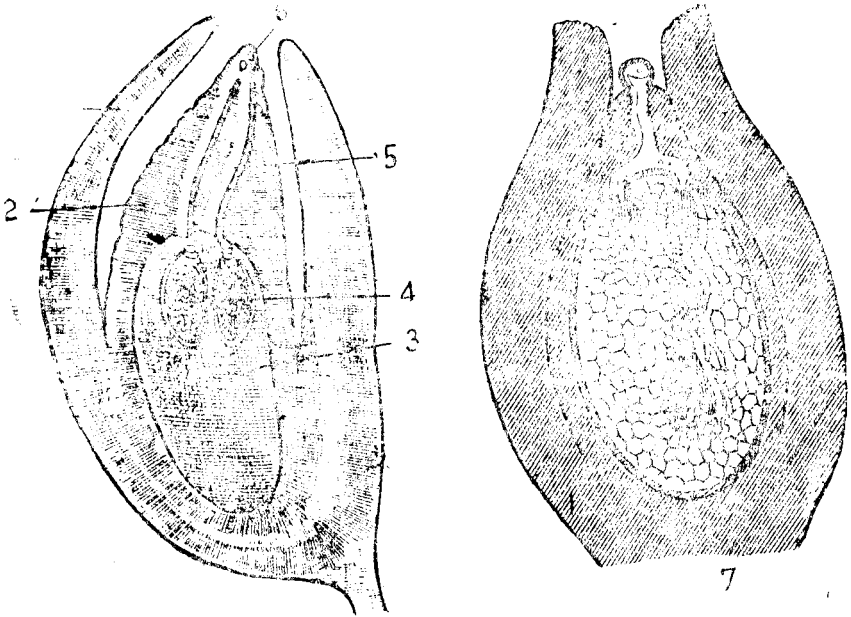
სურ. 196. წყლის გვიმრა სალვინია (*Salvinia natans*): 1—სპოროკარპიუმი, 2—ნეგა და მიკროსპოროკარპიუმი, 3—მიკროსპორანგიუმი, 4—მეგასპორანგიუმი.

რანგიუმი თესლკვირტია (სურ. 198). მასში განვითარებული ერთი მაკროსპორა ჩანასახის პარკს, ანუ მდებრობით წინაზრდილს ივითარებს.



სურ. 197. სელაგინელა (*Selaginella helvetica*): 1—მცენარე სელაგინელა, 2—სპოროფილი მიკროსპორანგიუმით, 3—სპოროფილი მაკროსპორანგიუმით, 4—მიკროსპორები, 5—მაკროსპორები.

მიკროსპორა (მტერის მარცვალი) ქარით თუ სხვა საშუალებით გადაიტანება მეგასპორანგიუმზე (თესლკვირტი), ამ პროცესის შემდეგ კი კვერცხ-



სურ. 196. ნაძვის თესლკვირტის სიგრძივი კრილი: 1—ინტეგუმენტი, 2—ნუცელუსი, 3—ჩანასახის პარკი, 4—არქგონიუმი, 5—სამტერე მილი, 6—მტერის მარცვალი, 7—განაყოფიერებული თესლკვირტი.

უჯრედს ანაყოფიერებს. მეგასპორანგიუმი იქცევა ჩანასახისა და საზრდო ნივთიერებისაგან შემდგარ თესლად. შიშველთესლოვანებში უფრო დაბალ საფეხურზე დგანან საგოვანები.

საგოვანების ტიპური წარმომადგენელია გვარი ციკასი (*Cycas*, სურ. 199), რომლის თესლკვირტი (მეგასპორანგიუმი) შედგება ცენტრალური ნაწილისაგან. მას ნუცელუსი („ნუცელუს“ — პატარა კაკალი, ლათინ.) ეწოდება.

ნუცელუსი გარედან დაფარულია საფარი კედლებით, ანუ ინტეგუმენტებით („ინტეგუმენტუმ“ — საბურველი, ლათინ.), რომლებიც თესლკვირტის ზედა ნაწილში ქმნიან პატარა ნასვრეტს, ანუ მიკროპილეს („პილე“ — კარები, ბერძნ.). ნუცელუსში ერთი დიდი უჯრედი — ჩანასახის პოკი ვაიარდება (წინაზრდილი). ჩანასახის პარკის ზედა ნაწილში ორი ან მეტი (8) არქეგონიუმია. იგი შედგება მუცლის უჯრედისა (რომელშიაც კვერცხუჯრედი) და ყელისაგან. მიკროპილესაკენ მიშვრილი ნუცელუსის ერთი ჩაღრმავებული ადგილი, რომელსაც სამტვრე კამერა ეწოდება, ხშირად ლორწოთი იქვინება.

ციკას მტვრიანების სამტვრე პარკში არქესპორიუმის განვითარების შემდეგ მტვრის მარცვლები წარმოიქმნებიან და ქარის მიერ გადატანილი ხდება სამტვრე კამერის გამოჩაფონ ლორწოში, შემდეგ კი თვით კამერაში. მტვრის მარცვალი, რომელიც შედგება გარეთა სქელი შრისაგან — ეგზინისაგან („ეგზო“ — გარედან, ლათინ.) და შიგნით თხელი შრისაგან — ინტინასაგან („ინტუს“ — შიგნით, ლათინ.), განვითარების პირველ სტადიას იწყებს კამერაში მოხვედრისთანავე. ჯერ წარმოშობს სამ უჯრედს, რომელთაგანაც ერთი ვეგეტაციურ უჯრედად ვითარდება; მეორე — შუა უჯრედიდან — ორი სპერმატოზოიდი მრავალი სპირალური შოლტებით; მესამედან კი — შაუსტორიუმში („შაუსტრო“ — შემწოვი, ლათინ.) ან სამტვრე მილი.

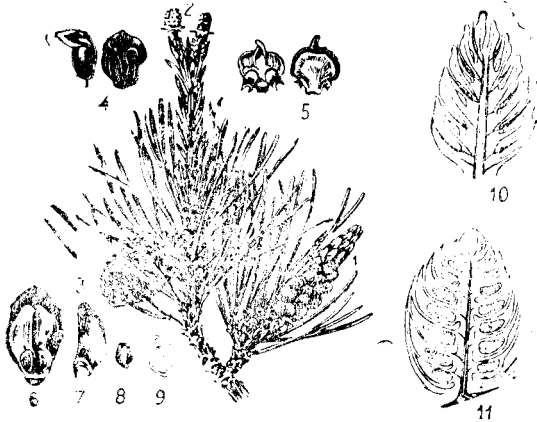
სპერმატოზოიდები გაივლიან სამტვრე კამერას და ჩანასახის პარკში არქეგონიუმისაკენ მიემართებიან. სპერმატოზოიდის ბირთვი უერთდება არქეგონიუმის კვერცხუჯრედის ბირთვის და ხდება განაყოფიერება. განაყოფიერებული დიპლოიდური კვერცხუჯრედიდან მცენარის ჩანასახი წარმოიშობა. შესაძლებელია მეორე არქეგონიუმშიც განაყოფიერდეს, მაგრამ ჩანასახი არ ვითარდება. თესლკვირტის განაყოფიერების შემდეგ წარმოიქმნება თესლი, რომელიც შედგება ჩანასახისა, ენდოსპერმისა (საზრდო ნივთიერება) და კანისაგან.



სურ. 199. ციკას (*Cycas revoluta*) მდგარობითი ეგზემპლარი.

შიშველთესლოვანებში ფართოდ გავრცელებული უმაღლესი ჯგუფია გირჩოვანები, რომელიც დღეს წარმოდგენილია მრავალი ოჯახით, გვარით და სახეობით.

გირჩოვანებს მიკროსპოროფიტები და მეგასპოროფიტები მჭიდროდ აქვთ განლაგებული ღერძზე და მათ გირჩებს უწოდებენ (სურ. 200). სპირალურად განწყობილი მიკროსპოროფიტები მამრობით გირჩად არის შეკრებილი, ხოლო მეგასპოროფიტები—მდედრობით გირჩად. ზოგჯერ გირჩოვანების ყვავილები ყვავილედებადაა შეკრებილი. სამტვრე პარკში არქესპორიუმისაგან, რედუქციული დაყოფით, მტვრის მარცვლები წარმოიქმნებიან და



სურ. 200. ფიჭვის ტოტი მამრობითი (1) და მდედრობითი (2) გირჩებით: 3—მეფილი გირჩა, 4—მტვრიახნები, 5—მდედრობითი გირჩის ქერქლი ორი თესლკვირტით, 6—სანაყოფე ქერქლი ორი თესლით, 7—საფრენი, 8—თესლი, 9—თესლის სიგრძივი ჭრილი, 10—მდედრობითი გირჩის სიგრძივი ჭრილი, 11—მამრობითი გირჩის სიგრძივი ჭრილი.

ქარის თუ სხვა საშუალებით მდედრობით გირჩებზე გადაიტანებიან. მტვრის მარცვლები, ამ გირჩების თესლკვირტზე მოხვედრი ლითვით სამტვრე პარკშივე იწყებენ განვითარებას. მდედრობითი გირჩა ღერძზე სპირალურად და მჭიდროდ განლაგებული მეგასპოროფიტების კრებულია.

გირჩა მეგასპოროფიტზე (მეგასპოროფიტები იგივე ქერქლებია) ორ-ორ თესლკვირტს ევითარებს. თესლკვირტი შედგება ინტეგუმენტისაგან, რომლის შიგნით ნუცელუსია. ნუცელუსის უჯრედებისაგან, რედუქციული დაყოფის შედეგად,

ჩანასახის პარკი ვითარდება, ჩანასახის პარკის ზედა ნაწილში არქეგონიუმები წარმოიქმნებიან. არქეგონიუმში ერთ კვერცხუჯრედს შეიცავს.

თესლკვირტის მიკროპილეზე მოხვედრილი მტვრის მარცვალი გადადის ნუცელუსში და იწყებს განვითარებას. მტვრის მარცვალი ზრდის შემდეგ, ჯერ დიდი ზომის ანთერიდიალურ უჯრედს წარმოქმნის, ხოლო მის შიგნით—ძირითად, დიდ ვეგეტაციურ უჯრედს. ვეგეტაციური უჯრედი ეგზინის გახვევით ქმნის სამტვრე მილს (მის წვერზე განვითარებული ვეგეტაციური ბირთვით), რომელიც იჭრება ნუცელუსში და ნელა ვითარდება მის ქსოვილში.

ანთერიდიალური უჯრედი იყოფა გენერაციულ და ბაზალურ უჯრედებად, რომლებიც სამტვრე მილში ექცევიან. აქ გენერაციული უჯრედი იყოფა ორ მამრობით უჯრედად—სპერმიებად. სპერმიები სამტვრე მილს გადააქვს არქეგონიუმებში, რის შემდეგ სპერმა უერთდება კვერცხუჯრედის ბირთვს და განაყოფიერდება. განაყოფიერებული დიპლოიდური ბირთვებისაგან წარმოიქმნება ჩანასახი. მთელი თესლკვირტი გადაიქცევა თესლად, რომელიც მომწიფებას მერევე წელს იწყებს. გირჩოვანებში გამრავლების პროცესი აღმოაჩინა რუსმა მეცნიერმა ი. გოროჟანკინმა (1880 წ.).

საგოვანებსა და გირჩოვანებში გამრავლების პროცესი რამდენადმე თავისებურია. თუ საგოვანებში მამრობითი ელემენტი სპერმატოზოიდებია, გირჩოვანებში გამანაყოფიერებელი სპერმიებია.

ფარულთესლოვანები უმადლესი მცენარეების ყველაზე უფრო გაბატონებული, მრავალრიცხოვანი და მრავალფეროვანი ჯგუფია. ფარულთესლოვანების გამრავლების რთული პროცესი ყვავილში მიმდინარეობს.

ფარულთესლოვანების ტიპური ყვავილის აგებულება გაცილებით რთულია, ვიდრე შიშველთესლოვანების. თესლკვირტი აქ მეგასპოროფილებისაგან წარმოქმნილ ბუტკოშია მოქცეული და მტვრის მარცვლით განაყოფიერებული თესლკვირტიდან ვითარდება თესლი, რომელიც სახეცვლილი ნასკვით—ნაყოფგარემოთი იფარება. ამიტომაც ამ ჯგუფს ფარულთესლოვანებს უწოდებენ. ყვავილი, როგორც გენერაციული ორგანო, ძირითადად, შედგება ბუტკოსა და მტვრიანასაგან და ხშირად გარედან შემოხვეული ორი წყება ფოთლებისაგან, რომლებსაც ყვავილსაფარი ეწოდება.

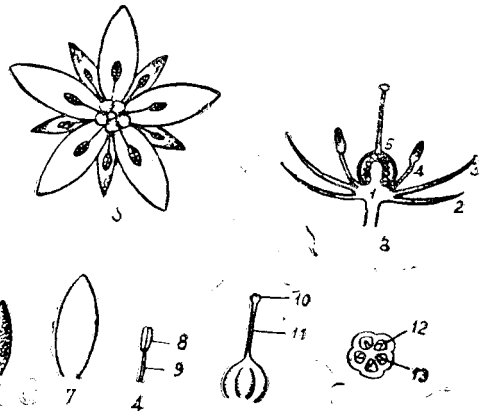
ყვავილი

ყვავილი დამოკლებული და ზრდაშეზღუდული ყლორტია. ასეთ ყლორტზე განვითარებული ფოთლებიდან ერთი წყება სახეშეცვლილი ფოთლები, სქესობრივი გამრავლების ნაწილებადაა ქცეული, ხოლო მეორე წყება ყვავილის საფარ ფოთლებადაა გარდაქმნილი.

ყვავილი ყვავილსაფრითა და ბუტკოთი მხოლოდ ფარულთესლოვანებს აქვთ (სურ. 201). ყვავილის შემოკლებულ, გამსხვილებულ ღეროს ეწოდება ყვავილსაჯდომი, ხოლო ყვავილსაჯდომის ქვემოთ მდებარე ღეროს ნაწილს—ყვავილის ყუნწი.

ყვავილსაჯდომზე ყვავილის ყველა ძირითადი ნაწილია განლაგებული: ყვავილსაფარი ჯამისა და გვირგვინის სახით და გენერაციული ელემენტები—მტვრიანები და ბუტკო.

ყვავილსაჯდომი საყვავილე ღეროზე ყუნწითაა მიმაგრებული ან ზოგჯერ ძვლოპარეა, ე. ი. ყუნწი არა აქვს. ყვავილსაჯდომი სამი სახისაა (სურ. 202):

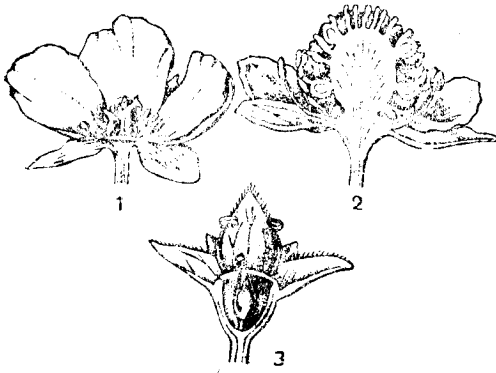


სურ. 201. ყვავილის აგებულების სქემა: ა—ჯამი და გვირგვინი ზუთწვერიანია, მტვრიანა 10. ბ—ყვავილის ნაწილების ურთიერთგანლაგება გასწვრივ განაკვეთზე: 1—ყვავილსაჯდომი; 2—ჯამი; 3—გვირგვინი; 4—მტვრიანა; 5—ბუტკო (ნასკვი); 6—ჯამის ფოთლი; 7—გვირგვინის ფურცელი; 8—სამტვრე პარტი; 9—სამტვრე ძაფი; 10—ლინგი; 11—სვეტი; 12—ნასკვის ბუდე; 13—თესლკვირტი.

1) ბრტყელა, რომელიც ყვავილების უმრავლესობას ახასიათებს; 2) ამონეკილი, მაგალითად, ბაიას ან მაგნოლიას ყვავილსაჯდომი და 3) ჩაზნექილი ყვავილსაჯდომი, მაგალითად, ასკილის.

ყვავილის ფოთოლი უბეში მჯდომარე კვირტიდან წარმოიშობა. ეს ფოთოლი მფარავია, რომელიც ზოგჯერ ყვავილის ყუნწზე ვითარდება (ერთი ან ორი) და თანაყვავილი ეწოდება (სურ. 203).

ჯამი (კალიქსი—Kalyx, ლათინ.) ყვავილის გარეთა წყება ფოთლებია,



სურ. 202. ყვავილსაჯდომი: 1—ბრტყელი, 2—ამო-
ზნეჭილი, 3—ჩაზნეჭილი.

ვილსაჯდომზე სპირალურად ან რგოლურად არიან განლაგებული. ჯამის ფოთლები ფორმით მეტად მრავალფეროვანია. მისი პატარა ან დიდი ზომის ფოთლები ზოგჯერ რედუცირებულია ქერქ-
ლებად, ბეწვებად, ჯაგრებად ან ეკლებად; ხშირად ჩვეულებრივი ფოთლის მსგავსია ან ხეშეში, სქელი ხორცივანი ან თხელი სიფ-
რიფანა და ა. შ. ხშირად ფოთლები მთლიან-
ნია, ზოგჯერ კი დაკბილული, დანაკეთული, განკვეთილი და დაყოფილი, ჯამის ფოთლების რიცხვი ყვავილში ხშირად განსაზღვრული ან განუსაზღვრელია (მრავალი). ჯამის ფოთლები ზოგჯერ ერთმანეთთან შეზრდილია ისე, რომ მილი იქმნება, ასეთ ჯამს ფოთლებ-
შეზრდილი ეწოდება.

ზოგჯერ ჯამის ფოთლები ერთმანეთისა-
გან განცალკევებულია ისე, რომ თითო ფოთო-
ლი ცალკე ზის. ასეთი ჯამი ფოთლებგან-
ცალკევებულია (სურ. 205). ჯამი ხში-
რად ყვავილობამდე ზედვე რჩება, ხოლო დაყვავილების შემდეგ ხმება ან
ქანება და ცვივა. ზოგჯერ დაყვავილების შემდეგაც, ნაყოფობის დროს ნაყოფ-
ზეა შემორჩენილი.

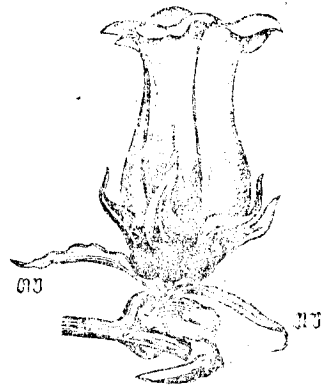
გვირგვინი (კოროლა—Corolla, ლათინ.) ჯამის შემდეგ შიგა წყება
ფოთლებს წარმოადგენს და ჯამთან ერთად ყვავილსაფარს ქმნის.

გვირგვინი, უმეტესად, სხვადასხვა შეფერილობისა და სხვადასხვა ზო-
მისაა.

გვირგვინის სხვადასხვანაირი შეფერადება გამოწვეულია სხვადასხვა ნივ-
თიერებით, რომლებიც უჯრედებში გროვდებიან. ასეთებია: ქრომობლასტები,

რომელიც გვირგვინთან (შიდაწყე-
ბა ფოთლები) ერთად ორპირ ყვა-
ვილსაფარს ქმნის. მისი დანაშნუ-
ლებაა ყვავილის შიგა, შედარებით
ნაზი ნაწილების დაცვა, როცა ყვა-
ვილი გაუშლელია. ჯამი, უმეტესად
მწვანე ფერისაა, ზოგჯერ კი შე-
ფერადებული.

აღნაგობითა და აგებულე-
ბით ჯამი ნორმალური ფოთლის
ბუნებას ამჟღავნებს. ზოგჯერ ჯამს
ქვემოთ, გარედან, უვითარდება
პატარა ზომის ფოთლები, რო-
მელთაც ჯამქვეშა (სურ. 204)
ეწოდება (ბალბა, მარმუჭი, მარწყ-
ვი და სხვ.). ჯამის ფოთლები ყვა-
ვი

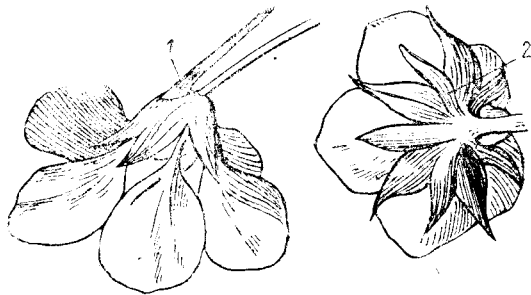


სურ. 203. მაჩიტას ყვავილი
თანაყვავილებით.

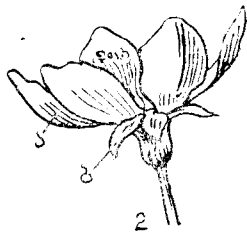
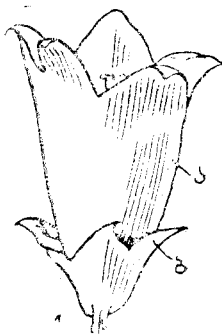
ანთოციანები, ანთოქლორები და სხვ. როდესაც გვირგვინის შეფერილობა-ზეა ლაპარაკი, ძირითადად მხედველობაშია მიღებული მთლიანად ყვავილის შეფერადება. გვირგვინი იცავს მის შიგნით განვითარებულ შედარებით ნაზ ნაწილებს—მტკრიანას და ბუტკოს დაზიანებისაგან. აგრეთვე თავისი მრავალნაირი შეფერადებითა და სხვადასხვა საზრდო ნივთიერების შემცველობის გამო იზიდავს მწერებს, რომლებიც ყვავილში არსებულ ნივთიერებებს საზრდოდ იყენებენ და ხელს უწყობენ დამტვერვას.

გვირგვინის ფოთლები, ჯამის ფოთლებთან შედარებით, უფრო ნაზი და სიფრიფანისებრია და ამიტომ მათ ხშირად ფურცლებს უწოდებენ.

გვირგვინის ფურცელი შედგება ორი ნაწილისაგან—ქვედა შევიწროებული ნაწილისაგან, რომელსაც ფრჩხილი ეწოდება და რის საშუალებითაც ფურცელი ყვავილსაჯდომს ან ყვავილის სხვა ნაწილს ემაგრება და ზედა, შედარებით გაფართოებული ნაწილისაგან, რომელსაც ფირფიტა ეწოდება.



სურ. 204. 1—ჟამი ღვით, 2—ჟამი ჯამქვეშათი.

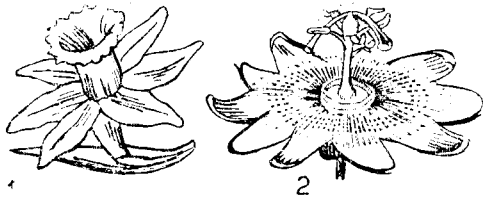


სურ. 205. ა—ფურცლებშეზრდილი გვირგვინი; ბ—ფოთლებშეზრდილი ჟამი; 2. ა—ფურცლებგანცალკეებული გვირგვინი; ბ—ფოთლებგანცალკეებული ჟამი.

განცალკეებული, ამიტომაც გვირგვინი შეიძლება იყოს: ფურცლებშეზრდილი და ფურცლებგანცალკეებული.

ფოთლებშეზრდილი გვირგვინის იმ ნაწილს, სადაც მისი ფურცლები ერთმანეთთან არიან შეზრდილი, გვირგვინის მილი ეწოდება, ხოლო შეუზრდელ ნაწილს—გადანაღუნი. მიღებად გადანაღუნის შუა არის ხახა (სურ. 207); გვირგვინის ფურცლები ხშირად დიდი ზომისაა, მაგრამ ზოგიერთი მცენარის ყვავილს სხვა ნაწილებთან ერთად, გვირგვინის ფურცლებიც მცირე ზომისა აქვთ. გვირგვინისა და მისი ფურცლების ფორმაც მრავალნაირია (სურ. 207). ხშირად ფურცლები მთლიანია. ზოგჯერ შეიძლება იყოს დაკბილული. ფურცლების განლაგება შეიძლება იყოს სპირალური და რგოლური, განუსაზღვრელი ან განსაზღვრული რიცხვით.

არის შემთხვევები, როდესაც ყვავილში დიდი რაოდენობითაა არანორ-
მალურად განვითარებული გვირგვინის ფურცლები (ბაიასებრნი, მიხაკისებრ-
ნი, ვარდისებრნი, რთულყვავილოვანნი და სხვ.). ასეთ ყვავილებს ბუთხუზა—
ქუჩქუჩა ყვავილები ეწოდება. ბუთხუზა ყვავილებში ხშირი მოვლენაა გვირ-
გვინის ფურცლების გადაქ-



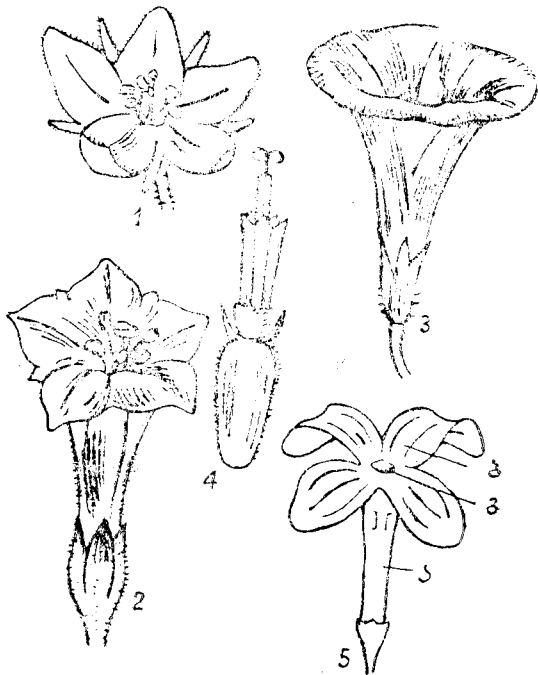
სურ. 206. გვირგვინოსანი: ყვავილები 1—ნარციზი (narcissus); 2—ენების ყვავილი (Passiflora).

ცევა ხან მტვრიანებად და ხან ნაყოფის ფოთლებად. ასეთ ყვავილებში მტვრიანები და ბუტკოები ხშირად გვირგვინის ფურცლებად გარდაიქმნება (სურ. 208). ბუთხუზა ყვავილების კარგი მაგალითებია: გეორგინა, ასტრა, მიხაკი, ვარდი

(სურ. 209), ტიტა, იმერული ზაფრანა და სხვ.

ყვავილსაფარი შედგება ღამის ფოთლებისაგან (გარეთა წყება) და გვირ-
გვინის ფურცლებისაგან (შიგნითა წყება). ასეთი ყვავილსაფარი ორმაგია, ანუ
ორპირი. როდესაც ყვავილ-
საფარს მარტო ჯამი
აქვს, ყვავილსაფარი ჯამი-
სებრია (ჭინჭარი, კანაფი,
მჟაუნა, ჭარხალი, ნაცარქა-
თამა და სხვ.).

თუ ყვავილსაფარს მხო-
ლოდ გვირგვინი აქვს, ასე-
თი ყვავილსაფარი გვირ-
გვინისებრია (დიდებაია,
ფრინტა, წიწიბურა, შრო-
შანა, სუმბული, ენძელა და
სხვ.). ჯამისებრ ან გვირგვი-
ნისებრ ყვავილსაფარს მარ-
ტივი (სურ. 210) ყვავილსა-
ფარი ეწოდება. რიგ მცენა-
რებს: ვერხვს, ტირიფს,
წნორს, იფანს ანუ კობიტს
უყვავილსაფარო ან შიშველი
ყვავილები ახასიათებთ (სურ.
211), ე. ი. არც ჯამი და
არც გვირგვინი არ უვითარ-
დებათ. ყვავილსაფარი ორ-
მაგი იქნება, თუ ყვავილი
შედგება ჯამისა და გვირ-
გვინისაგან. ორმაგი ყვავილ-
საფარის დროს ხშირად, ჯამი და გვირგვინი სხვადასხვაფრად არის შეფერა-
დებული. ზოგჯერ ჯამის ფოთლის გარეთა და შიგნითა მხარე სხვადასხვანაირ-

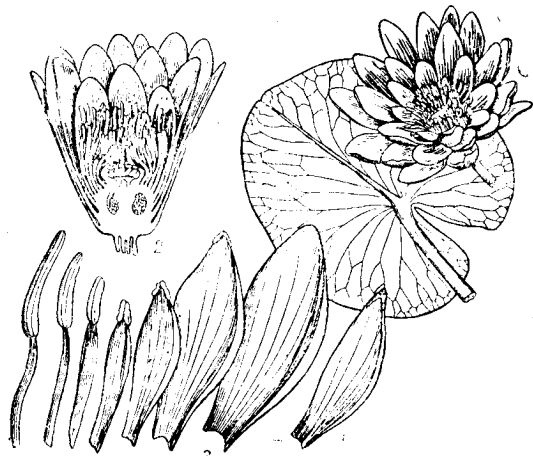


სურ. 207. ფურცლებშუზადილი გვირგვინის ფორ-
მები: 1—ბორბლისებრი, 2—ძაბრისებრი, 3—ზარისებრი,
4—მილისებრი, 5—ლამბაქისებრი. ა—მილი, ბ—გადანა-
ღნი, ვ—ხაზა.

დებული. ზოგჯერ ჯამის ფოთლის გარეთა და შიგნითა მხარე სხვადასხვანაირ-

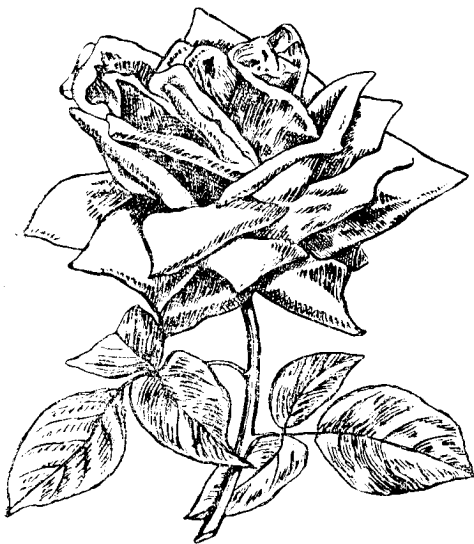
რად არის შეფერადებული. ასევე შეიძლება იყოს გვირგვინის ფურცლებიც, უფრო ხშირად ფურცლის ორივე მხარე ერთნაირი მკვეთრი ფერისაა. მარტივყვავილსაფრიალი მცენარეები, ისე როგორც ორმაგყვავილსაფრიალი, შეიძლება იყოს ფურცელზე ზრდილი (ქარხალი, ძირმწარა, სათოვლია, ყაზახა, სვინტრი, ჩიტისთავა, ხახვი, ცისთვალა, ზამბახი და სხვ.). ჯამი შეიძლება რამდენიმე ან ერთ სიმეტრიულ სიბრტყედ დაიწყოს.

როდესაც ჯამი რამდენიმე სიმეტრიულ სიბრტყედ იყოფა, მაშინ იგი აქტინომორფულია („აქტის“ — სხივი, „მორფე“ — ფორმა, ბერძნ.). თუ ერთ სიბრტყედ იყოფა, მაშინ ასეთი ჯამი ზიგომორფულია (ძეუვის — წყვილი, ბერძნ.). ასევე გვირგვინის შემთხვევაშიაც, გვირგვინს შეიძლება ჰქონდეს რამდენიმე ან ერთი სიმეტრიის სიბრტყე. ზოგიერთ გვირგვინზე შესაძლებელია რამდენიმე სიმეტრიის სიბრტყის გატარება და მაშინ გვირგვინი აქტინომორფული იქნება, ხოლო თუ ერთი სიმეტრიის სიბრტყე გაივლება, მაშინ გვირგვინი ზიგომორფულია. ზოგჯერ გვირგვინზე არ შეიძლება სიმეტრიის სიბრტყის გავლება და ასეთ გვირგვინს ასიმეტრიული ეწოდება. მაშასადამე, ყვავილსაფარი შეიძლება იყოს: აქტინომორფული, ზიგომორფული და ასიმეტრიული (სურ. 212). ზოგჯერ იმ მცენარეებს, რომელთაც ზიგომორფული ყვავილები აქვთ, უფითარდებათ აგრეთვე კენწრული აქტინომორფული ყვავილებიც და მათ პელორიული („პელოს“ — ურჩხული, ბერძნ.) ყვავილები ეწოდება.



სურ. 208. 1—თეთრი ღუმფარა; 2—მისი ყვავილის სიგრძივი კრილი; 3—მტვრიანების თანდათანობითი გადასვლა გვირგვინის ფურცლებად.

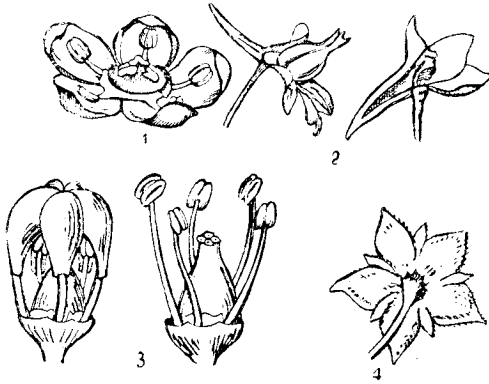
რამდენიმე ან ერთი სიმეტრიის სიბრტყე. ზოგიერთ გვირგვინზე შესაძლებელია რამდენიმე სიმეტრიის სიბრტყის გატარება და მაშინ გვირგვინი აქტინომორფული იქნება, ხოლო თუ ერთი სიმეტრიის სიბრტყე გაივლება, მაშინ გვირგვინი ზიგომორფულია. ზოგჯერ გვირგვინზე არ შეიძლება სიმეტრიის სიბრტყის გავლება და ასეთ გვირგვინს ასიმეტრიული ეწოდება. მაშასადამე, ყვავილსაფარი შეიძლება იყოს: აქტინომორფული, ზიგომორფული და ასიმეტრიული (სურ. 212). ზოგჯერ იმ მცენარეებს, რომელთაც ზიგომორფული ყვავილები აქვთ, უფითარდებათ აგრეთვე კენწრული აქტინომორფული ყვავილებიც და მათ პელორიული („პელოს“ — ურჩხული, ბერძნ.) ყვავილები ეწოდება.



სურ. 209. ვარდის ბუთხუზა ყვავილი.

მარტივი ან ორმაგი ყვავილსაფრის შემთხვევაში, ხშირად ჯამისა და გვირგვინის ფოთლების ქვედა ნაწილში უფითარდება სხვადასხვა სახის გამონაზარდი, მათში ზოგჯერ ამა თუ იმ შედგენილობის ნივთიერებები ან წყალა

გროვდება. ასეთ გამონაზარდებს მიეკუთვნება სანექტრეები, რომელთა დაგროვებულ და ჩაღრმავებულ ნაწილებს ხშირად დეზი (სურ. 204) ეწოდება (დეზურა, სოსანი, დედოფლის ყვავილი, ია, წყალიკრეფია და სხვ.).



სურ. 210. მარტივი ყვავილსაფრიანი ყვავილები: 1—ჯამისებრი ყვავილსაფარი; 2—3—გვირგვინისებრი ყვავილსაფარი; 4—ჯამი ჯამჭვეშათი.

მტვრიანა (ანდროცეუმი—*Androcænum*), „ანერ“-ნათ. ბრუნვა; „ანდროს“ — —მაჰაკაცი, „ოიკოს“—სახელი, ბერძნ., სურ. 213). მტვრიანათა კომპლექსს ანდროცეუმი ეწოდება. მტვრიანა შედგება: სამტვრესაგან და მტვრიანას ძაფისაგან. მტვრიანას ძაფი ზოგჯერ სამტვრეებს არ უფითარდებათ და ისინი მჯდომარეებია. (სურ. 214).

მტვრიანას ძაფი ხშირად ვიწრო ცილინდრული ფორმისაა, ზოგჯერ ბრტყელი და ფირფიტაირია. რიგი ყვავილების მტვრიანას ძაფებს სხვადასხვანაირი გამონაზარდები—ბეწვები უფითარდება. მტვრიანას ძაფებით ხდება ზოგჯერ სამტვრეების შეზრდა და იკმნება სამტვრე-

მტვრიანას ძაფი ხშირად ვიწრო ცილინდრული



სურ. 211. შიშველი ყვავილები: 1—ფრთათეთრას ორსქესიანი ყვავილი, 2—იუნის ორსქესიანი ყვავილი, 3—ტირიფის მამრობითი ყვავილი და 4—მდეღრობითი ყვავილი.

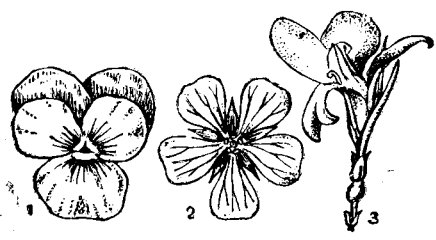
ბის კონა. მტვრიანას ძაფის დანიშნულებაა სამტვრეებისა და მასში მომწიფებული მტვრის მარცვლების გავრცელება, ე. ი. დამტვრვის ხელის შეწყობა. სამტვრე ორი ნახევრისაგან შედგება და გაყოფილია ე. წ. შუასაბამით. თითოეული ნახევარი სამტვრე ბუდე, ანუ სამტვრე პარკია (სურ. 215), რომელშიაც მტვრის მარცვლები ვითარდებიან. სამტვრე სორუსია (სინანგიუმი), მტვრის მარცვლები კი—მიკროსპორებია. სამტვრეები მეტად მრავალი ფორმისაა და სხვადასხვა გამონაზარდები აქვს, რაც ხელს უწყობს მტვრის მარცვლების გავრცელებას. მომწიფების შედეგად სამტვრეების პარკები (ბუდეები) იხსნება უფრო ხშირად გასწვრივი ნაპრალებით, ხერელებით, სარქველებით ან პარკის მთლიანი დაშლის შედეგად.

ხშირად სამტვრეები ერთმანეთს შეეზრდებიან, ხოლო ძაფები შეუ-

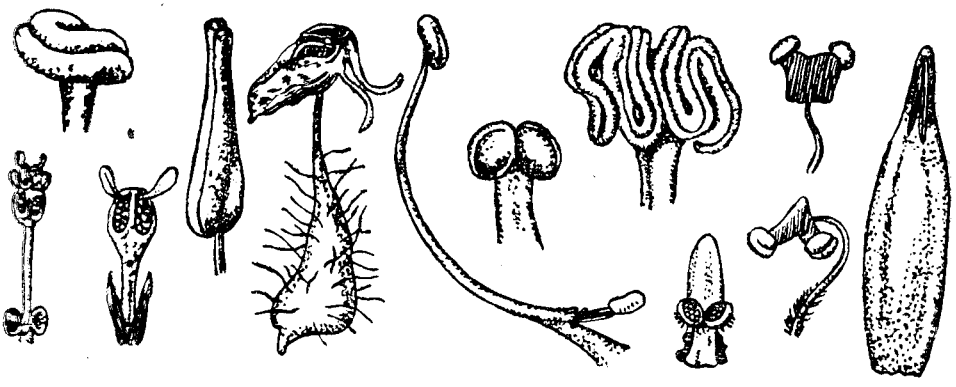
ზრდელი რჩებიან (მაგ., რთულყვავილოვნებში) ან სამტვრეები დაფებთან ერთად არიან შეზღუდულ ელემენტებში (გოგრისებრნი); ამა თუ იმ მცენარის მტვრიანა ყვავილში განსაზღვრული ან განუსაზღვრელი რიცხვითაა და გარკვეულ ჯგუფისათვის მტვრიანების ესა თუ ის რიცხვი დამახასიათებელი ნიშნად ითვლება.

მტვრიანების განლაგება ყვავილში უმეტესად წრიული (ერთ, ორ ან მეტ წრედ) ან სპირალურია. მტვრიანები ყვავილსაჯდომზეა მიმაგრებული, მაგრამ, რიგ შემთხვევაში, ყვავილის სხვადასხვა ნაწილებთან არის შეზრდილი.

მტვრიანას განვითარება იწყება იმით, რომ იგი ყვავილსაჯდომზე ჩაისახება ბორცვის სახით, რომლისგანაც ჯერ სამტვრე ვითარდება, შემდეგ კი დამატებითი (ინტერკალარული) ზრდის შედეგად—მტვრიანას დაფი. ზოგიერთი მტვრიანას სამტვრე პარკი მტვრის მარცვლების წარმოშობის



სურ. 12. ყვავილის სიმეტრია. 1—ზიგომორფული, 2—აქტინომორფული, 3—ასიმეტრიული.



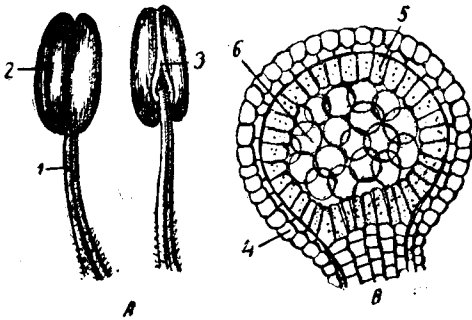
სურ. 213. სხვადასხვა ფორმის მტვრიანები.

უნარს მოკლებულია, ე. ი. მტვრიანა უნაყოფოა. ასეთ უნაყოფო მტვრიანას სტამინოდუმი („სტამენ“—მტვრიანა, დინ, „ეილოს“—სახე. ბერძნ.) ეწოდება.

სამტვრე შედგება ერთნაირი მოყვანილობის უჯრედებისაგან, რომლებიც ერთშირიანი ეპიდერმისითაა დაფარული. ეპიდერმისის ქვედა უჯრედები ზრდის შედეგად გასწვრივი ტიხრებით ორ შრედ იყოფა. აქედან შიგნითა შრე არქესპორიუმი („არქე“—საწყისი, ბერძნ.) წარმოშობს, გარეთა შრის უჯრედები ისევ იყოფიან გასწვრივი ტიხრებით და უჯრედების სამ შრეს ქმნიან. გარეთა შრის უჯრედებისაგან ვითარდება ფიბროზული („ფიბრა“—ბოჭკო, ლათინ.) შრე, ანუ ენდოტეციუმი („ენდოს“—შიგნით, „ტეცე“—ყუთი, სათავსო, ბერძნ.), რომელიც ხელს უწყობს სამტვრეს მომწიფებას და მის გახსნას. შუა შრე, რომელიც პატარა ზომის უჯრედებისაგან შედგება, თანდათანობით იშლება და ამ დაშლილ მასას მტვრის მარცვლები საკვებ ნივთიერებად გამოიყენებენ. შიგნითა შრის უჯრედებისაგან სწრაფი და-

ყოფის შედეგად წარმოიქმნება ე. წ. გამომფენი შრე, ანუ ტაპეტუმი („ტაპეს“—ნოხი, ბერძნ., სურ. 216).

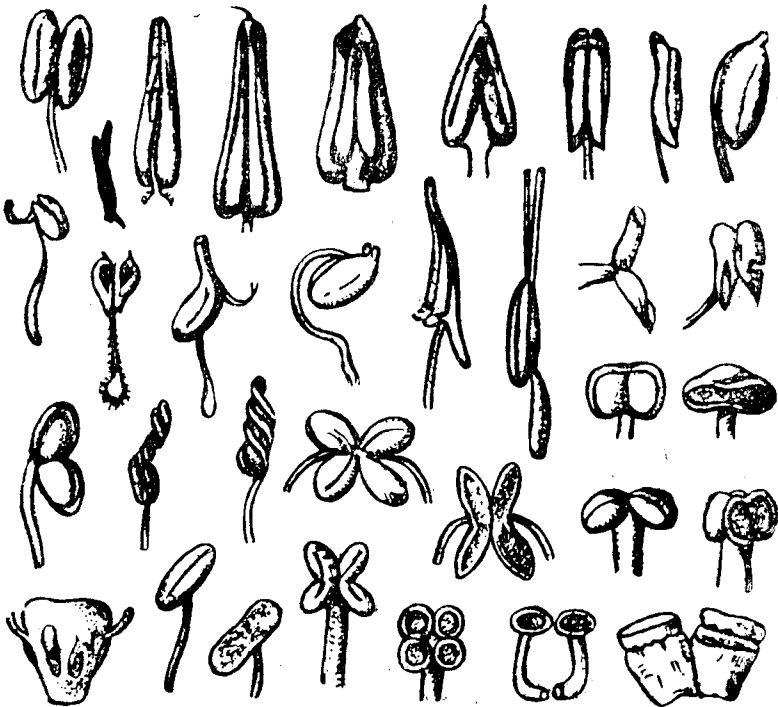
ტაპეტუმის შიგნით მოთავსებულია მტვრის მარცვლების წარმომშობი შრე—



სურ. 214. მტვრიანა, სამტვრე პარკის აგებულება განივ კრილზე. 1—მტვრიანას ძაფი, 2—სამტვრე პარკი, 3—შუასაბამი, 4—სამტვრე პარკის გარსი, 5—გამომფენი წრე, 6—არქესპორიუმი.

არქესპორიუმი. მტვრის მარცვლები სამტვრე ბუდეებში, ანუ პარკებში არქესპორიუმის უჯრედების დაყოფის შედეგად წარმოიქმნილი დედა უჯრედებისაგან ვითარდებიან. მტვრის მარცვლის წარმოქმნით თითოეული დედა უჯრედი რედუქციული გზით ოთხ-ოთხად იყოფა და ოთხ-ოთხ მტვრის მარცვლად (მიკროსპორა) ვითარდება. მტვრის მარცვლები საბოლოო ფორმირების შემდეგ გარსების

გალორწოიანების შედეგად ხშირად ერთმანეთს სცილდებიან და განცალკევებული რჩებიან. ზოგჯერ კი მტვრის მარცვლები ოთხ-ოთხად ანუ ტეტრადად („ტეტრადიონ“—ოთხეული, ბერძნ.) არიან შეზრდილი (ლაქაში, შქერა, იელი). ზოგჯერ მტვრის მარცვლები ერთმანეთთან შეწყებების შედეგად მარ-



სურ. 215. სამტვრე პარკის ფორსები.

ცვლების მოლიან მასას, ე. წ. პოლინიუმს („პოლენ“—მტერის მარცვლები, ლათინ.) ქმნიან (ჯადვარისებრი). მტერის მარცვალი ფორმით ხშირად მომრგვალო ან სფერულია, ან ელიფსური, ჩხირისებრი და, იშვიათად, ძაფისებრი (სურ. 217).

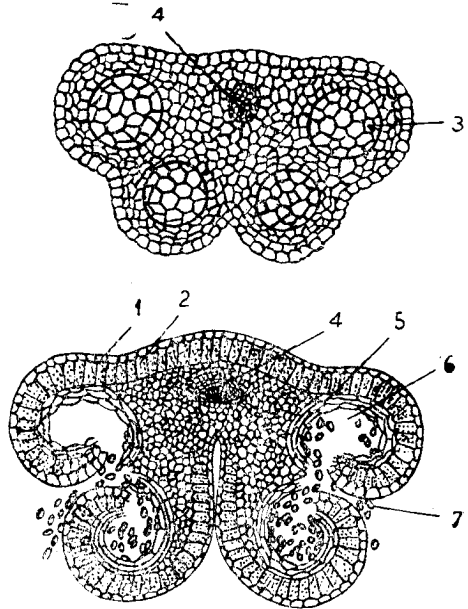
მტერის მარცვალი მეტად მცირე ზომისაა, 0,008 მმ-დან დაწყებული (ოთახის ფიკუსი) 0,2 მმ-მდე (გოგრა, ატამი). მტერის მარცვალი სხვადასხვა შეფერალებსაა. მომწიფებულ მტერის მარცვლის ერთუჯრედიანი სხეული შედგება სქელპლაზმური და ბირთვის შიგთავსისაგან, რომელიც გარსითაა დაფარული. შიგნითა გარსი თხელია და ინტინა („ინტუს“—შაგნით, ლათინ.) ეწოდება, ხოლო გარეთა გარსი სქელია და ეგზინა („ეგზო“—გარეთა, ბერძნ.) ეწოდება (სურ. 218). გალიეების დროს მტერის მარცვლის ბირთვი ორად იყოფა და ორ უჯრედს წარმოქმნის.

ერთი უჯრედი ზომით დიდი, მომრგვალო ფორმისაა და ვეგეტაციური უჯრედი ეწოდება, ხოლო მეორე პატარა ზომის მოგრძო თითისტარისებრი ფორმისაა და გენერაციული უჯრედი. ამ გენერაციული უჯრედის ბირთვიც მომწიფების შედეგად ორად გაყოფის გზით ორ გენერაციულ ბირთვს წარმოშობს (სურ. 219).

გინეციუმი—ბუტკო (გინეციუმი—gynaeum, „გინე“—ქალი, „ოიკოს“—სახლი, ბერძნ., სურ. 220) ნაყოფის ფოთლების კომპლექსი და ყვავილის მდებარეობით ელემენტია. ბუტკო შედგება ნასკვისაგან, სვეტისაგან და ღინგისაგან (სურ. 221).

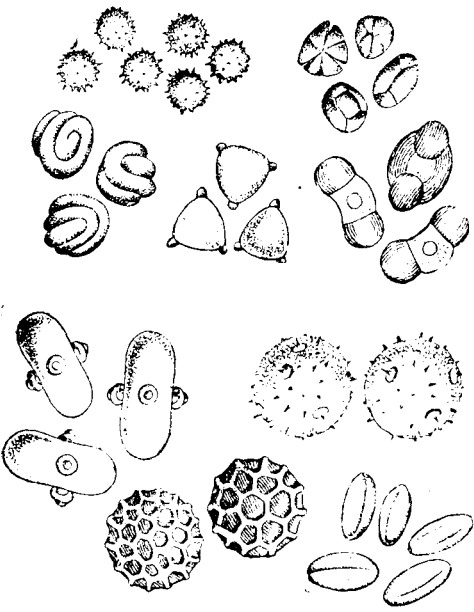
ნასკვი ბუტკოს ქვედა, უქეტესად, გამსხვილებული ნაწილია, რომელიც თავისი ფერით ყვავილსაჯდომზე ზის და ერთი ან რამდენიმე ნაყოფის ფოთლებისაგანაა წარმოქმნილი. იშვიათად ნასკვი დაგრძელებულ ყვავილსაჯდომზე ზის. ამ დაგრძელებულ ნაწილს გინოფორი („გინე“—ქალი, „ფოროს“—მტარებელი, ბერძნ.) ეწოდება.

ერთი ან რამდენიმე ნაყოფის ფოთლების კიდეების შეზრდის შედეგად იქმნება ნასკვის ღრუ. ერთი ნაყოფის ფოთლისაგან შემდგარ ნასკვის იმ ნაწილს, რომელზედაც ორი კიდეა შეზრდილი, მუცლის ნაკერი ეწოდება. ხშირად რამდენიმე ნაყოფის ფოთლების კიდეების ერთმანეთთან შეზრდით ერთი ნასკვი წარმოიქმნება. ასეთ ნასკვში ნაყოფის ფოთლებისაგან შექმნილ ღრუს, როდესაც იგი სატიხრებით არაა გაყოფილი, ნასკვის ბუდე ეწოდება.



სურ. 216. სამტერე ბუდეების განვითარება: 1—ეპიდერმისი; 2—უიბროზული შრე, ანუ ენდოტეციუმი; 3—არქესპორიუმი; 4—განტარი კონა; 5—გამომფენი შრე, ანუ ტაპეტუმი; 6—სამტერე ბუდე; 7—მტერის მარცვალი.

ბა. ერთბუდიანი ნასკვი შეიძლება ერთი ან რამდენიმე ნაყოფის ფოთლები-საგან იყოს წარმოშობილი (სურ. 222), უმეტესად კი რამდენიმე ნაყოფის ფოთლებისაგან მრავალბუდიანი ნასკვი იქმნება.



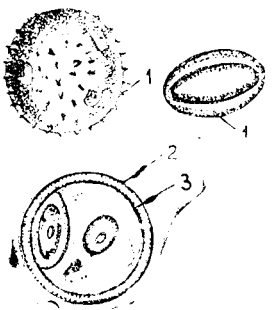
სურ. 217. სხვადასხვა მცენარის მტვრის მარცვლები.

მრავალ შემთხვევაში ერთი ან რამდენიმე ნაყოფის ფოთლების შეზრდა იწყება ქვევიდან და შეიძლება გაგრძელდეს ზევით, ე. ი. ნასკვთან ერთად მოხდეს ბუტკოს შევიწროებული ნაწილის სვეტის ან ბოლოს, თუმცა იშვიათად, დინგის შეზრდაც. ზოგჯერ კი რამდენიმე ნაყოფის ფოთლი ერთმანეთს კი არ ეზრდება, არამედ თითოეული ცალ-ცალკე ერთდება და ქმნის რამდენიმე ნასკვს, ე. ი. რამდენიმე ბუტკოს.

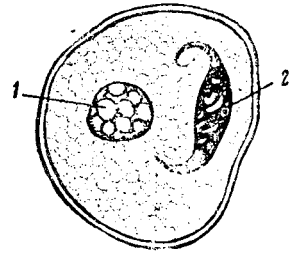
ზოგჯერ ნაყოფის ფოთლების შეზრდა იწყება ზემოდან, ე. ი. დინგიდან და სვეტიდან.

ნასკვი მდებარეობის მიხედვით სამი სახისაა: ზედა, ქვედა და შუა (სურ. 223).

ზედა ნასკვი ისეთ ნასკვს ეწოდება, რომლის ყვავილსაჯდომი, რომელზედაც ნასკვი ზის, ბრტყელი ან ამოზნექილია და ნასკვი მტვრიანებისა და



სურ. 218. 1—მტვრის მარცვალი, 2—ეგზონა, 3—ინტინა.



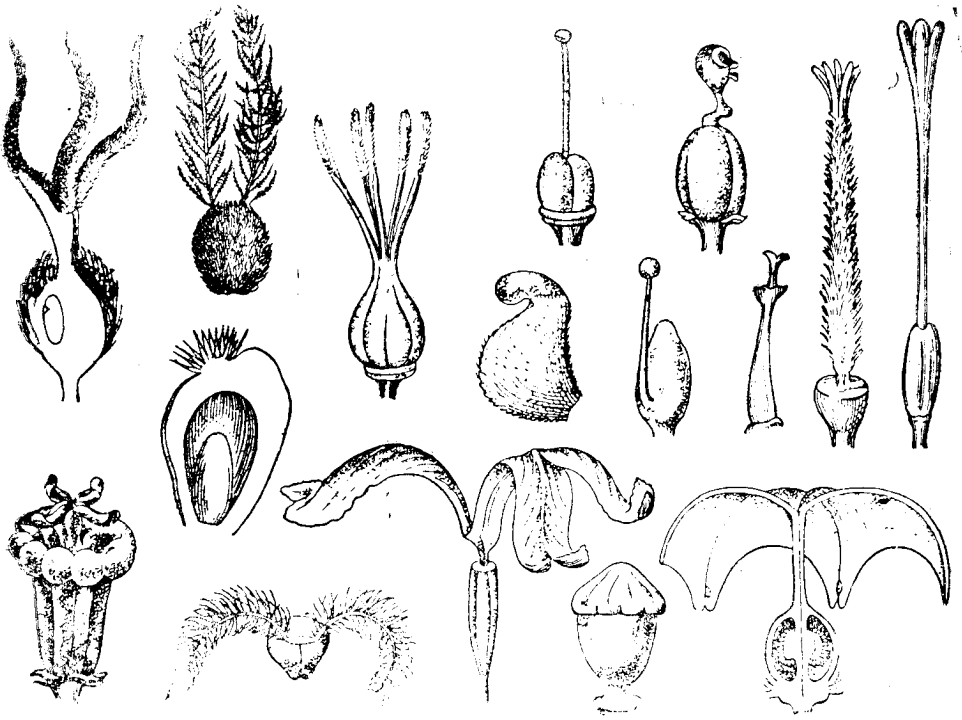
სურ. 219. მტვრის მარცვალი ვეგეტატიური (1) და გენერატიული (2) ბირთვებით.

ყვავილსაფრის ზემოთაა განლაგებული (ბაიასებრნი, ჯვაროსანნი, პარკოსანნი, მარცვლოვანნი, შროშანისებრნი და სხვ.); შეიძლება ნასკვი ჩაზნექილ ყვავილსაჯდომშიაც იჯდეს, მაგრამ მასთან არ იყოს შეზრდილი და, შედარებით სხვა ნაწილებთან, ზემოთ იყოს განლაგებული, იგი ამ დროსაც ზედა ნასკვია (ალუბალი, ქლიავი და სხვ.).

როდესაც ყვავილსაჯდომი ჩაზნექილია და ნასკვი მის შიგნით ზის, მა-

შინ მტკრიანები და ყვავილსაფარი ნასკვის ზემოთ არიან განლაგებული. ასეთ ნასკვს ქვედა ნასკვიანი ეწოდება (არყისებრნი, ქოლგოსანნი, ზამბახისებრნი და სხვ.).

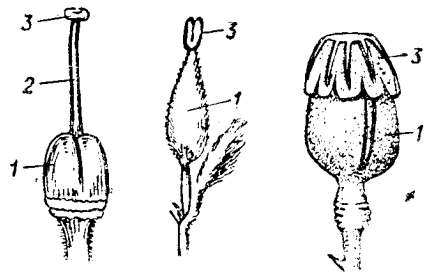
შუა (ანუ ნახევრად ქვედა) ნასკვი ეწოდება ისეთ ნასკვს, რომელი



სურ. 220. ბუტკოს სხვადასხვა ფორმები.

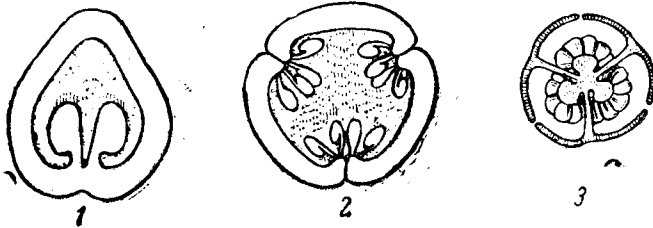
ყვავილსაჯდომთან ან ყვავილის სხვა ნაწილებთან ქვედა ნაწილითაა შეზრდილი, ხოლო მისი ზედა ნაწილი შეუზრდელი, თავისუფალია. ამ შემთხვევაში მტკრიანები და ყვავილსაფარი ნასკვის შუა ნაწილებში არიან განლაგებული (მაგ., ცხრატყავა, ანწლი და სხვ.).

ნასკვის ეს სამი სახე მცენარეთა სისტემატიკის დიაგნოსტური ნიშანია. ნასკვის გაგრძელება სვეტი, რომელიც დინგით მთავრდება; ზოგჯერ ნასკვსა და დინგს შორის სვეტი არ ვითარდება, მაშინ ნასკვი უსვეტოა და მასზე დინგი მჯდომარეა (ტიტა, ყაყაჩო).



სურ. 221. ბუტკო. 1—ნასკვი, 2—სვეტი, 3—დინგი.

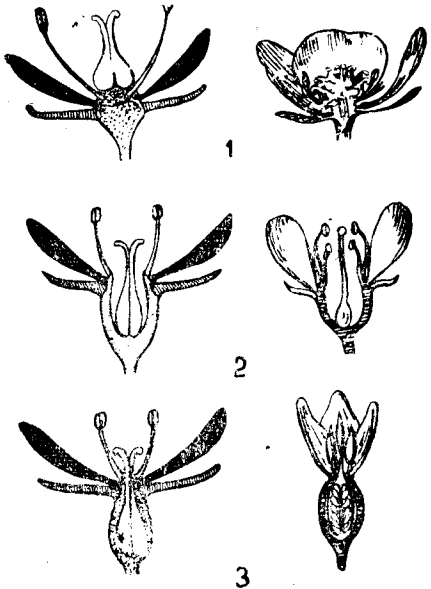
სვეტი ბუტკოს ის შევიწროებული ნაწილია, რომელიც ატარებს სამტკრე მილს ნასკვში და შემდეგ კი თესლკვირტში. სვეტის შიგნით რამდენიმე ნაყოფის ფოთლისაგან წარმოქმნილი სვეტის მილია, რომელიც მთლიანად



სურ. 222. ნასკვის ბუდიანობა: 1—ერთი ნაყოფის ფოთლისაგან ერთბუდიანი ნასკვი, 2—სამი ნაყოფის ფოთლისაგან ერთბუდიანი ნასკვი, 3—სამი ნაყოფის ფოთლისაგან სამბუდიანი ნასკვი.

ან ნაწილობრივ გამტარი ქსოვილითაა ამოვსებული და ხელს უწყობს მტვრის მილის ჩაზრდას ნასკვში.

დინგი ბუტკოს კენწრული ნაწილია, რომელზეც დამტვერვის შედეგად მტვრის მარცვალი ხედება და სამტვერე მილი ვითარდება. დინგი სხვადასხვა მოყვანილობისაა: ზოგჯერ ბურთივით მრგვალია, ზოგჯერ კი გრძელი, ძაფნაირი ან ვაყოფილია (ორად დაჭმეტად) ან ჩაღრმავებული; მწერის, ქარის ან სხვა საშუალებით გამოტანილი მტვრის მარცვლებს დასაჭერად ბეწვებით და სხვადასხვა გამონაზარდებით არის დაფარული ან ლორწოიან წებოვანია.



სურ. 223. 1—ზედა ნასკვი (მარცხნივ სქემა, მარჯვნივ ყვავილის კრილი), 2—შუა ნასკვი, 3—ქვედა ნასკვი.

ლორწოიანი დინგი ქოლგოსნებს, მოცეს, გიჟანას და სხვ. ახასიათებთ. ბეწვებიანი დინგი უვითარდება ასისტავას (*Centaurium umbellatum*), კენაფს, მაჯაღვერს (*Daphne mezereum*) და სხვ.

ყვავილში ზოგჯერ რამდენიმე ბუტკოა, რომელიც რამდენიმე ნაყოფის ფოთლისაგან ვითარდება ისე, რომ თითო ერთმანეთთან შეუზრდელი ნაყოფის ფოთოლი თითო ბუტკოს წარმოშობს. ასეთ ბუტკოს აპოკარპიული („აპო“—განცალკევების მაჩვენებელი

თავსართი; „კარპოს“—ნაყოფი, ბერძნ.) ბუტკო ეწოდება (სურ. 224). ხშირად რამდენიმე ერთმანეთთან შეზრდილი ნაყოფის ფოთლისაგან ყვავილში ერთი ბუტკო ვითარდება. ასეთი ბუტკო ცენოკარპიული ან სინკარპიულია („კოინოს“—საერთო; „სინ“—ერთად, ბერძნ.). ცენოკარპიული ბუტკო შეიძლება იყოს პარაკარპიული და ლიზიკარპიული ტიპის.

პარაკარპიულია (სურ. 225) („პარა“—ახლოს, გვერდით, ბერძნ.) ბუტკო მაშინ, როდესაც რამდენიმე ნაყოფის ფოთოლი ერთმანეთთან კიდევ

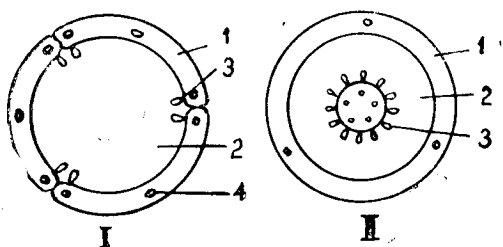
ბითაა შეზრდილი და აქედან ვითარდება ბუტკო ერთბუდიანი ნასკვით (ტი-
რიფისებრნი, იისებრნი და სხვ.).

ერთმანეთთან შეზრდილი ნაყოფის ფოთლების კიდევბი განვითარების
შემდეგ პერიოდში ზრდას აჩე-
რებენ და ნასკვში ტიხრებს
არ ქმნიან, მაშინ ბუტკო ერთ-
ბუდიანი ნასკვისაგან შედ-
გება და ლიზიკარპიუ-
ლია („ლიზას“ — განადგუ-
რება, ბერძნ.).

ნასკვის შიგნით ერთი
ან რამდენიმე თესლკვირტია
(მეგასპორანგიუმი) განვი-
თარებული (სურ. 226).

სურ. 224. 1—აპოკარპული ბუტკო, 2,3,4—სინკარპული
ბუტკო.

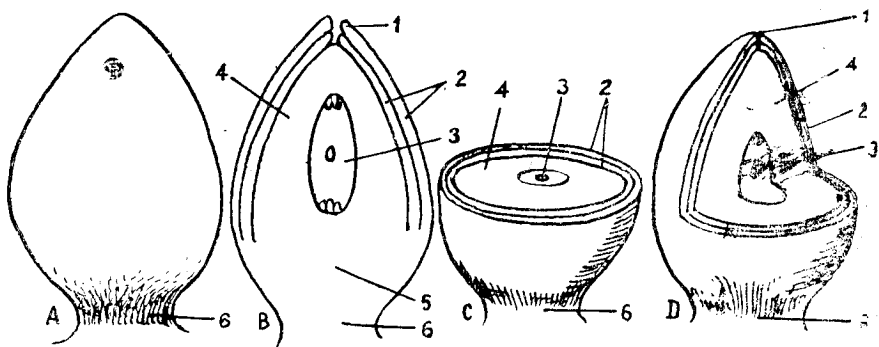
თესლკვირტი ნასკვში ყუნწით არის მიმაგრებული.
ყუნწის მიმაგრების ადგილს პლაცენტა („პლაცენტა“—კვერი, ლათინ.)
ეწოდება, რომელიც ნასკვის შიგნითა ქსოვი ლის ამონაბურცია; იმის მიხედ-
ვით, თუ ნასკვში როგორაა განლაგებული თე სლკვირტები, არჩევენ შემდეგი



სურ. 225. I—პარაკარპული ბუტკო, II—ლიზიკარპული
ბუტკო. 1—ნასკვის კედელი, 2—ნასკვის ბუდე, 3—თესლ-
კვირტი; 4—გამტარი კონა.

სახის პლაცენტებს და მას-
ზე მიმაგრებულ თესლკვირ-
ტებს. ხშირად პლაცენტები
ნასკვის შიგნით ბუდეების
კუთხეებში და ნაყოფის ფო-
თლების კიდევბზე მდებარე-
ობენ; უმეტესად კი პლა-
ცენტები წარმოიქმნებიან ნა-
სკვის შიგნითა კედლებზე
და მათ კედლური, ანუ
პარიეტალური („პარი-
ეტინუს“—კედლის, ლათინ.)

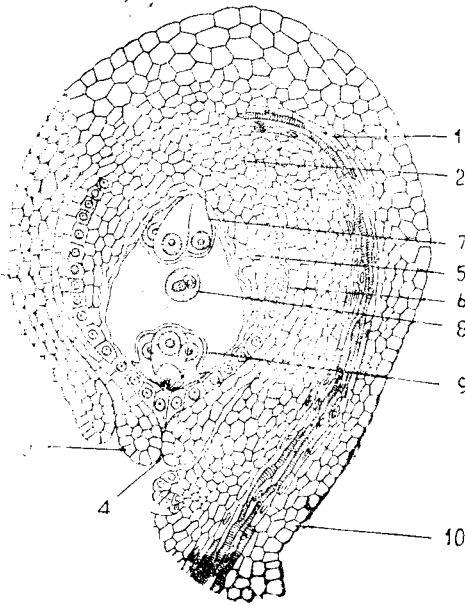
ეწოდება (პარკოსნების, ჯვაროსნების, ყაყაჩოსებრთა ბევრ წარმომადგე-



სურ. 226. თესლკვირტის აგებულების სქემა. A—გარედან; B—სიგრძივი
განაჭერი; C—განივი განაჭერი; D—ნახევრად სიგრძივი, ნახევრად განივი განაჭერი:
1—ნიკროპილე; 2—ინტეგუმენტები; 3—ჩანასახის პარკი; 4—ნუცელუსი; 5—ქალაძა;
6—თესლკვირტის ყუნწი.

ნელს). ამ პლაცენტების მიხედვით თესლკვირტებიც შეიძლება იყოს სხვადა-
სხვანაირი.

თესლკვირტისა და ყუნწის ერთმანეთთან მიმაგრების ადგილს ჭიპი ეწოდება. თესლკვირტის ნუცელუსის ფუძეს, რომელიც თესლკვირტს და ყუნწს შუა ძეგს, ქალაძა („ქალაძა“—სეტყვა, მარცვალი, ბერძნ., სურ. 227) ეწოდება. ქალაძიდან გამოდის თესლკვირტის უმეტესად ორი ან ერთი საფარი (ში-



სურ. 227. თესლკვირტის აგებულება (ჭრილი):
 1—გამტარი კონა, 2—ქალაძა, 3—ინტეგუმენტი
 (2 შრე), 4—მიკროპილე, 5—ნუცელუსი, 6—ნუცელუსის ეპიდერმისი, 7—ანტიპოდები, 8—პოლარული ბირთვები, 9—კვერცხუჯრედი სინერგიდებით, 10—ყუნწი.

ყუნწი ერთმანეთის მიმართ სწორხაზობრივად არიან განლაგებული, მაშინ ასეთი თესლკვირტის წორია, ანუ ატროპულია („ა“—უარყოფა, „ტროპოს“—შემობრუნებული, ბერძნ.), მაგ., მათიტელასებრნი.

2) ხშირად თესლკვირტი არათანაბრად ვითარდება. მისი ერთი მხარე უფრო ძლიერაა განვითარებული, ვიდრე მეორე და ამ დროს თესლკვირტი გადმობრუნებულია. მიკროპილე ქვევითაა მიმართული და მოხრილი, ყუნწი გარეთა ინტეგუმენტთან მდებარეობს. ასეთ თესლკვირტს ანატროპული („ანა“—ზევით, ბერძნ.) ეწოდება.

3) თესლკვირტი ნასკვში მოხრილად მდებარეობს ისე, რომ მიკროპილე ქალაძასთან ძეგს. ასეთი თესლკვირტი მოხრილი, ანუ კამპილატროპულია („კამპილოს“—მოღუნული, მრუდე, სურ. 228). თესლკვირტის განვითარება პლაცენტაზე წარმოქმნილი ბორცვიდან იწყება. ბორცვის ცენტრში ერთი ჯგუფი უჯრედებისაგან ვითარდება თესლკვირტის გული, ანუ ნუცელუსი, რომელიც ვერ ემბრიონული უჯრედების კომპლექსისაგან შედგება, ხოლო მისი სხეულის დიფერენცირების შემდეგ, იგი პარენქიმული უჯრედების მასას წარმოადგენს და კანითაა დაფარული.

და და გარეთა) კედლები — ინტეგუმენტები („ინტეგუმენტუმ“—საფარი, ლათინ.). ინტეგუმენტები ზედა ბოლოებით ერთმანეთთან შეზრდილი არაა, რითაც ქმნიან მტვრის მილის სავალ ხვრელს მიკროპილეს („მიკროს“—პატარა, „პილე“—ჭიშკარი, ბერძნ.) სახელწოდებით. ინტეგუმენტებს შორის თესლკვირტის ცენტრალური ნაწილი გული, ანუ ნუცელუსია („ნუცელა“—კაკლუჭა, ლათინ.).

ნუცელუსში მოთავსებულია ჩანასახის პარკი, რომლის ცენტრალური ნაწილი პირველად ბირთვს უკავია (სურ 226).

იმის მიხედვით, თუ რა მდებარეობა უკავია თესლკვირტს ნასკვში, არჩევენ თესლკვირტის შემდეგ სახეებს:

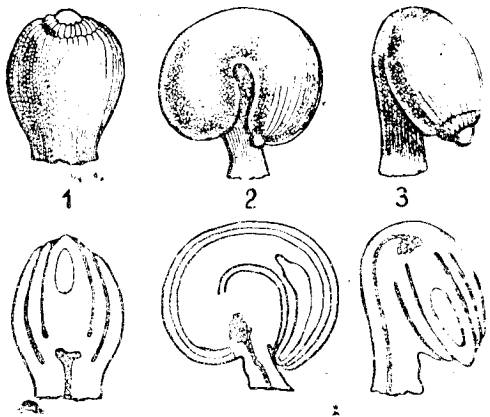
1) როდესაც თესლკვირტი ყოველმხრივ თანაბრად ვითარდება ისე, რომ მიკროპილე და

ბორცვის გარშემო მდებარე უჯრედებისაგან ნუცელუსის ერთი ან ორი საფარი შრე ვითარდება. ნუცელუსს ინტეგუმენტების ორი შრე (შიგა და გარეთა) აკრავს (ფურცლებგანცალკევებული ორლებნიანები) ან ერთი (ფურცლებშეზრდილი ორლებნიანები). ზოგჯერ ნუცელუსს ინტეგუმენტი სრულიად არა აქვს (მაგ., ფითრისებრნი). ბორცვის ცენტრალური უჯრედებისაგან

წარმოქმნილი ნუცელუსის კანქვეშა უჯრედებისაგან ერთი ზედა უჯრედთაგანი იწყებს ზრდას და არქესპორი უმად გადაიქცევა.

არქესპორიუმი ორგზის რედუქციული დაყოფის შედეგად წარმოქმნის ოთხ უჯრედს (ტეტრაედს), რომლებიც ერთმანეთზე არიან განლაგებული და ოთხი უჯრედისაგან, უმეტესად, ქვედა უჯრედისაგან, ჩანასახის პარკი (მეგასპორა) წარმოიშობა.

შუამწიფებელი ჩანასახის პარკის ცენტრში ერთი ბირთვია, რომელსაც პირველადი ბირთვი ეწოდება. ჩანასახის პარკის მომწიფება კი შემდეგნაირად მიმდინარეობს: პირველადი ბირთვი იყოფა ორად და თითოეული მათგანი მიემართება ჩანასახის პარკის ზედა და ქვედა პოლუსი-



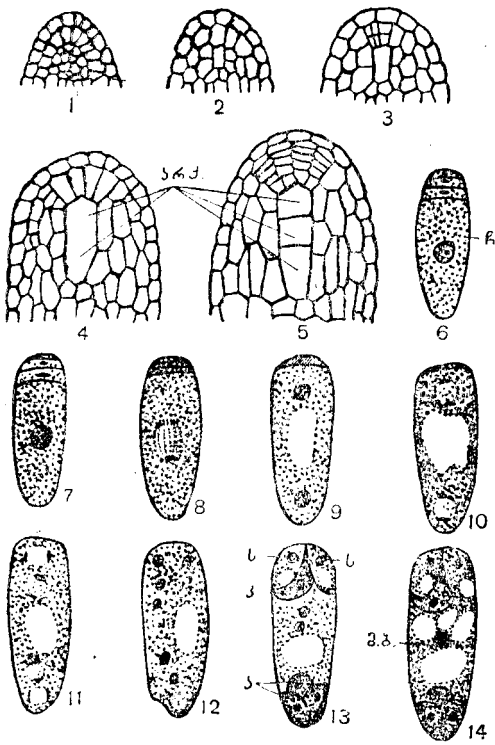
სურ. 22ბ. თესლკვირტის მდგომარეობა ნასკვში:

- 1—სწორნდგოში (ატროპული), 2—მოხრილი (ანატროპული), 3—შებრუნებული (კამპილატროპული).

საკენ. ზედა და ქვედა პოლარული ბირთვის ორგზის დაყოფის შედეგად ოთხი ბირთვი წარმოიშობა. ამ ოთხ-ოთხი პოლარული ბირთვიდან გამოცალკევდება თითო—ზედა და ქვედა პოლარული ბირთვი, რომლებიც მიემართებიან ჩანასახის პარკის ცენტრში. ეს ორი ბირთვი ერთმანეთს უერთდება და იქმნება მეორეული ბირთვი. ზედა პოლუსში არსებული სამი ბირთვი პროტოპლაზმით იფარება და სამ, უმეტესად, უგარსო ან თხელგარსიან უჯრედად იქცევა. ამ სამი უჯრედიდან, შუაში მდებარე დიდი უჯრედია, რომლის ქვედა ნაწილში დიდი ბირთვია, ხოლო ზედა ნაწილში—ვაკუოლი. ამ უჯრედს კვერცხუჯრედი ეწოდება. ორი გარეთა, შეღარებით პატარა ზომის უჯრედია, რომელთა ქვედა ნაწილში ვაკუოლია, ხოლო ზედა ნაწილში—პატარა ბირთვი. ეს უჯრედები განაყოფიერების პროცესისათვის დამხმარე უჯრედებს წარმოადგენენ და მათ სინერგიდები („სინ“—ერთად, „ერგონ“—მუშაობა, ბერძნ.) ეწოდება. ქვედა პოლუსში შერჩენილი სამი ერთნაირი ზომის ბირთვი პროტოპლაზმით გარშემოკრულ სამ უჯრედად ვითარდება. ეს სამივე უჯრედი ანტიპოდების („ანტი“—წინააღმდეგ, „პოუს“—ნათ. ბრუნვა, „პოდოს“—ფეხი, ბერძნ.) სახელწოდებითაა ცნობილი. მაშასადამე, თუ ჩანასახის პარკი შედგება ზედა პოლუსში მდებარე შუა, ანუ კვერცხუჯრედის აგან და ორი გვერდითი დამხმარე უჯრედისაგან—სინერგიდებისაგან, ხოლო ქვედა პოლუსში სამი უჯრედისაგან—ანტიპოდებისაგან და ცენტრში—ცენტრალური უჯრედისაგან—მეორეული ბირთვისაგან, მაშინ თესლკვირტის ასეთი ჩანასახის პარკი მომწიფებულია (მზადაა) განაყოფიერებისათვის (სურ. 22 9.

როდესაც მცენარის (ფარულთესლოვან) ერთ ყვავილში მტვრიანა და,

ბუტკო ვითარდება, ასეთ ყვავილს ორსქესიანი ყვავილი ეწოდება (სურ. 230). თუ ყვავილში მარტო მტვრიანაა (მტვრიანები) ან მარტო ბუტკოა, მაშინ ყვავილი იქნება ერთსქესიანი. ერთსქესიან ყვავილს, რომელშიაც



სურ. 229. ჩანასახის პარკის განვითარება (1—14). არკ.—არქესპორიუმი, ჩ—ჩანასახის პარკი, ს—სინერგიდები, ა—ანტიპოდები, კ—კვერცხუჯრედი, მ. ბ.—ჩანასახის პარკის მეორეული ბირთვი.

მარტო მტვრიანა ვითარდება, მამრობითი ყვავილი ეწოდება, ხოლო, როდესაც მარტო ბუტკოა, მაშინ ყვავილი მდედრობითია (სურ. 231). თუ ერთსქესიანი მდედრობითი და მამრობითი ყვავილები ერთ მცენარეზე განლაგებული, მათ ერთსახლიან მცენარეებს უწოდებენ. ზოგჯერ ერთსქესიანი მამრობითი ყვავილები ერთ მცენარეზე ვითარდება, ხოლო მეორეზე კი—მდედრობითი ყვავილები. ასეთი მცენარეები ორსახლიანია.

ზოგიერთ მცენარეებზე ორსქესიან ყვავილებთან ერთად ერთსქესიანი ყვავილებიც ვითარდება. ასეთ მცენარეებს პოლიგამური („პოლი“ — მრავალი, „გამოს“ — ქორწინება) ეწოდება.

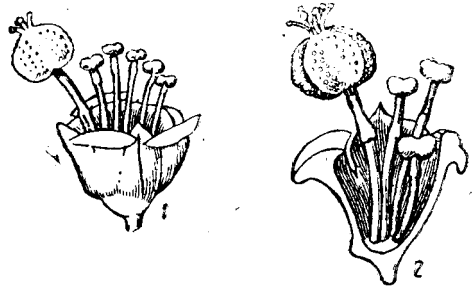
ზოგჯერ ცალკე გამოყოფენ სამსახლიან მცენარეებს, რომელთაც მამრობითი ყვავილები მცენარის ერთ ეგზემპლარზე უვითარდებათ, მეორეზე მდედრობითი ყვავილები, ხოლო მესამეზე კი ორივე ერთად, ე. ი. ორივე სქესის—მდედრობითი და მამრობითი

ყვავილები ერთად აქვთ განვითარებული.

ერთსქესიანი ყვავილები ორსქესიანებიდან წარმოშობილ ყვავილებად უნდა ჩაითვალოს, ვინაიდან ერთსქესიან ყვავილებში ხშირია მეორე სქესის (მტვრიანას ან ბუტკოს) რედუცირებული ნაწილების არსებობა.

ფარულთესლოვანების უმრავლესობისათვის ორსქესიანი ყვავილებია დამახასიათებელი, ერთსქესიანი და ერთსახლიანი

ყვავილები კი მათ ზოგიერთ წარმომადგენელს ახასიათებს, როგორიცაა, მაგალითად, არყი, კაკალი მუხა, სიმინდი და სხვ. სიმინდს მამრობითი ყვავილე-



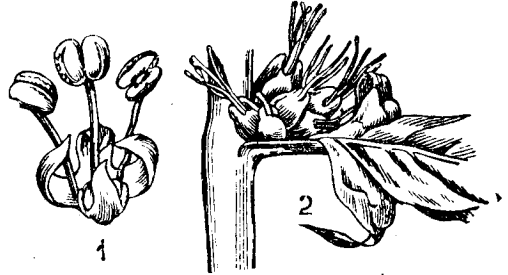
სურ. 230. ორსქესიანი ყვავილი (მარცხნივ — პრილი).

ბი საგველა ყვავილებად აქვს შეკრებილი, ხოლო მდედრობითი ყვავილები— ტარობად უვითარდება. ასევე ერთსქესიანი, მაგრამ ორსახლიანი მცენარე- ებია: ტირიფი, ალვის ხე, ვერხვი, კანაფი, ჭინჭარი, მჟაუნა, სვია, სატაცურო და სხვ.

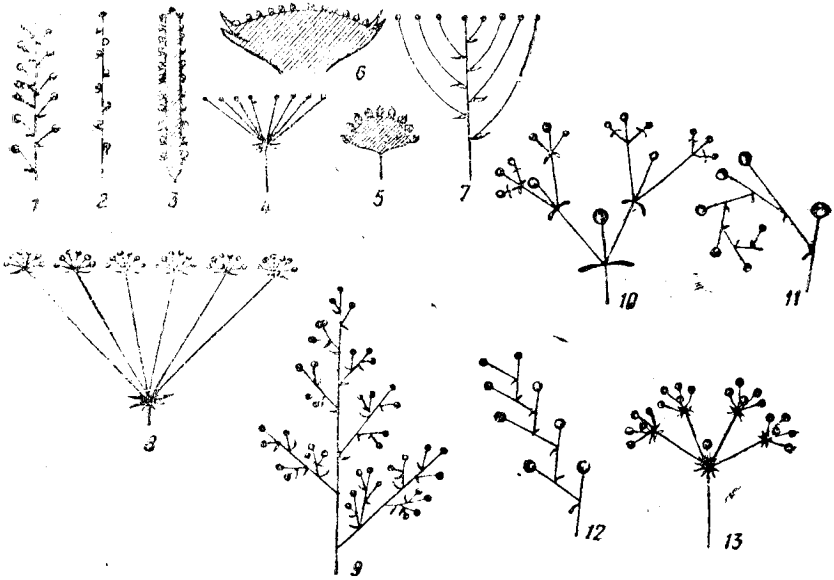
პოლიგამურ მცენარეებს ეკუთვნის: ცხენის წაბლი, თუთა, ნეკერჩხალი, იფანი, ნესვი, მზესუმზირა, გეორგინა და ა. შ.

ყვავილის სქესიანობა სხვადასხვა ნიშნით აღინიშნება: ორსქესიანი ყვა- ვილები— ♂, ერთსქესიანი მდედ- რობითი ყვავილები— ♀ და ერთ- სქესიანი მამრობითი ყვავილები ♂ ნიშნებით.

ყვავილელი. ფარულთესლო- ვანი მცენარეების უმეტესობას ერთ საყვავილე ღეროზე ან მის ტოტებზე რამდენიმე ან ჯგუფე- ბად შეგროვილი ყვავილები უვი- თარდება. საყვავილე ღეროს ან ყვავილების ძირს ხშირად თანა- ყვავილი და თანაყვავილაკი აქვს შემოხვეული. ასეთ საყვავილე ღეროზე გან- ლაგებულ რამდენიმე ყვავილს ყვავილელი ეწოდება (სურ. 232).



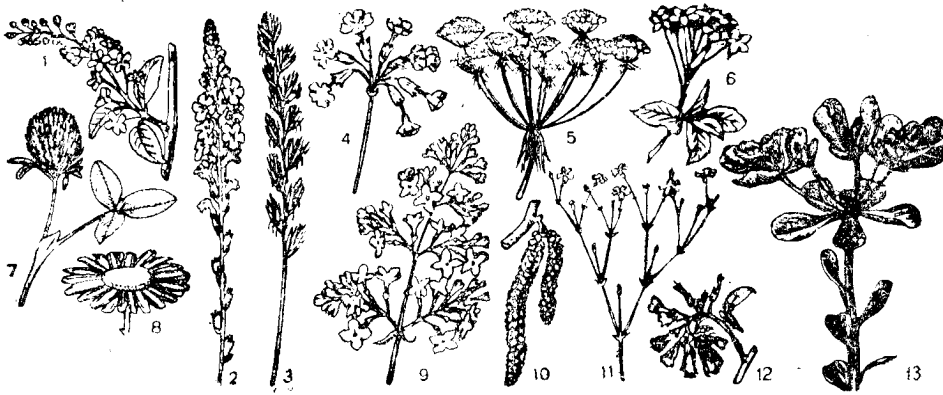
სურ. 231. ერთსქესიანი ყვავილები: 1—მამრობითი, 2—მდედრობითი.



სურ. 232. ყვავილების სქემა: 1—მტევანი, 2—თავთავი, 3—ტარო, 4—ქოლგა, 5—თავაკი, 6—კალათა, 7—ფარი, 8—რთული ქოლგა, 9—საგველა, 10—დიქაზიფი, 11—ხვეულა (მონოქაზიფი), 12—კლაკნია (მონოქაზიფი), 13—პლეიოქაზიფი.

თუ ყვავილელი ტიპური ყვავილოვანი მცენარეების უმეტესობას ახასია- თებს, მცენარეების მკირე ჯგუფისათვის დამახასიათებელია ერთი ანუ მარ- ტოულა ყვავილი. თუ ეს უკანასკნელი ფოთლის უბეში ვითარდება, მა- შინ იგი უბის ყვავილია, ხოლო თუ ღეროს წვერზე, მაშინ ყვავილი კენწრუ-

ლია. ყვავილელები უფრო ხშირად თანაყვავილეების უბეებში ან ღეროს წვერზე ვითარდებიან.



სურ. 233. ყვავილები: 1—მტევანი; 2—თავთავი, 3—რთული თავთავი, 4—ქოლგა, 5—რთული ქოლგა, 6—ფარი, 7—თავაკი, 8—კალათა, 9—საგველა, 10—მკაღი, 11—დიქაზიუმი, 12—ხეულა (მონოქაზიუმი), 13—პლეიოქაზიუმი.

ყვავილელები ორგვარია: ბოტრიული („ბოტროს“—მტევანი, ბერძნ. ანუ გვერდითი (განუსაზღვრელი) და ციმოზური („კომა“—ტალღა, ბერძნ. ანუ კენწრული (განსაზღვრული) (სურ. 233). ბოტრიული ყვავილედის ისეთი ტიპია, რომლის მთავარი ღერძი მონოპოდიურად არის დატოტიანებული და გვერდით ტოტებზე უფრო ძლიერ განვითარებული და გრძელია. ბოტრიული ყვავილედს ზრდაგანუსაზღვრელსაც უწოდებენ, ვინაიდან ჯერ ქვედა წყვეტ ყვავილები იიღებიან, შემდეგ ზედა და ასე თანდათანობით, ე. ი. ქვემოდა ზემოთ (აკროპეტალურად), ბოლოს კი კენწრული ყვავილი.

ბოტრიული ტიპის ყვავილეებს მიეკუთვნებიან: მტევანი, თავთავი, ტარო, ფარი, ქოლგა, თავაკი და კალათა (სურ 233).

მტევანი ისეთი ყვავილედია, როდესაც დაგრძელებულ საყვავილე ღერძზე თანაბარყუნწიანი ყვავილები სხედან (ეკლის ხე, მოცხარი, ხურტამელი, კოწახური, შოთხვი, ხანჭკოლა, სუმბული, შროშანა და სხვ.).

თუ ასევე დაგრძელებულ საყვავილე ღერძზე მჯდომარე (უყუნწო) ყვავილებია განვითარებული, ასეთ ყვავილედს თავთავი ეწოდება (მაგ., მრავალძარღვა). თავთავს მიაგავს ყვავილედი ტარო, მხოლოდ მისი მთავარ ღერძი გამსხვილებულია, ხორცოვანია და ყვავილები ღერძის გარშემო უყუნწოდ სხედან (ლაქაში, ნიუკა, ფრთათეთრა). ამ ყვავილედის ტიპურ მაგალითად სიმინდის ტაროს თვლიან, მაგრამ იგი რთული ყვავილელების ტიპს მიეკუთვნება.

ხშირად მთავარი ღერძის წვერთან თითქმის ერთ სიმაღლეზე განლაგებულია სხვადასხვა სიგრძის ყუნწიანი ყვავილები ისე, რომ ღერძზე ქვედა ყვავილები გრძელყუნწიანებია, ხოლო ზედა ყვავილების ყუნწები თანდათანობით მოკლდებიან. ასეთ ყვავილედს ფარი ეწოდება (ვაშლი, მსხალი, ქლიავი, ცირცელი, კუნელი და სხვ.). როდესაც მთავარ ღერძზე განლაგებულ ყვავილები ერთნაირი სიგრძის ყუნწზე სხედან და ერთი წერტილიდან გამოს

დიან, მაშინ ყვავილელი ქოლგაა. ქოლგა ყვავილედები, მაგ., შინდს, ხახვს ფურისულას და სხვ. ახასიათებთ. ზოგჯერ დამოკლებული მთავარი ღერძის წვერზე ჯგუფებად განლაგებულია უყუნწო ან მოკლეყუნწიანი ყვავილები. ასეთ ყვავილებს თავაკი ეწოდება. სამყურას, გოქშოს, ფოლიოს. ცხრა-ტყავას და სხვ. თავაკი ყვავილედები აქვთ განვითარებული.

გაფართოებულ და გამსხვილებულ დამოკლებულ ღეროზე, ე. ი. ერთ მთლიან ყვავილსაჯდომზე, რომელიც ხან ბრტყელია, ხან ჩაზნექილი, ხან კი ამოხნექილი, მჭიდრო ჯგუფებად უყუნწო ყვავილები სხედან. ასეთია რთულ-ყვავილოვანთა ოჯახის დამახასიათებელი კალათა ყვავილელი. კალათა ყვა-ვილედში ყველა ყვავილი ერთნაირია, ან შიგა და განაპირა ყვავილები სხვა-დასხვანაირია. ჩამოთვლილი ყვავილები ეკუთვნიან მარტივ ბოტრიულ ყვა-ვილედებს.

მცენარეთა გარკვეული ჯგუფისათვის დამახასიათებელია რთული ბო-ტრიული ყვავილედები. რთული ყვავილედები ისეთი ყვავილედებია, რომლე-ბზედაც რამდენიმე მარტივი ყვავილედია განლაგებული.

რთულ ყვავილედებს მიეკუთვნებიან: რთული თავთავი, რთული ქოლგა, რთული ფარი, საგველა, ანუ რთული მტევანი და მჭადა.

რთული თავთავი ისეთი თავთავისებური ყვავილედია, რომლის მთავარ ღერძზე პატარა ზომის ყვავილედები—თავთუნებია განლაგებუ-ლი. რთული თავთავი უმეტესად მარცვლოვანებისთვისაა დამახასიათებელი (ხორბალი, ქერი, ჭვავი, ჭანგა და სხვ.).

ქოლგოსნების ტიპურ დამახასიათებელ ყვავილედს მიეკუთვნება რთუ-ლი ქოლგა, რომელიც მარტივი ქოლგებისაგან, ანუ ქოლგაკებისაგან შედგება. ქოლგებსა და ქოლგაკებს ძირში საბურველი აკრავს (ყვავილთანუ-რი ფოთლები). რთული ფარია იმ შემთხვევაში, როდესაც მარტივი ფა-რის მთავარი ღერძის სხვადასხვა სიგრძის ტოტებზე სხვადასხვა სიგრძის ყუნ-წიანი ყვავილები ერთ სიბრტყეზე არიან განლაგებული (ანწლი, დიდგულა, ძახველი, უზანი და სხვ.).

ყვავილედის ფართოდ გავრცელებულ ტიპს ეკუთვნის საგველა, ანუ რთული მტევანი, რომლის მთავარი ღერძი მრავალი სხვადასხვა სიგრ-ძის გვერდითი ტოტისაგან შედგება. ეს ტოტებიც თავისთავად კვლავ იტო-ტებიან და მარტივ მტევნებს ივითარებენ (სიმინდის მამრობითი ყვავილედე-ბი, ვაზი, იასამანი, ფეტვი, შვრია, ვაციწვერა, ქასრა და სხვ.).

რთულ ყვავილედებს ეკუთვნის აგრეთვე მრავალი ხემცენარისათვის (ვერ-ხვი, ტირიფი, არყი, კაკალი, მურყანი, მუხა, რცხილა და სხვ.) დამახასია-თებელი მჭადა ყვავილელი. მჭადა თავთავისებრი ან მტევნისებრი ყვავილე-დების მსგავსია. მაგრამ მისი მთავარი ღერძი თავქვეა დაკიდებული და მასზე პატარა ზომის ყვავილედებია განლაგებული.

ციმოზური ყვავილედები კენწრული ყვავილედებია. მათ ზრდაგანსაზღ-ვრული ყვავილედებიც ეწოდება, ვინაიდან ჯერ კენწრის ყვავილი იშლება, შემდეგ კი შათი გვერდითი და ქვედა ყვავილედები. გვერდითი ტოტები ძლიერად არის განვითარებული და მთავარ ყვავილედებს ღერძი სიმპოდიუ-რად ან ცრულიქოტრმიურად აქვთ დატოტიანებული.

ციმოზური ყვავილედები მარტივი ყვავილედების ჯგუფს მიეკუთვნებიან. ციმოზური ყვავილედებია: მონოქაზიუმი, დიქაზიუმი და პლეოქაზიუმი.

მონოქაზიუმი ისეთი ყვავილედია, რომლის სიმპოდიურად დატო-

ტიანებული მთავარი ღერძი ერთ გვერდით ტოტს ივითარებს და ღერძზე ან ტოტზე ერთი კენწრული ყვავილი აქვს. მონოქაზიუმი ორგვარია:

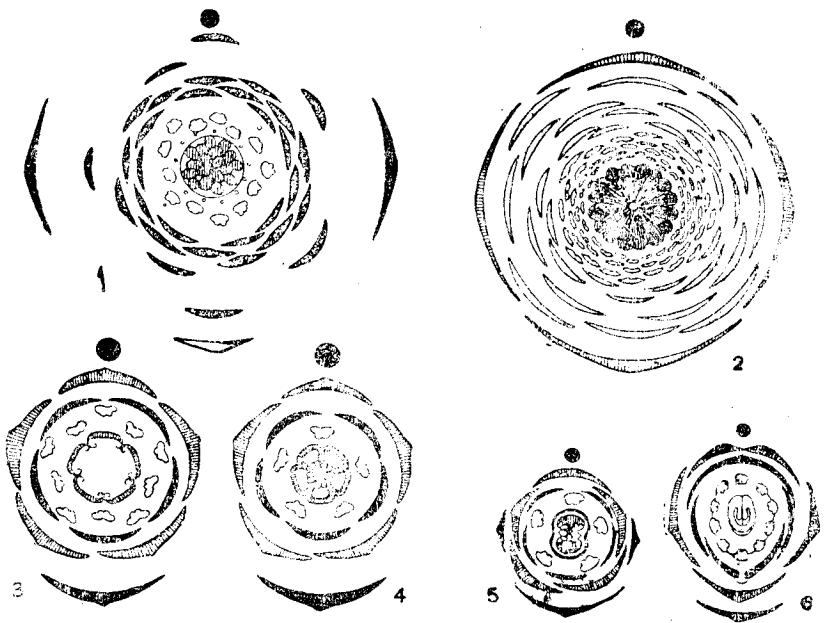
1) ხვეულია, როცა ყველა გვერდითი ყვავილი მოხრილი ღერძის ერთ მხარეზეა (ლაშქარი, ორფერი, ცისანა, პატარძალა და სხვ.).

2) კლაკნია, როცა გვერდითი ტოტები ღერძის მარცხენა და მარჯვენა მხარეზე არიან განლაგებული ერთმანეთის შენაცვლებით (ბაია, ნიგეზისძირა, ზამბახი, ხმალა და სხვ.).

დიქაზიუმი ისეთი ყვავილედაა, რომლის მთავარ ღერძზე ორი ერთნაირი სიგრძის მოპირდაპირე გვერდის ტოტი ვითარდება. ეს ორი ტოტი მთავარი ღერძის ყვავილის ძირშია მოთავსებული. თითოეული ტოტი მთავარდება კენწრული ყვავილით, რომლის ძირში ისევე მცირე რივის ტოტი ვითარდება და ა. შ. მასასადამე, მთავარ ღერძს და მასზე უფრო გრძელ ორ ტოტს ცრუ დიქტომიური დატოტიანება ახასიათებთ. დიქაზიუმი მიხაკისებრთა ოჯახის ბევრ მცენარეს ახასიათებს.

პლეიოქაზიუმი ისეთი ყვავილედაა, რომლის მთავარი ღერძის კენწრული ყვავილის ძირში ორი ან მეტი გვერდითი ტოტია განლაგებული. ეს ტოტებიც კვლავ ორ ან მეტ ტოტს ივითარებენ. პლეიოქაზიუმის კარგი მაგალითია რძიანას Euphorbia-ის მრავალი სახეობა.

ციმოზურ ყვავილებს მიეკუთვნება ციმოზურ და სხვა ყვავილებიდან ცალკე გამოყოფილი თავაქისებრი ყვავილედი—გორგულრა (ჭარხალი).



სურ. 234. 1—აციკლური, 2—ჰემიციკლური, 3—6—ციკლური ყვავილების დიაგრამა.

ყვავილის აგებულების ზოგიერთი თავისებურება

ყვავილის ნაწილების განლაგება, ყვავილის ფორმულა და დიაგრამა, ყვავილის ნაწილების განლაგება შეიძლება იყოს, ძირითადად, წრიული, ანუ ციკლური და სპირალური, ანუ აციკლური (სურ. 234).

წრიული ანუ ციკლურია („ციკლოს“—წრე, ბერძნ.) ყვავილი, როდესაც მისი ნაწილები რგოლურადაა განლაგებული. ციკლური ყვავილებია: ხშირად ხუთწრიანი, სადაც ყვავილსაფრისა (მარტივი თუ ორპირი) და მტვრიანების ორ-ორი წრეა, ხოლო ბუტკოსი—ერთი წრე (მაგ., შროშანი-სებრნი, მიხაკისებრნი და სხვ.). ოთხწვერიან ყვავილებში ყვავილსაფრის 2 წრეა, მტვრიანებისა და ბუტკოსი კი—ერთი წრე. ერთ, ოთხ, ხუთ და ზოგჯერ მეტწრიანი ანდა (შიშველი ერთსქესიანები) ციკლური ყვავილები ფარულ-თესლოვანების უმრავლესობას ახასიათებს.

ფარულთესლოვანების ზოგიერთი წარმომადგენლის ყვავილებში ყვავილის ყველა ნაწილი სპირალურად არის განლაგებული და მათ სპირალური, ანუ აციკლური („ა“ უარყოფის ნაწილაკი, „ციკლოს“—წრე, ბერძნ.) ეწოდება (ბაიასებრთა ზოგიერთი სახეობა). აციკლური ყვავილების ნაწილები მრავალრიცხოვანია (მაგნოლიასებრნი, ბაიასებრნი); არჩევენ აგრეთვე ნახევრად სპირალურ ანუ ჰემიციკლურ („ჰემი“—ნახევრად, ბერძნ.) ყვავილებს. ჰემიციკლური ისეთ ყვავილებს ეწოდება, რომელთაც ყვავილსაფრის ზოგიერთი ნაწილი რგოლურად აქვს განლაგებული, ხოლო ბუტკო და მტვრიანები—სპირალურად.

ჰემიციკლური ყვავილების მაგალითია ბაია, უძოვარა და სხვ.

სხვადასხვა მცენარის ყვავილის წრეებისა და მათი ნაწილების განლაგება და რიცხვი მოკლედ არის გამოსახული ფორმულის სახით.

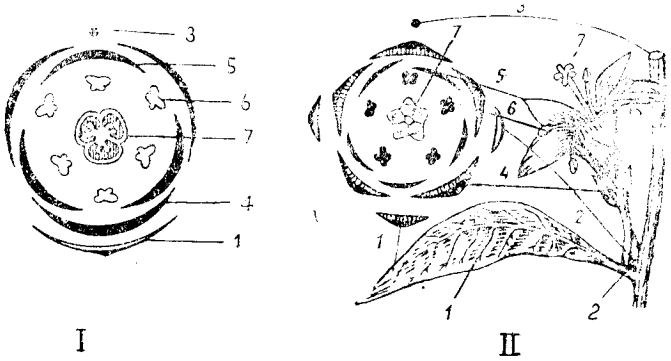
ყვავილის ფორმულით აღინიშნება ყვავილის სხვადასხვა ნაწილის ლათინური სახელწოდება საწყისი ასოებით. მარტივი ყვავილსაფრის ლათინური სახელწოდებაა პერიაგონიუმი—Perygonium; აქედან საწყისი ასო P-თი აღინიშნება. როდესაც ყვავილსაფარი ორპირია, ე. ი. ჯამიც და გვირგვინიც აქვს, მაშინ ჯამი ლათინურად კალიქსი—Kalyx ასო K-თი აღინიშნება, ხოლო გვირგვინი კოროლა—Corolla—C-თი. მტვრიანები, ანდროცეუმი—Androceum A-თი და ბუტკო გინეცეუმი—Gyneceum G-თი.

ყვავილის წვერთა რიცხვი ციფრებით გამოისახება. მაგალითად: ხუთფოთლიანი ჯამი K_5 , ხუთი მტვრიანა C_5 და ა. შ. თუ ყვავილში ამა თუ იმ წრის რიცხვი განუსაზღვრელია, ე. ი. მრავალია, მაშინ აღინიშნება უსასრულობის ნიშნით— ∞ , მაგალითად, თუ მტვრიანა მრავალია A ∞ , ან ნაყოფის ფოთოლია მრავალი G ∞ , ყვავილის შეზრდილი წვერები გამოისახება მათი რიცხვის ფრჩხილებში ჩასმით. მაგალითად, თუ ჯამი ხუთფოთლიანია და შეზრდილი, მაშინ იგი აღინიშნება $K(\frac{5}{5})$ და ასე შემდეგ. როდესაც ყვავილში რომელიმე წვენი არაა განვითარებული, წრის წინ ნული იწერება, მაგ., K_0 , C_0 და ა. შ.

რამდენიმე წვერის წრედ განლაგების დროს იხმარება ნიშანი—+. შეიძლება ყვავილისფერი ორ წრედ იყოს განლაგებული, მაშინ აღინიშნება ასე P_{2+2} , ანდა მტვრიანები რამდენიმე წრედ— $A_{3+3+3+3}$ ზედა და ქვედა ნასკვიანი ყვავილები შემდეგნაირად გამოისახება \underline{G} , ე. ი. გინეცეუმის ქვემოთ გასმული ხაზი ნიშნავს, რომ ნასკვი ზედაა, ზედა ხაზი კი—ნასკვი ქვედაა. ზიგომორფული ყვავილის აღმნიშვნელია ისარი— \uparrow , აქტინომორფული ყვავილისა—გარსკვლავი*.

ყველა ამ ნიშნის მიხედვით შედგენილია ფარულთესლოვანთა (ყვავილოვან) მცენარეების ოჯახების თუ გვარების ფორმულები. ფარულთესლოვანი ორლებნიანი მცენარეები ზოგიერთი ოჯახის ფორმულების მაგალი-

თებია: ვარდისებრთა ოჯახის ფორმულა $K_5 C_5 A_5 \overline{G(1-\infty)}$), ერთლებ-
ნიანებიდან—შროშანისებრთა ოჯახის ფორმულა $P_{3+3} \overline{A}_{3+3} \overline{G}$ —(3), რად-
გან ყვავილის ფორმულა წრეებისა და მისი წევრების რაოდენობას გამოსა-
ხავს, ყვავილის წევრების ურთიერთგანლაგების სრულ სურათს ყვავილის დი-



სურ. 235. ყვავილის დიაგრამა: სამწვერიანი (I), ხუთწვერიანი (II). 1—მფარავი ფოთოლი, 2—თანაყვავილი, 3—ყვავილის ღერო, 4—ჯამის ფოთოლაკი, 5—გვირგვინის ფურცელი, 6—მტვრიანა, 7—ბუტკო.

აგრამა იძლევა (სურ. 235). დიაგრამა ქალღმერთზე გადაღებული ყვავილის
ის გეგმა, რომელიც ყვავილის სქემატური პროექციის სიბრტყეზე ყვავილის
ღერძის პერპენდიკულარულია. დიაგრამის ქვედა ნაწილად მფარავი ფოთლე-
ბია გამოსახული, ხოლო ზედა ნაწილად ღერძი. მათ შორის კი ყვავილის
წრეებისა და წევრების განლაგებაა მოცემული.

ყვავილის ნაწილები დიაგრამაზე სხვადასხვა ნიშნითაა გამოსახული; ჯა-
მის ფოთლები აღინიშნება ქუდიანი ანუ ზურგიანი რკალით, ხოლო გვირგვინ-
ის ფურცლები ჩვეულებრივი რკალით. დიაგრამაზე მტვრიანა გამოსახულია
სამტვრეს განივი ჭრილით და ბუტკო ნასკვის განივი ჭრილით.

ყვავილის აგებულების მეორე თავისებურებაა ყვავილის წრეების მორი-
გების კანონი. ამ კანონის მიხედვით, ყვავილის წრეები ერთმანეთთან მო-
რიგებით არიან განლაგებული ისე, რომ ჯამის ფოთლები გვირგვინის ფურ-
ცლებს შუა მდებარეობენ. მტვრიანების გარეთა წრე გვირგვინის ფურცლებს
შუაა განლაგებული, ხოლო შიგნითა წრე გარეთა მტვრიანებს მორიგეობს.
ეს კანონი ხშირია მრავალი მცენარის ყვავილში, მაგრამ ზოგჯერ ირღვევა
რომელიმე წრის განუფითარებლობის ან რედუქციების გამო.

ყვავილობა (აყვავილება). ყვავილობა, როგორც მცენარის ძირითადი
სასიცოცხლო მოვლენა, იწყება მაშინ, როდესაც მცენარე სრული ვეგეტაციური
განვითარების პერიოდშია და ვეგეტაციური ორგანოებში დაგროვილი აქვს
საკვებ ნივთიერებათა (ნახშირწყლები, ცილები და სხვ.) გარკვეული მარაგი.
ცნობილია, რომ ნახშირწყლები (შაქრების სახით) აჩქარებენ ყვავილობას.
ყვავილობაზე გავლენას ახდენენ აგრეთვე სხვადასხვა პირდაპირ თუ არაპირ-
დაპირ მოქმედი ფაქტორები (ტემპერატურა, სინათლე, ტენი, ნიადაგობრი-
ვი პირობები და სხვ.).

ყვავილობის წინა პროცესი საყვავილე კვირტების, ანუ კოკრების და-
ბერვაა.

თითქმის ყველა განედზე, გარდა ტროპიკებისა და უკიდურესი ჩრდილოეთისა, ყვავილობა იწყება გაზაფხულზე (მეტწილად ადრეულ პერიოდში), ზაფხულსა და შემოდგომაზე, თუმცა ზოგიერთი მცენარე, მაგ., სურნელოვანი ზეთისხე, ჰიმონანთუსი, ჩინური იასამანი და სხვ., ზამთარში ყვავილობენ. გაზაფხულზე ყვავილობის მიხედვით შეიძლება გამოიყოს მცენარეების ორი კატეგორია: 1) ადრე გაზაფხულზე მოყვავილე მცენარეები, ყოჩივარდა, ენძელა, თეთრყვავილა, ცისთვალა, ყაზახა, ფურისულა, შინდი... და სხვა და 2) გვიან გაზაფხულზე მოყვავილე მცენარეები: ბაბუაწვერა, ჩიტისთავა, ორფერი, ხარისჩლიქა, სათოვლია და სხვ.

ზოგიერთ მცენარეში, განსაკუთრებით კი ბუჩქსა და ხემცენარეებში (რაც თვალსაჩინოდაა გამოსახული), ყვავილობა ხდება ფოთლის გაშლამდე, შეფოთვლის შემდეგ ან ერთდროულად—შეფოთვლაც და ყვავილობაც.

მცენარეთა უმრავლესობას ყვავილობა შეფოთვლის შემდეგ ეწყება. ჯერ ყვავილობა და შემდეგ შეფოთვლა დამახასიათებელი მოვლენაა მთელ რიგ ბუჩქ-და ხემცენარეებისათვის—როგორცაა: თხილი, ნუში, გარგარი, ატამი, ვერხვი, მურყანი, თელა და სხვ. ისეთ მცენარეებს, როგორცაა: არყი, მუხა, ვაშლი, კომში და სხვ., ერთდროულად ეწყებათ შეფოთვლაც და ყვავილობაც.

მცენარეთა სასიცოცხლო ფორმები—ერთწლოვანნი, ორწლოვანნი და მრავალწლოვანნი ემთხვევა ყვავილობას, აქედან ერთწლოვანი მცენარეები ერთხელ ყვავილობენ წლის რომელიმე პერიოდში, ორწლოვანების ყვავილობაც ერთხელაა, მაგრამ წინა წლის ვეგეტაციური ორგანოების ჩამოყალიბებით და საკვებ ნივთიერებათა დაგროვების ხარჯზე მეორე წელს ყვავილობენ. ასეთ (ერთი და ორწლიანები) ერთხელ მოყვავილე მცენარეებს, რომლებშიაც შემდეგ ყველა სასიცოცხლო პროცესი ჩერდება—მონოანთური („მონოს“—ერთი; „ანთოს“—ყვავილი, ბერძნ.) მცენარეები ეწოდება. მონოანთურ მცენარეებს მიეკუთვნება, როგორც გამონაკლისი, ზოგიერთი მრავალწლოვანი მცენარე, მათ შორის: ბამბუკი, ზოგიერთი პალმა, ფარულა (ოჯახ ქოლგოსნებიდან), მექსიკური აგავა, რომელიც 8—10 წელიწადში ერთხელ ყვავილობს და მსხმოიარობს.

მრავალწლოვანებს, რომლებიც სიცოცხლეში მრავალჯერ ყვავილობენ, პოლიანთური („პოლი“—ბევრი, ბერძნ.) მცენარეები ეწოდება. მათ ეკუთვნის მრავალწლოვანი ბალახოვნები, ბუჩქები და ხემცენარეები.

პოლიანთური მცენარეები, როგორც წესი, ყვავილობას იწყებენ არა სიცოცხლის პირველ წელს, არამედ რამდენიმე წლის სრული ვეგეტაციის შემდეგ.

უმრავლესობა მერქნიანებში ყვავილობა იწყება 5—6 წლის შემდეგ, ზოგი მათგანი რამდენიმე ათეული წლების შემდეგ ყვავილობს.

ზოგიერთი მცენარის, მაგ., ვაშლის ყვავილობა 4—10 წლის შემდეგ იწყება; არყის—10—12 წ., თელის—40 წ., წიფელასი—60—70 წ., ნაძვის—60—70 წ. და ა. შ. მრავალწლოვანი ბალახოვნები სხვადასხვა წელს ყვავილობენ. წლის ყველა პერიოდში ყვავილობს ტროპიკების ზოგიერთი მცენარე, მაგ., კაკაოს ხე (*Theobroma cacao*). ამავე დროს ზოგიერთი ტროპიკული მცენარე ერთი წლის მანძილზე მრავალჯერ ყვავილობს. ასეთ მცენარეებს რემონტატური ეწოდება. ჩვენში ცნობილია მარწყვი.

ყვავილობა ადრე იწყება განმარტობით (ეულად) მოზარდ მცენარეებში, მაგრამ მათი ყვავილობა მოგვიანებულია, როდესაც ეს მცენარეები სხვადასხვა ცენოზებში მონაწილეობენ.

ყვავილები, მეტწილად, დილით იშლებიან, ხოლო საღამო ხანს და ღამით იხურებიან. ყვავილი იხურება აგრეთვე ცუდ (ნალექიან) ამინდში. არიან მცენარეები, რომელთა ყვავილიც დღისით, კარგ ამინდშიც დახურულია და იშლებიან მხოლოდ ღამით (ღამის ია, ლემა, ბალის თამბაქო და სხვ.).

ყვავილელებში ყველა ყვავილის აყვავილება მეტწილად არაერთდროულია. მაგ., მტყეან ყვავილედის ყვავილობა იწყება ქვევიდან ზევით, თავთავის აყვავილება შუა ნაწილიდან ზევით და ქვევით, კალათებში ჯერ განაპირა ყვავილები იშლება, შემდეგ კი შიგნითა.

ყვავილების უმრავლესობა უფრო ხშირად ჯერ ყველაზე ქვედა ნაწილიდან იშლება, შემდეგ კი თანმიმდევრობით აღმავალ რიგზე დანარჩენი ყველაზე ზედა ყვავილი. მაგ., ვაშლს თავისებური აყვავილების სახე აქვს, ჯერ ყველაზე ზედა ყვავილი იშლება, შემდეგ კი ყველაზე ქვედა ყვავილი.

ზოგიერთი მცენარე ყვავილობას და დაყვავილებას მოკლე დროში—8—10 დღეში ასწრებს. ესენია—ხეხილოვნებიდან: ვაშლი, მსხალი, ბალი, ნუში და სხვა. ზოგიერთ მცენარეში ყვავილობა ხანგრძლივად რამდენიმე თვე (მაგ. ბამბა) უწყვეტია (კაკაოს ხე).

ბუჩქი და ხემცენარეები, აგრეთვე მრავალწლოვანი ბალახოვნები უხვად ყვავილობენ არა ყოველწლიურად, არამედ პერიოდულად, მეორე ან მესამე წელს. ზოგიერთი მათგანი კი ყოველწლიურად უხვად ყვავილობს (ბალი, ასკილი, გარგარი, გრაკლა და სხვ.).

ყვავილის წარმოშობის საკითხისათვის დიდი პოეტი გოეთე თავისი მოღვაწეობის პირველ პერიოდში დიდად იყო დაინტერესებული მცენარეთა მორფოლოგიით. იძლეოდა რა ყვავილის პროტოტიპს, იგი განმარტავდა: „რომ ყვავილი წარმოადგენს მეტამორფოზებულ ვეგეტაციურ შეფოთილ ყლორტს სქესობრივი გამრავლებისათვის“. დღევანდელი გაგებით, ყვავილი წარმოშობილია სპოროფილებიანი (რეპროდუქციული) ყლორტისაგან.

ტიპური ყვავილი ფარულთესლოვნების რეპროდუქციული ორგანოა, ხოლო პალეონტოლოგიის მინიშნებით ფარულთესლოვნები გაჩნდნენ მეზოძოურ ერაში ატურის პერიოდის დროს, შემდეგ მათი განვითარება და ფართოდ გავრცელება დაიწყო ცარცის პერიოდში.

ფარულთესლოვნების წარმოშობას ვარაუდობენ შიშველთესლოვნების იმ ჯგუფიდან, რომელნიც დღეს მხოლოდ ნამარხების სახითაა ცნობილი, ესენია: კეიტონალეები, ზესლიანი გვიმრები და ბენეტიტალეები.

ამ ნამარხებიდან ბენეტიტალეებს ჰქონიათ სპოროფილები ორსქესიანი ყვავილების მსგავსი, მაგრამ არა ჰქონიათ ბუტკო.

შიშველთესლოვნების ჯგუფ ბენეტიტალეებისა და მისი სტრობილის შემდგომი ევოლუციის გზით წარმოშობილი უნდა იყოს ფარულთესლოვნები, ანუ ყვავილოვანი მცენარეები.

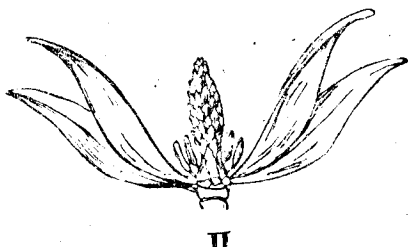
ყვავილოვანი მცენარეების პირველადი წარმოშობის ოჯახებად ითვლებიან მაგნოლიასებრნი, დაფნასებრნი, ანონასებრნი, დუმფარასებრნი და სხვა ოჯახები.

მაგნოლიასებრთა ოჯახის ყვავილის მეტად პრიმიტიული ყველა წევრი ამჟღავნებს მსგავსებას ბენეტიტალების სტრობილებთან (სურ. 236) და ასეთი თანამედროვე მეცნიერული აზრი ყვავილის წარმოშობის შესახებ ჩამოყალიბდა ეუანთური („ეუ“—კარგი, ნამდვილი, „ანთოს“—ყვავილი, ბერძნ.) თეორიის სახით.

ამ თეორიის ჩამოყალიბებამდე არსებობდნენ სხვა თეორიებიც, რომელთაგან ზოგიერთი მხოლოდ ისტორიას შემორჩა, ზოგი მათგანი კი, როგორცაა ფსევდოანთური („ფსევდოი“—ცრუ, ბერძნ.) თეორია, დღესაც მოსამარჯვებელია ყვავილის წარმოშობასთან დაკავშირებულ ზოგიერთ საკითხის უკეთ გარკვევისათვის.

ყვავილის წარმოშობის შესწავლის საქმეში შედარებით გარკვეული როლი ენიჭება ახალს—თელოჭურ („თელოს“—ბოლო, დაბოლოება, ბერძნ.) თეორიას, ზემოთ დასახელებული სამივე თეორია ყვავილის წარმოშობის შესახებ ამომწურავ პასუხს დღემდე ვერ გვაძლევს, თუმცა პრიორიტეტი ეუანთურ თეორიას მიეკუთვნება; ვინაიდან ეს თეორია ყვავილის განვითარების ისტორიის უფრო დამაჯერებელ და ნათელ სურათს შლის.

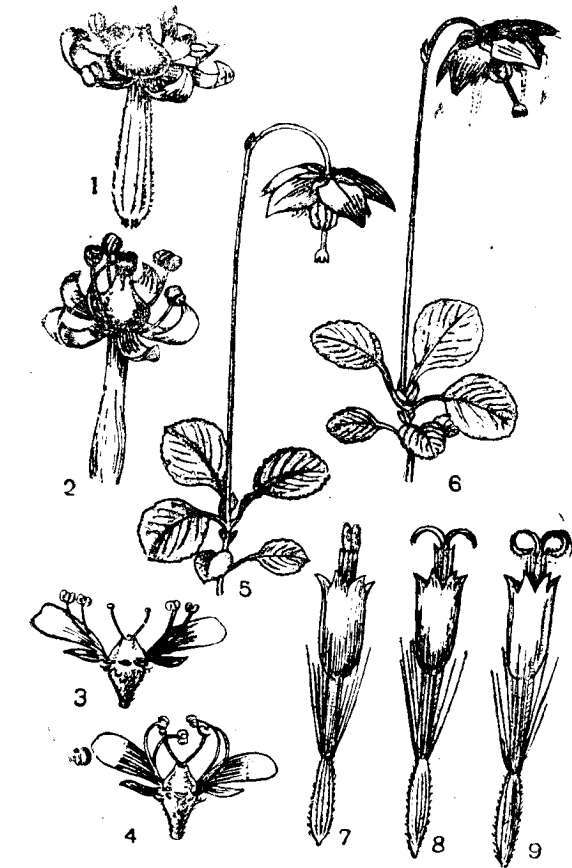
ეუანთური თეორიის შექმნის ავტორები არიან ცნობილი სისტემატიკოსები: ჰოლანდიელი ჰალირი და ამერიკელი ბესი. ეუანთური თეორია გვასწავლის, რომ ყვავილები, რომლებიც დღეს ფარულთესლოვნების მაგნოლიასებრთა, ღუმფარასებრთა და სხვა, ამ პირველადი წარმოშობის ოჯახებს ახასიათებს, წარმოიქმნენ ხანგრძლივი ევოლუციის პროცესში ბენეტიტალების სტრობილებიდან; აქედანაა ამ თეორიის მეორე სახელწოდებაც—სტრობილაჭული („სტრობილოს“—გირჩა, ბერძნ.). სტრობილის ღერძის შემოკლებით წარმოიშვა ყვავილსაჯდომი, სტრობილის—სპოროფილებიდან ყვავილის ცირითადი ნაწილები—მტვრიანა და ნაყოფის ფოთლები (ბუტკო), ხოლო სტრობილის ზედა ფოთლებიდან შეიქმნა სპირალურად განლაგებული მრავალი ყვავილსაფარი. პირვანდელ ყვავილებს ჰქონდათ დიდი ზომის წაგრძელებული ყვავილსაჯდომი, რომელზედაც სპირალურად იყო განლაგებული მრავალი თავისუფალი მტვრიანა და მეტწილად მრავალი აპოკარპული ბუტკო. სწორედ ასეთი მსგავსი ყვავილები აქვთ დღევანდელ მრავალბუტკოიან რიგში შემავალ ოჯახებს—მაგნოლიასებრთ, ანონასებრთ, ღუმფარასებრთ და სხვ. ღუმფარასებრთა ოჯახიდან თერთი ღუმფარა ტიპური მაგალითია იმისა, თუ როგორ ხდებოდა სტრობილის ფოთლების გარდაქმნე-



სურ. 236. I—ბენეტიტის ორსქესიანი ყვავილი (სტრობილი). 1—გარედან ბეწვებიანი ორ-ორი ფოთლოვანი. 2—გაუსშლელი მიკროსპოროფილი. 3—გაშლილი სპოროფილი. 4—გინეციუმი.
II—მაგნოლიის ყვავილის კრილი.

ბი (მეტამორფოზი) რთული ევოლუციის გზით ყვავილის ნაწილებად, დუმფარას ჯამის ფოთლების თანდათანობით გადასვლა გვირგვინის ფურცლებად და ამ ფურცლების თანდათანობით გარდაქმნა მტვრიანებად.

ფარულთესლოვნების, ანუ ყვავილოვანი მცენარეების გვიანდელი წარმოშობის ოჯახების შემდგომმა ევოლუციამ მათ ყვავილებში გამოიწვია თანდათანობით ცვლილებები, რაც გამოიხატა იმით, რომ ხდებოდა „გრძელი ყვავილსაჯდომის თანდათან შემოკლება. პატარა ზომის ერთსქესიანი ყვავილების გაჩენა, ყვავილის წვერთა რიცხვის შემცირება და რგოლური განლაგება, ყვავილის ზოგიერთი წრის ამოვარდნა და სხვა ცვლილებები.



სურ. 237. თვითდამტვერვა: 1—2 კვიშა-მხალის, 3—4—ბირკავას, 5—6—მსხალიკას, 7—9—არნიკას ყვავილებში.

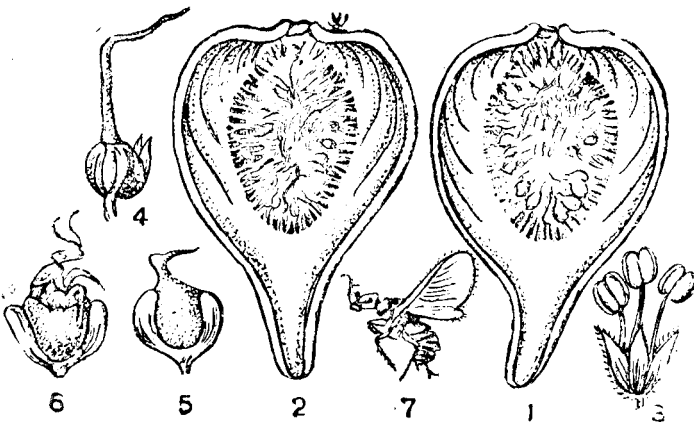
თი ტიპის ყვავილები აქვთ ფარულთესლოვნების ოჯახებს არყისებრთ, კაკლისებრთ, წიფელასებრთ და სხვ. მაგრამ ეს ოჯახები სწორედ ყვავილის თავისებურებების გამო არ წარმოადგენენ მარტივ სისტემატურ ერთეულებს და სისტემატიკის განვითარების მაღალ ეტაპზე დგანან.

ამიტომ ამ ძირითადი ნაკლოვანებით ფსევდოანთური თეორია, რომელსაც ვეტშტინის თეორიასაც უწოდებენ, არასრული და თანმიმდევრულია თავისი კონცეფციით.

ყვავილის წარმოშობის მესამე თელომური თეორია ყველაზე ახალია, მაგრამ არასრული.

ყვავილის ღირსეული წარმოშობის ძირითად არსად მიჩნეულია თელომური თეორია. უმაღლესი მცენარეების ზოგიერთი ნამარხი ფორმის, სახელდობრ, ფსილოფიტების უფოთლო ღეროს (რომელსაც ტელომა ეწოდება უკავშირებენ დღევანდელი ყვავილის წარმოშობას, ე. ი. ყვავილის ნაწილები თელომიდან განვითარდნენ გარდა ჯამის ფოთლებისა.

არცერთი თეორია ყვავილის შესახებ არ იძლევა ზუსტ პასუხს ყვავილის წარმოშობის საკითხის საბოლოო დადგენისათვის, თუმცა ეუანთური თეორია მეცნიერულად ჭეშმარიტებასთან უფრო ახლოა, მაგრამ ამ თეორიიდან გამომდინარე არაა დადგენილი ბენეტიტალების სპოროფილების „ყვავილების“ სრული მორფოლოგიური ბუნება და მათი ახლო კავშირი მაგნოლიასებრთა ყვავილებთან. ამ თეორიის მიხედვით დღემდე შეუსწავლელია საკითხი, თუ



სურ. 238. ლელვის ვარდინი დამტვერვა: 1—ყვავილედის სიგარძივი კრილი მამრობითი და მდედრობითი მოკლე სვეტებიანი ყვავილებით, რომელთა ნასკვეზი ბინადრობს მწერი (კრაზანა), 2—ყვავილედის სიგარძივი კრილი მდედრობით გრძელსვეტიანი ყვავილებით, ყვავილედში მიძვრება მწერი. 3—მტერიანიანი ყვავილი, 4—გრძელსვეტიანი ბუტკოიანი ყვავილი, 5—მოკლესვეტიანი ბუტკოიანი ყვავილი, 6—მწერი ამოდის ნასკვიდან, 7—მწერი.

რომელი შიშველთესლოვანი ჯგუფისგან არიან წარმოშობილი ფარულთესლოვანები.

ყვავილოვან მცენარეებში განაყოფიერების წინა პროცესია დამტვერვა. მტერის მარცვლის დინგზე მოხვედრას დამტვერვა ეწოდება.

დამტვერვა ხშირად ადამიანის ჩარევით ხდება, ამას ხელოვნური დამტვერვა ეწოდება. დამტვერვის პროცესი ორგვარია:

1) თ ვ ი თ დ ა მ ტ ვ ე რ ვ ა, როდესაც ერთსა და იმავე ყვავილში (ორსქესიანი) მტერის მარცვალი თავისივე დინგს ხვდება (სურ. 237);

2) ჯ ვ ა რ ე დ ი ნ ი დ ა მ ტ ვ ე რ ვ ა, როდესაც ერთი მცენარის მტერის მარცვალი მეორე მცენარის ყვავილის დინგზე იქნება გადატანილი; ანდა ერთი და იმავე მცენარის ერთი ყვავილის მტერის მარცვალი მეორე ყვავილის დინგს ხვდება (სურ. 238).

ჯვარედინი დამტვერვა მცენარეთა უმრავლესობის დამახასიათებელი პროცესია, განსაკუთრებით ერთსქესიან და ორსახლიან ყვავილებში. თუმცა თვითდამტვერვა მცენარეთა საკმაო რიცხვს ახასიათებს, მაგრამ თვითდამტვერვას მცენარეებშიაც ზოგჯერ ადგილი აქვს ჯვარედინ დამტვერვას.

ჯერ კიდევ ჩ. დარვინმა მრავალი დაკვირვების საფუძველზე დამტკიცა თვითდამტვერვის უარყოფითი როლი მცენარის განვითარებაში. დარვინი აღნიშნავდა, რომ თვითდამტვერვის შედეგად, განსაკუთრებით რამდენიმე წლის მანძილზე მიღებული შთამომავალი სუსტია, ნაკლებ სიცოცხლისუნარიანაა. თვითდამტვერვის დროს ხდება მამრობითი და მდედრობითი უჯრედების ერთნაირი მემკვიდრული ნიშნების შერწყმა.

ერთნაირ გარემო პირობებში (ერთ ყვავილში) განვითარებული ამ უჯრედების შერწყმის შედეგად წარმოქმნილი თაობა გარემო პირობებთან ნაკლებ შეგუებადობას ამჟღავნებს.

თვითდამტვერვის პროცესი ხშირია ე. წ. კლეისტოგამურ („კლეისტოს“ — დახურული, „გამეო“ — ექორწინდება, ბერძნ.) (სურ. 239) ყვავილებში, ე. ი. გაუმღეღ ყვავილებში, თუმცა თვითდამტვერვა არაა ზოგჯერ გამორიცხული ღია, გაშლილ ყვავილებში, რომელთაც ხაზოგამური („ხაზმა“ — ხახის პირის დაღება, ბერძნ.) ყვავილები ეწოდება. ასეთ ყვავილებში თვითდამტვერვა ყვავილის გაშლამდე ხდება. მაშასადამე, კლეისტოგამურ და ხაზოგამურ ყვავილებშიაც კი ადგილი აქვს თვითდამტვერვას, ანუ ავტოგამიას („აუტოს“ — თვითონ, ბერძნ.).

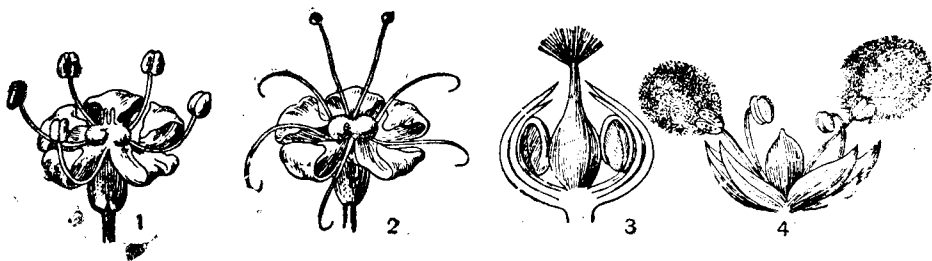


სურ. 239. 1—ია ნაყოფებით (6) და კლეისტოგამური (კლ) ყვავილებით, 2—მისი კლეისტოგამური ყვავილი.

თვითდამტვერვას ადგილი აქვს მაშინაც, თუ ჯვარედინი დამტვერვა არ მოხდა. თვითდამტვერვით აგრეთვე ხასიათდებიან მოკლე დღის მცენარეები. თვითდამტვერვის პროცესი, როგორც იშვიათი მოვლენა (ველური მოზარდი მცენარეების გარდა), შედარებით ხშირად კულტურულ მცენარეებში ხდება. კულტურული ჯიშებიდან, მაგ., ქერს, ფეტვს და ხორბლის მრავალ ჯიშს, როგორც თვითდამტვერვიანებლებს, ნორმალურად განვითარებული საღი თესლი და ნაყოფი ახასიათებთ.

თვითდამტვერვის დროს შესაძლებელია სრულიად ნორმალური და საღი თესლი განვითარდეს. ასეთ მცენარეებს თვითნაყოფური, ანუ თვითფერტილური („ფერტილის“ — ნაყოფიერი, ლათინ.) ეწოდება.

თვითდამტვერვის ხშირ შემთხვევაში მტერის მარცვლი მრავალი მიზეზის გამო ვერ ღივდება ან სამტვრე მილი ზრდას აჩერებს, განაყოფიერება არ ხდება და თესლი არ ვითარდება. ასეთ მცენარეებს თვითუნაყოფო ანუ თვითსტერილური („სტერილის“ — უნაყოფო, ლათინ.) ეწოდება. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ჯვარედინი დამტვერვა მცენარეთა უმრავ-



სურ. №240. დიქოგამია: 1,2—პროტერანდრიული ყვავილი, 3,4—პროტე-
როგინული ყვავილი.

ღესობისათვის უფრო დამახასიათებელი პროცესია, ვიდრე თვითდამტვერვა-
ჯვარედინი დამტვერვას აპირობებს ყვავილის მორფოლოგიური თავისებურე-
ბები და ყვავილის სხვადასხვა სამარჯვი.

ჯვარედინი დამტვერვის ტიპური სახეა ქსენოგამია („ქსენოს“—უცხო,
„გამო“—გქორწინდები, ბერძნ.), რომლის დროსაც ერთი მცენარის ყვავილის
მტვერი გადადის ასეთივე სახეობის მეორე მცენარის ყვავილის ღინგზე. ჯვა-
რედინი დამტვერვის მეორე სახეა ჰეიტენოგამია („ჰეიტონ“—მეზობელი,
ბერძნ.). ჰეიტენოგამია ისეთ დამტვერვას ეწოდება, როდესაც ერთი ყვავილის
მტვერი იმავე მცენარეზე მჯდომ მეორე ყვავილის ღინგზე ხვდება. ეს პრო-
ცესი ხდება ერთი მცენარის ფარგლებში, რომელიც ერთნაირ ეკოლოგიურ
პირობებშია და ამდენად იგი თვითდამტვერვას უახლოვდება.

ქსენოგამიის (როგორც ტიპური ჯვარედინი დამტვერვის) დროს სხვა-
დასხვა მემკვიდრული ნიშნების მქონე და სხვადასხვა გარემოში აღზრდილი
უჯრედების შერწყმა ხდება. ასეთი დამტვერვისა და განაყოფიერების შედე-
გად მიღებული თაობა მეტი სიცოცხლისუნარიანობითა და საარსებო პირო-
ბებთან მეტი შემგუებლობით ხასიათდება.

ჯვარედინი დამტვერვას ხელს უწყობს დიქოგამიის მოვლენა, რითაც
თავიდანაა აცილებული ყვავილის თვითდამტვერვა. დიქოგამია („დიქე“—
ორ ნაწილად, „გამო“—გქორწინდები, ბერძნ.) (სურ. 240) ისეთ მოვლენას
ეწოდება, როდესაც ყვავილში მტვრიანებისა და ბუტკოს მომწიფება სხვადა-
სხვა დროს ხდება. თუ მტვრიანას მომწიფება ასწრებს ბუტკოს მომწიფებას,
ასეთ დიქოგამიას პროტერანდრია („პროტეოს“—უფრო ადრეული, „ანერ“—
ნათ. ბრუნვა, „ანდროს“—მამაკაცი, ბერძნ.) ეწოდება.

პროტერანდრიული ყვავილები ახასიათებთ: რთულყვავილოვნებს, პარკოს-
ნებს, მისხკისებრთ, ტუჩოსნებთ, ბალბასებრთ და სხვა. იმ ყვავილებში, სადაც
ჯერ ბუტკო (ღინგით) მწიფდება და მტვრიანები არ არის მომწიფებული
პროტეროგინია („პროტეროს“—უფრო ადრეული, „გინე“—ქალი, ბერძნ.)
(სურ. 241) ეწოდება. ხორბლოვანებს, ჭილისებრთ, ჯვაროსნებს, ვარდისებრთ,
ძალყურძენასებრთ, მრავალძარღვასებრთ და სხვეზს პროტეროგინული ყვა-
ვილები აქვთ.

მცენარის ერთსა და იმავე სახეობას შესაძლებელია პროტეროანდრიული
ყვავილები ჰქონდეს განვითარებული, ხოლო მისი სხვა წყება ყვავილები პრო-
ტეროგინული იყოს.

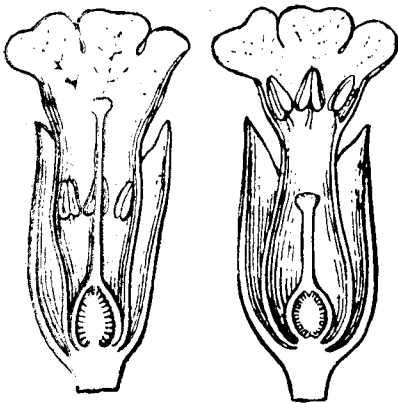
დიქოგამია, ორსქესიანი ყვავილების გარდა, ერთსქესიან ყვავილებშიაც ჩვეულებრივი მოვლენაა როგორც ერთსახლიანში, ისე ორსახლიანში.

ჯვარედინ დამტვერვას ხელს უწყობს აგრეთვე ჰეტეროსტილია („ჰეტეროს“—განსხვავებული, „სტილოს“—სვეტი, ბოძი, ბერძნ.) (სურ. 242). ჰეტეროსტილია, ანუ ნაირსვეტიანობა ისეთი მოვლენაა, როდესაც მცენარის



სურ. 241. დიქოგამიური ყვავილები: 1—პროტერანდრიული (თხაწართხალა—*Chamaenerium*), 2—პროტერანდრიული (ნემსიწვერა—*Geranium*), 3—პროტეროგენული (შრეში—*Eremurus*).

ერთი სახეობის სხვადასხვა ეგზემპლარს გრძელი ან მოკლე სვეტები უფითარდება. ერთი ეგზემპლარის გრძელსვეტიან ყვავილებში მტვრიანები (სამტვრეები) უფრო ქვემოთ არის განლაგებული, ხოლო მეორე ეგზემპლარის მოკლესვეტიან ყვავილებში სამტვრეები უფრო მაღლა სხედან. თუ ერთი ეგზემპლარის ყვავილებში სვეტი დინგიით მაღლაა ამოზრდილი, მაშინ მეორე ეგზემპლარის ყვავილებში სამტვრეები იმავე სიმაღლეზე მდებარეობენ.



სურ. 242. ჰეტეროსტილია ფურისულას (*Primula*) ყვავილში.

ნაირსვეტიანობის დროს ხშირია შემთხვევა, როდესაც ერთ წყება ყვავილებში გრძელსვეტიანი ბუტკოებია და მოკლე მტვრიანები, ხოლო მეორეში—მოკლესვეტიანი ბუტკოები და გრძელი მტვრიანები.

ამდენად ჰეტეროსტილია, ანუ ნაირსვეტიანობა ჯვარედინი დამტვერვის ერთ-ერთი პირობათაგანია. ჰეტეროსტილია თავიდან იცილებს ორსქესიანი და ერთსქესიანი ყვავილების თვითდამტვერვის პროცესს. ჰეტეროსტილური ყვავილებიანი მცენარეებია, მაგალი-

თად, ფურისულები, კესანე ანუ ცისანა, მატიტელა, მჟაველა, ორფერი, ვე-
რონიკა და სხვები.

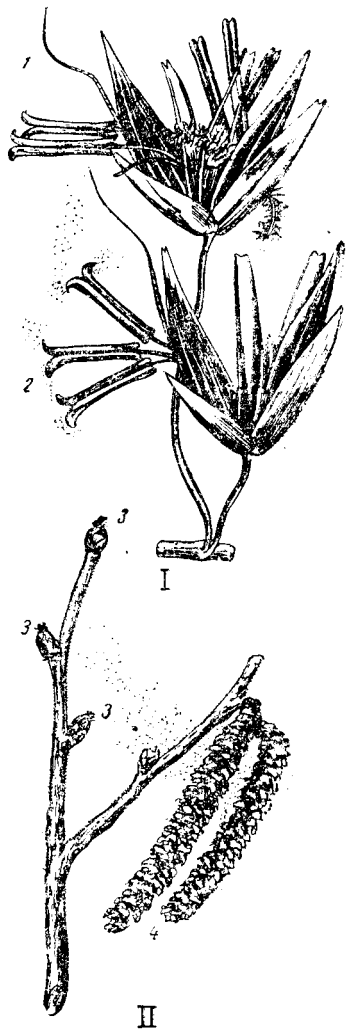
ჯვარედინი და თვითდამტვერვის დროსაც მტერის გადატანა დინგზე
სხვადასხვა საშუალებით, ანუ რეაგენტებით
ხდება. მტერის გადატანა ხდება ქარის (ნია-
ვის), მწერის, ფრინველის, ცხოველების,
წყლისა და სხვათა მეშვეობით, ხოლო ხე-
ლოვნური დამტვერვის შემთხვევაში ადამიანის
ჩაჩევით.

რიგ მცენარეებში ქარის საშუალებით
ხდება დამტვერვა და მას ანემოფილია
(„ანემოს“ — ქარი, „ფილეო“ — მიყვარს,
ბერძნ., სურ. 243) ეწოდება. ანემოფილურ
მცენარეებად ცნობილია ხემცენარეების უმ-
რავლესობა: ტირიფი, წნორი, ვერხვი, ალ-
ვის ხე, კაკლის ხე, მუხა, წიფელი, მურყანი,
თხილი, თელა და სხვ., ხოლო ბალახეულო-
ბიდან: მარცვლოვანების უმრავლესობა, ის-
ლისებრნი, ნაცარქათამასებრნი, მრავალძარ-
ღვასებრნი და სხვ.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ქარით და-
მტვერვა, ძირითადად, გავრცელებულია ში-
შველთესლოვანებში. ანემოფილური ყვავილე-
ბის აგებულება თავისებურია: ეს ყვავილები
ან სრულიად უფერული და მწვანეებია, ანდა
ოდნავ შეფერადებული არიან; საამო თუ
არასაამო სურნელება ნაკლებად ახასიათებთ
და ამიტომაც ასეთ ყვავილებს, ქარის გარ-
და, ბიოორგანიზმები ნაკლებად ეტანება. ყვა-
ვილსათარი სრულიად არა აქვთ, ე. ი. ყვა-
ვილი შიშველია, ან ყვავილსათარი თუ აქვთ,
ხშირად ფურცლებგანცალკევებულია. სამტვ-
რეები გრძელ სამტვრე ძაფებზე სხედან და
სამტვრეებში მტერის მარცვლები დიდი რა-
ოდენობით ვითარდება.

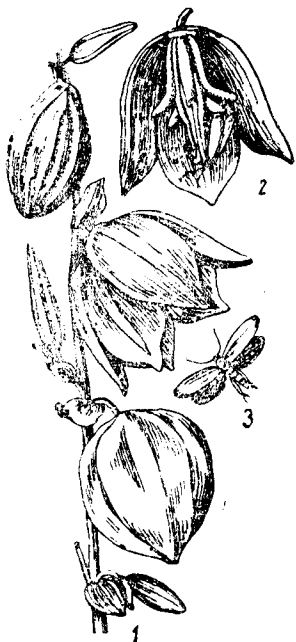
მტერის მარცვლები მცირე ზომისა და
წონისაა და ამიტომ ქარს ადვილად გადა-
აქვს. ბუტკოს გრძელ სვეტს დინგი გარეთ
აქვს გამოშვებული და ამასთან ისეა მო-
წყობილი (ხშირად ლორწოიანი ანუ წებოვა-
ნი), რომ ქარისაგან მოტანილი მტვერი ადვილად დაიჭიროს. ქარით დამტ-
ვერვა ხშირად მაშინ ხდება, როდესაც მცენარეს ჯერ ფოთლები არ გაუშ-
ლია, ასეთ დროს ქარის მოქმედება უფრო ეფექტურია.

ანემოფილია ნაკლებ ეფექტურ დამტვერვად უნდა ჩაითვალოს, ვინაი-



სურ. 243. ანემოფილა. I—ფრანგული
კონიდარის (*Archenaterum elatius*)
დაყვავილებული (1) ან აყვავებული
(2) ყვავილები. II—თხილის (*Corylus*
avellana) მკადა ყვავილები
მღედრობითი (3) და მამრობითი
(4) ყვავილებით.

დან ანემოფილურ ყვავილებში მრავალი მტვერი ვითარდება და ბევრი უსარგებლოდ რჩება, ვინაიდან ვერ აღწევს დინგს. ხშირად ქარის ძლიერი მოქმედებით მტვერი სრულიად არ ხვდება ამა თუ იმ მცენარეთა ყვავილებს და იღუპება. ანემოფილია დამტვერვის პრიმიტიულ ფორმად ითვლება, თუმცა ზოგიერთი მცენარისათვის იგი მეორეული, შემდგომ შეძენილი დამტვერვაა.



სურ. 244. ენტომოფილია. 1. იუკას ყვავილელები. 2. ყვავილში მწერი ჩაბუღებული. 3. მწერი-რეაგენტი.

თუ ანემოფილია განსაზღვრული მცენარეების ჯგუფისათვის დაჩახასიათებელი დამტვერვაა, სამაგიეროდ მცენარეების უმრავლესობის დამტვერვა ხდება მწერებით, რასაც ენტომოფილია („ენტომოს“—მწერი, „ფილეო“—მიყვარს, ბერძნ., სურ. 244) ეწოდება. სხვადასხვა მცენარის ყვავილებზე მწერების მიზიდვა თვით მწერების საარსებო პირობებით არის გამოწვეული.

მწერები ამა თუ იმ ყვავილებს ეტანებიან საზრდო ნივთიერებებისათვის, რომლებიც ყვავილის სხვადასხვა ნაწილებშია წარმოქმნილი და დაგროვილი. ყვავილის სხვადასხვა ნაწილს მწერები ბინად იყენებენ და შიგ ბუდობენ.

ბევრი მწერი ყვავილის ნაწილებში, უმთავრესად ნასკვში, კვერცხებს დებს და მატლებს ჩეკს, ეს მატლები ნასკვში განვითარებულ, ზოგიერთ თესლკვირტს საკვებად იყენებს.

ყველა ეს ზემოხსენებული ფაქტორი ხელს უწყობს ყვავილების მწერების მეშვეობით დამტვერვის ეს სახე—ენტომოფილია—მცენარეებში მასობრივი მოვლენა.

ობით დამტვერვას და ამდენად დამტვერვის ეს სახე—ენტომოფილია—მცენარეებში მასობრივი მოვლენაა.

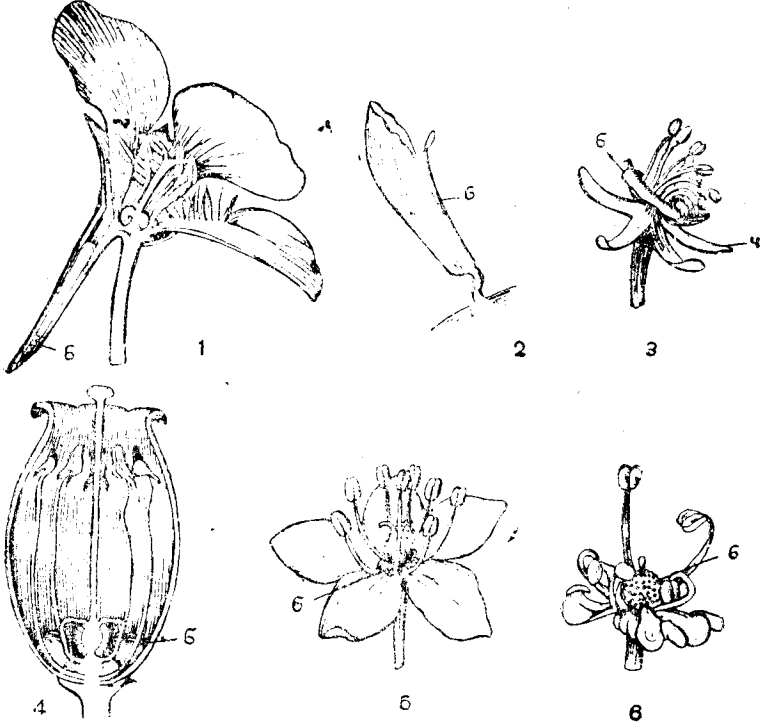
მწერებით დამტვერიანებულ ყვავილებს მკვეთრი კაშკაშა შეფერადება აქვთ (განსაკუთრებით გვირგვინი) და ბუნების მწვანე ფონზე აშკარად გამოიყოფიან, რის გამოც მწერები ადვილად არჩევენ და ეტანებიან ასეთ ყვავილებს. ხშირად არა მარტო გვირგვინია შეფერადებული, არამედ ყვავილის ყველა ნაწილი და ამ ნაწილების შეფერადება სხვადასხვანაირია, ან ერთნაირი.

მწერი ხშირად ყვავილელებს ეტანება. ყვავილელებიც მწერებისათვის ადვილად შესამჩნევია, ვინაიდან მათი გარეთა წყება ყვავილებისა ზომით უფრო დიდებია, ვიდრე შიგნითა და მათი შეფერადებაც სხვადასხვანაირია (მაგალითად, რთულყვავილოვანი და ქოლგოსანნი); ყვავილელებში მწერი ყვავილების მეტ რაოდენობას ეხება, მეტი რაოდენობით იღებს მისთვის საჭირო საკვებს და ამავე დროს ბევრი მტვერიც გადააქვს. ყვავილის შეფერადება, უფრო კი გვირგვინის ფერი, დეკორაციაა (ზ. ყანჩაველი), რომელიც მწერს იზიდავს, მაგრამ მწერს უფრო ყვავილის სუნიც იზიდავს. ბუნებაში არსებობს მრავალი საამო სურნელოვანი ყვავილოვანი მცენარე; მათ შორის კი აღსანიშნავია: ნუში, ვარდი, ია, ცაცხვი, იასამანი, ფშატი და სხვ.

არასამო სუნის მქონე ყვავილები ახასიათებს მცენარეების საკმაო ჯგუფს: ანწლი, ძირმწარა, ქვეყნისგული ანუ იფურა. ზოგიერთ ყვავილს ლეშის ან მძორის სუნი ასდის, მაგრამ მათ მწერების გარკვეული ჯგუფი ეტანება. ასეთია, მაგალითად, ტროპიკებში მოზარდი რაფლენზიასებრნი.

სურნელოვნება ყვავილში სხვადასხვა ნივთიერების არსებობით არის გამოწვეული. ამიტომ მწერი საზრდო ნივთიერებათა მისაღებად, უმთავრესად, ეტანება ყვავილის სანექტრეს. რომელშიაც ნექტარია დაგროვილი.

სანექტრეები, უმთავრესად, ყვავილსაჯდომზე ან ყვავილის ნაწილებზე განვითარებულ ჯირკვლოვან გამონაზარდებს წარმოადგენენ. სანექტრეებში შაქროვანი ტკბილი წვენი—ნექტარი გროვდება და სწორედ ამ



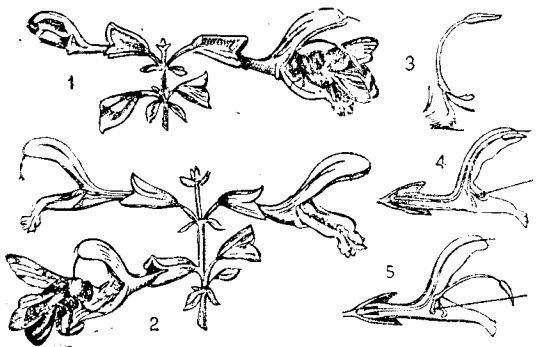
სურ. 245. სანექტრეები. 1. დედოფლის ყვავილის სიგრძივი კრილი (ყვავილის). 2—ნექტარი დაგროვილია დე.ში. 2. ხარისძირას გვირგვინის ფურცელი გადაქცეული სანექტრედ. 3. რეზედას ყვავილი. 4. მანანას ყვავილის სიგრძივი კრილი, 5—სანექტრით. 5. წიქიბუთა ნექტრით. 6. ტყის კაშას სანექტრე (ნექტრის წვეთებით დისკოზე).

ნექტრასათვის ეტანება მწერი ყვავილებს. სანექტრეები, უმეტესად, ყვავილსაჯდომზე ვითარდება; ზოგჯერ ყვავილსაჯდომი გამოყოფს ნექტარს და იგი მთლიანად სანექტრედ იქცევა. ყვავილის სხვა ნაწილებიდან სანექტრეები ვითარდება ჯამის ფოთლების შიგა და გარეთა მხარეზე (პარკოსნებისა და ცაცხვისებრთა უმრავლესობა). გვირგვინის ფურცლების მილისებრი ან ყანწისებრი გამონაზარდები მათ ზოგჯერ დეზის სახით უვითარდებთ; დეზში ნექტარი გროვდება, მაგ., დედოფლის ყვავილი—*Frapaeolum magus* (სურ. 245). გვირგვინის ფურცლების სანექტრეებში ანდა ყანწისებრ დეზებში ნექტარი გროვდება (როგორცაა: ხარისძირა, დეზურა, ტილჭირი, წყალიკრეფა, ია, სელიჭა და სხვ.). ზოგჯერ სანექტრეები სამტვრე ძაფების ძირში ვითარდება დანამატებისა და დეზების სახით (ჯვაროსანნი). ზოგიერთი ყვავილის ნაყოფის ფოთლების ძირშიაც გროვდება

ნექტარი (სამყურასა და მოცვის ზოგიერთი სახეობა) და ბოლოს დინგიჯ ჯირკვლოვანი გამონაზარდებიდან ნექტარს გამოყოფს.

ხშირად ნექტარს ან სხვადასხვა საზრდო ნივთიერებებს ე. წ. საყვავილე დისკო გამოყოფს. დისკო მტვრიანებს და ბუტკოს ან ჯამსა და გვირგვინს შორის განვითარებული განსაკუთრებული გამონაზარდია (სურ. 246), ასეთივე როლს ასრულებს ზოგჯერ ჯამისა და გვირგვინის ფოთლების ძირში გაჩენილი ორმოსებრი დანამატი, რომელსაც სანექტრე ფოსო ეწოდება.

ღებებსა და სანექტრეებში მწერი შიგ ჩაღწევის დროს უფრო ხშირად ჯერ ღინგს ხედება და მასზე ტოვებს სხვა ყვავილიდან მოტანილ მტვერს, ხოლო უკან გამოსვლის დროს, ეხება რა სამტვრეს, მტვერი სხვა ყვავილზე გადაიქვს. ასეთ შემთხვევაში, საკმაოდ ბევრი მცენარის ყვავილის დინგი გარეთაა გამოშვებული, ხოლო სამტვრეები დამოკლებული ძაფით ყვავილსაფრის შიგნით სხედან, რაც ხელს უწყობს ჯვარედინ დამტვერვას (სურ 246).



სურ. 246. სალვის (Salvia) დამტვერვა (ჯვარედინი).

- 1—მწერის ზურგი ვაგანგლულია სამტვრეებით, 2—მწერის მიერ მტვრის მარცვლის გადატანა მოხრილ ღინგზე, 3—მტვრიანა, 4—ყვავილის სიგრძივი კრილი, ისარი უჩვენებს მწერის მიმართულებას. 5—სამტვრეს მოხრა მწერის შესვლის გამო.

ცარდება დიდი ზომის, არასწორი ზედაპირის, რომელთა ვარე შრე ეგზინა სხვადასხვა გამონაზარდით არის აღჭურვილი, ხშირად წებოვანია და მწერის სხეულს ადვილად ეკვრის.

მწერი დასაბუდეblად ანდა მატლების გამოსაჩეკად ეტანება ისეთ ყვავილებს, რომელთაც უმეტესად შეზრდილფოთლებიანი ყვავილსაფარი აქვთ. ყვავილის ზოგიერთი დაგრძელებული მილისებრი, ყანწისებრი ან სხვა ჩაღრმავება მწერისათვის და მისი მატლებისათვის კარგ საბუდარს წარმოადგენს.

რიგ მცენარეებს ყვავილი ღამე გაშლილი აქვს (ღამის ია—Hesperis matronalis), დღე კი უმეტესად დახურულია და ასეთი ყვავილების დამტვერვა ღამის მწერებით ხდება. ზოგჯერ ცუდი ამინდის დროს ყვავილები დახურულია, ანდა მოღუნული ყუნწით თავდახრილებია და შიგ მობინადრე მწერი ხელს უწყობს დამტვერვას. მცენარეთა ყვავილების უშრავლესობის დამტვერვა სხვადასხვა მწერებით ხდება, ხოლო მწერების ერთი გარკვეული რაზმი მცენარეთა გარკვეული გვარის ან სახეობის დამტვერვას ახდენს.

ზოგიერთი ყვავილის დამტვერვას ფრინველები ახდენენ და დამტვერვის ამ მხარეს ორნი თოფილია („ორნის“—ფრინველი, „ფილეო“—მიყვარს, ბერძნ.) ეწოდება. ორნითოფილია ხშირია ტროპიკულ მცენარეებში.

წყალში მცხოვრები ყვავილოვანი მცენარეების დამტვერვა უმთავრესად

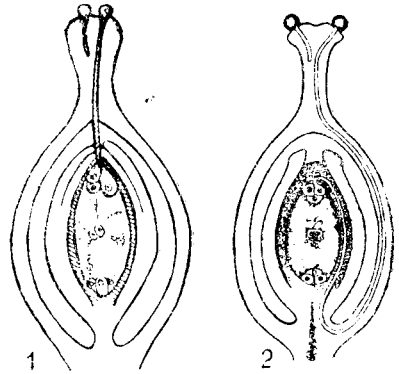
წყლის მეშვეობით ხდება და მას ჰიდროფილია („ჰიდრო“ — წყალი, „ფილია“ — მიყვარს, ბერძნ.) ეწოდება.

იმ მცენარეთა შორის, რომელთაც ჰიდროფილია ახასიათებთ, აღსანიშნავია წყალში ჩაყურყურმელაგებულ ვალისნერია (*valisneria*), რქაფოთოლა (*Ceratophyllum*), ზღვის ბალახი (*Zostera*) და სხვ.

მრავალ მცენარეს ცხოველები ამტვერიანებენ; ტიპურ მაგალითად პირუტყვის ძოვება ითვლება.

პირუტყვი ყველა ბალახს როდი ძოვს, ზოგს ყნოსავს ან ეხება რა ტუჩით, დინგით თუ ხორაუშით, გაუძოვარი ბალახის მტვერი გადააქვს და მეორე ბალახის დამტვერვას ახდენს. ასეთ დამტვერვას ზოოფილია („ზოონ“ — ცხოველური, ბერძნ.) ეწოდება.

განაყოფიერება. ამა თუ იმ საშუალებით დამტვერვის დროს დინგზე მოხვედრილი მტერის მარცვალი იწყებს განვითარებას. მტერის მარცვალი სამტვერეშივე ან დინგზე მოხვედრის დროს იყოფა ორ უჯრედად — ეგგეტაციურ და გენერაციულ უჯრედად. მტერის მარცვლის შიგთავსი, რომელიც თხელი ინტინით არის დაფარული, გამოდის ეგზინიდან და ქმნის მტერის მილს. მტერის მილი იწყებს ზრდას და სვეტის გზით თანდათანობით ჩადის ნასკვში,



სურ. 247. 1—პოროგამია, 2—ქალაძოგამია.

ნასკვიდან კი თესლკვირტში. თესლკვირტში მტერის მილი ხშირად მიკროპილეს გზით ჩადის და ამ მოვლენას პოროგამია, ანუ აქროგამია (სურ. 247) („პოროს“ — ხერეღი, „გამეო“ — გქორწინდება, ბერძნ.) ეწოდება. იგი მცენარეთა უმეტესობას ახასიათებს.

იშვიათად, მაგრამ მტერის მილის შესვლა თესლკვირტში ხდება ქალაძის გზით და მას ქალაძოგამია ეწოდება (სურ. 248). ქალაძოგამია აქვს არყს, მურყანს, რცხილას, კაკლის ხეს და სხვ.

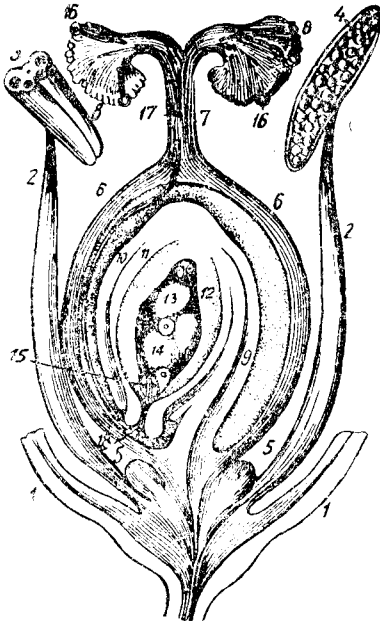
ზოგიერთი მტერის მილი თესლკვირტში გვერდიდან ინტეგუმენტების გავლით შედის და ასეთი შესვლის გზა მეზოგამიური („მეზო“ — შუა, ბერძნ.) იქნება (თელა, გოგრა, რძიანა და სხვ.).

მტერის მილის ზრდას ხელს უწყობს სვეტისა და თესლკვირტის უჯრედებიდან გამოყოფილი ნივთიერებები.

მტერის მილის ზრდის დროს ანდა მის წინ, ე. ი. მტერის მილის წარმოშობამდე, გენერაციული უჯრედი იყოფა ორად და ორ გამეტას, ანუ სპერმიებს წარმოშობს. სპერმიები ფარულ და შიშველთესლოვანების უშოლტო მამრობითი სასქესო ორგანოებია. ისინი პროტოპლაზმითაა აღჭურვილი და უჯრედებს წარმოადგენენ.

მზარდი მტერის მილის წვერთან ახლოს ორი სპერმია-უჯრედი და მილში ზრდის დროს დაშლილი ეგგეტაციური ბირთვის მასა ძეგს. ეს მასა ზოგჯერ სპერმია-უჯრედების განვითარებას ხმარდება და სპერმიები უფრო მეკრივი ხდება. მტერის მილი საბოლოოდ ზრდის შედეგად აღწევს

ჩანასახის პარკს, მისი წვერის შეხებით პარკის გარსი ლორწოიანი ხდება, თხელდება და ხერხელის გაჩენით შედის ჩანასახის პარკში. პარკში შესვლის დროს მტერის მილის წვერი სკდება და ორი სპერმია ჩადის პარკის ღრუში.



სურ. 248. ყვავილის განაყოფიერების სქემა: 1—ყვავილსაფრის ნაწილი, 2—ორი მტვრიანა, 3—სამტვრეს განივი ქრილი, 4—სამტვრეს სიგრძივი ქრილი, 5—სანექტრეები, 6—ნასკვი, 7—სვეტი, 8—ლინგი, 9—ყუნწი, 10—11—ინტეგუმენტები, 12—ბირთვი, 13—ჩანასახის პარკი, ქვედა ნაწილში ანტიპოდებია, 14—კვერცხუჯრედი, 15—სინერგიდები, 16—მტერის მარცვლები, 17—სამტვრე მილი, 18—ნიკროპილე.

ერთი სპერმია უერთდება კვერცხუჯრედს და ანაყოფიერებს მას, ხოლო მეორე სპერმია ჩადის ჩანასახის პარკის ცენტრში, უერთდება მეორეულ ბირთვის და ხდება განაყოფიერება. მაშასადამე, ორი სპერმია-უჯრედით კვერცხუჯრედისა და მეორეული ბირთვის განაყოფიერებას ორმაგი განაყოფიერება ეწოდება. ორმაგი განაყოფიერება მხოლოდ ფარულთესლოვანი მცენარეების დამახასიათებელი პროცესია. ორმაგი განაყოფიერების პროცესი აღმოაჩინა და შეისწავლა დიდმა რუსმა ბოტანიკოსმა აკადემიკოსმა ს. ნავაშინმა 1898 წ.

ორმაგი განაყოფიერების შედეგად კვერცხუჯრედიდან ვითარდება ჩანასახი, ხოლო მეორეული (ცენტრალურ) ბირთვიდან კი საზრდო ნივთიერების დამგროვებელი ქსოვილი—ენდოსპერმი, საბოლოოდ თესლი.

თესლი

თესლი განაყოფიერების შემდეგ განვითარებული თესლკვირტია, რომელშიაც მოთავსებულია ჩანასახი და მისი საკვები ნივთიერება. ვიწრო განსაზღვრით, თესლი მოშავალი მცენარის ჩანასახია საკვები ნივთიერებით.

თესლი გარედან დაფარულია კანით, რომელიც, უმთავრესად, ინტეგუმენტებისაგან ვითარდება, ანდა ზოგჯერ ნუცელუსის ან ენდოსპერმის ქსოვილების ნაშთებისაგანაა წარმოქმნილი. თესლის კანი სხვადასხვანაირია: გახვეებული, ტყავისებრი, ხეშეში, სიფრიფანასებრი, აპკისებრი, სქელი და თხელი.

თესლის ზედაპირი შეიძლება იყოს დანაოჭებული, ზოლებიანი, დაღარული, დაკუთხული, ბორცვიანი, ფიჭისებრი, ფოროვანი და ა. შ. თესლი ხან შიშველია, ხან კი მრავალი სხვადასხვა გამონაზარდით არის დაფარული. ზოგიერთი თესლის კანი ბეწვებითაა შემოხილი (მაგალითად, ბამბის თესლის მთელი ზედაპირი). ხშირად კანი ლორწოიანია, წებოვანი ანდა ხორცოვანი ხდება.

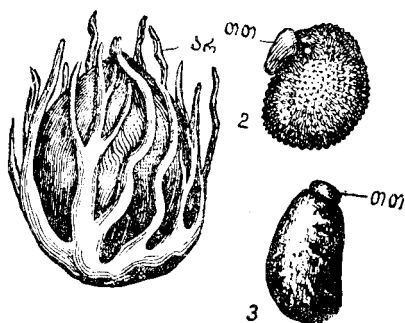
თესლს, ყუნწის ნაკვალევზე ჭიპი (ნაჭდევი) უჩნდება. ნასკვში შებრუნებულად მდებარე (ანატროპიული) თესლკვირტს უვითარდება წაგრძელებული

გამონაზარდები, რომელიც განაყოფიერების შემდეგ თესლზე რჩება, მას თესლის ნაწიბური, ანუ ნაკერი ეწოდება. თესლის ჭიპისა და ნაწიბურის მორფოლოგიური თავისებურებანი თესლების კლასიფიკაციის კარგ ნიშნებს წარმოადგენენ.

ხშირად თესლს პატარა გამონაზარდები უვითარდება თანათესლის („კარუნკულა“ — ხორცივანი კორდი, ლათინ.) სახით. თანათესლი ხშირად შეფერილია, რითაც ცხოველურ ორგანიზმებს იზიდავს და ხელს უწყობს თესლის გავრცელებას (მაგ., თანათესლი აქვთ აბუსალათინს, იას, ბუჩქისძირას, ქრისტესისხლას და სხვ.); ასეთივე როლს ასრულებს თესლზე განვითარებული პარკისებრი ან ფრთისებრი გამონაზარდები, რომლებიც გარედან ეკვრის თესლს, მაგრამ არ ეზრდება; მას არილუსი („არილუს“ — მანტია, ლათინ.) ეწოდება (სურ. 249).

თესლკვირტის ორმაგი განაყოფიერების შემდეგ ჯერ მეორეული ბირთვის, ხოლო შემდეგ კი კვერცხუჯრედის რამდენჯერმე დაყოფის გზით ვითარდება თესლი, განაყოფიერებული მეორეული ბირთვი მრავალ ბირთვად იყოფა. პროტოპლაზმაში გაბნეულ ამ ბირთვებს შორის გარსის წარმოქმნით ტიხრები ჩნდება და ახალი უჯრედები ვითარდება, ეს უჯრედები მთლიანად ავსებენ ჩანასახის პარკს და წარმოშობენ საზრდო ნივთიერებათა დამგროვებელ ქსოვილს, რომელსაც ენდოსპერმა („ენდოს“ — შიგნითა, „სპერმა“ — თესლი, ბერძნ.) ეწოდება.

განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი (ზიგოტა) სვენების შემდეგ (რამდენიმე საათით ან თვეებითაც) ორ უჯრედად იყოფა. მიკროპილესაკენ მიმართული



სურ. 249. 1—ჯავის თესლი არილუსის (არ), 2—ბუჩქისძირას თესლი თანათესლით (თთ), 3—აბუსალათინის თესლი თანათესლით (თთ).

ერთი ზედა უჯრედი განივი ან გასწვრივი ტიხრებით, მრავალჯერ დაყოფის შედეგად მრავალუჯრედიან საკიდარს წარმოშობს. მეორე ქვედა უჯრედი, რომელიც ჩანასახის პარკის ცენტრისაკენაა მიმართული, ჯერ რამდენიმე უჯრედად იყოფა და პირველად ჩანასახს წარმოშობს. პირველადი ჩანასახი, რომელიც სფერული ფორმისაა, სწრაფად იყოფა მრავალ უჯრედად და სრულ ჩანასახად ყალიბდება. საკიდარის ერთ დაგრძელებულ უჯრედს ჩანასახი ენდოსპერმში ჩააქვს: თესლში მომწიფებული ჩანასახი შედგება: პირველადი, ანუ ჩანასახოვანი ფესვისაგან, ღეროსაგან, ფოთლებისაგან და კვირტებისაგან.

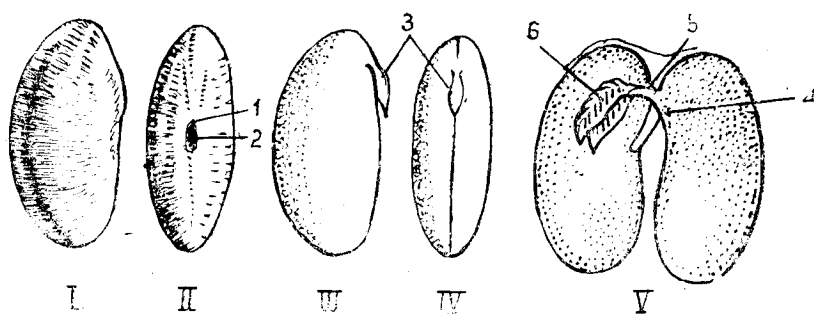
მეორეული ბირთვისაგან (ორმაგი განაყოფიერების შედეგად) წარმოშობილ ენდოსპერმს მეორეული ენდოსპერმი ეწოდება (შიშველთესლოვნებში იგი პირველადია). ენდოსპერმი, ძირითადად, სახამებლისაგან, ცხიმისაგან და, იშვიათად, ცილებისაგან შედგება. აქედან ენდოსპერმიანი თესლებიდან განიჩევა: სახამებლოვანი, ცხიმოვანი და ცილოვანი თესლები.

ენდოსპერმი თესლის გაღივებამდე და ზოგჯერ გაღივების შემდეგაც ჩანასახს ხმარდება საკვებად.

ზოგჯერ ხაზრდო მასალა ნუცელუსში გროვდება. ნუცელუსში წარმოქმნილ საზრდო ნივთიერებას პერისპერმი („პერი“—გარშემო, ბერძნ.) ეწოდება. ჩანასახის ორივე მხარეზე ორი ბორცვი წარმოიქმნება. ეს ორი ბორცვი (ორლებნიანებში) ვითარდება ორ ლებნად, რომელშიაც ჩანასახია მოქცეული. ლებნები ორლებნიანებში ფოთლისეული წარმოშობისაა და მათ პირველი ფოთლები ეწოდება. თესლის გაღივების შემდეგ ორლებნიანებში ლებნები ნიადაგის ზევით ღეროს მიყვებიან, ასიმილაციასაც ახდენენ, რითაც ფოთლისეულ ბუნებას ამჟღავნებენ (ლობიო). ორივე ლებანში საზრდო მასალაა დაგროვილი ჩანასახის გასავითარებლად.

ლებანს, რომელიც უშუალოდ ენდოსპერმს ესაზღვრება და მასში საზრდო მასალა არ გროვდება, ფარი ეწოდება. მაშასადამე, ლებნები, ერთ შემთხვევაში ჩანასახს საზრდო ნივთიერებებით ამარაგებენ, ხოლო მეორე შემთხვევაში ლებანი (უმეტესად ერთლებნიანებში) ჩანასახის საფარველს წარმოადგენს.

თესლი შეიძლება იყოს ენდოსპერმიანი და (მაგ., უმთავრესად მარცვლოვანებში) პერისპერმიანი (მიხაკისებრი), ანდა ჭერთსა და იმავე დროს იყოს ენდოსპერმიანიც და პერისპერმიანიც. თუ საზრდო ნივთიერების დაგ-



სურ. 250. ლობიოს თესლის აგებულება: I და II—თესლი წინა და გვერდითი მხრიდან; III და IV—ჩანასახი წინა და გვერდითი მხრიდან; V—ორი გახსნილი ლებანი; 1—მიკროპილე, 2—ჰილი, 3—ლებნის ქვედა მუხლო (პიბოკოტილე), 4—ჩანასახოვანი ფესვი, 5—ჩანასახოვანი ღერო, 6—ჩანასახოვანი ფოთლები.

როვება ნუცელუსში ხდება, ასეთ თესლებს პერისპერმიანი თესლები ეწოდება. ზოგჯერ საზრდო ნივთიერება გროვდება თვით ჩანასახის ნაწილებში, უმთავრესად ლებნებში.

ლებნებში დაგროვილ საზრდო მასალიან თესლს უენდოსპერმიო თესლი ეწოდება (პარკოსნები და სხვა მრავალი ოჯახები).

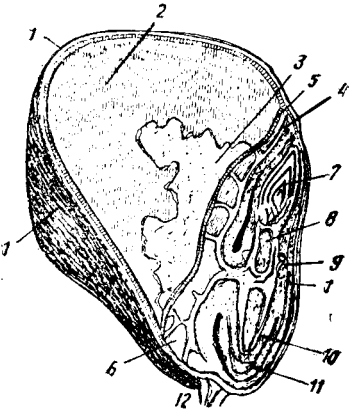
ფარულთესლოვანი მცენარეებიდან გამოყოფენ (პირობით) ორ დიდ ჯგუფს: ერთლებნიანებსა და ორლებნიანებს.

ორლებნიანები სახეობათა რაოდენობითა და გავრცელებით ბევრად სჭარბობენ ერთლებნიანებს.

ორლებნიანი თესლის აღნაგობის გასაცნობად ლობიოს თესლი კარგი მაგალითია (სურ. 250). ლობიოს თესლი გარედან კანით არის დაფარული. როგორი მოყვანილობისაც არ უნდა იყოს ლობიოს თესლი, მაინც განიჩქევა მისი ორი მხარე: ერთია მუცლის მხარე, სადაც ჰიბია მო-

თავსებული, ხოლო მეორე მისი საწინააღმდეგო მხარეა, ზურგის მხარე—ნაწიბური. ზურგის მხრიდან ლობიოს თესლი დალბობის შემდეგ ორ ნახევრად იყოფა. ეს ნახევრები ლებნებია, რომელთა ლებნების შუა მხარე პრტყელია, ზედა კი ამოზნექილი. ამ ორ ლებანს შორის კიბის არეში ჩანასახია. ჩანასახი შედგება ჩანასახოვანი ფესვისა, ღეროსა და ერთი წყვილი ფოთლისაგან. ლობიოს თესლში საზრდო ნივთიერებით დამგროვებული ქსოვილი—ენდოსპერმაში არაა წარმოდგენილი და საზრდო ნივთიერება ლებნებში ვითარდება, ასეთი თესლი უენდოსპერმოა.

ერთლებნიანი თესლის აღნაგობას სიმინდის თესლის მაგალითზე გავვეცნობით (სურ. 251). სიმინდის თესლი ერთი ლებნისაგან შედგება. ლებანში საზრდო-ნივთიერება არაა დაგროვილი. იგი ყოფს თესლის ჩანასახს ენდოსპერმისაგან და მას ფარი ეწოდება. თესლის ქვედა მცირე ნაწილი ჩანასახისაგან შედგება (ფესვის, ღეროსა და ფოთლებისაგან), რომელიც ზედა დიდი ნაწილისაგან სატიხრითაა გამოყოფილი. ზედა ნაწილში საზრდო ნივთიერების დამგროვებული ქსოვილი ენდოსპერმა და ამიტომ ასეთი თესლი ენდოსპერმიანი ა.



თესლი ფორმით მრავალნაირია: მრგვალი, ოვალური, თიკმელისებრი, სფეროსებრი, მოგრძო, ელიფსური და სხვ. ბუნებაში სხვადასხვა ზომისა და წონის თესლებია გავრცელებული.

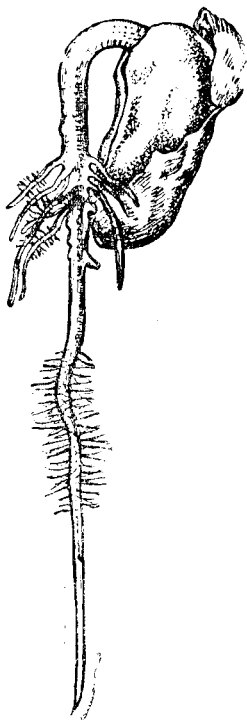
თესლების ზომა მეტად ცვალებადია. მცირე ზომის უწვრილესი თესლები მრავალ მცენარეს ახასიათებს (ჯადვარისებრნი, მსხალიჭასებრი, კელეტარისებრნი და სხვ.). დიდი ზომის მსხვილი თესლები ასევე მრავალი მცენარისთვისაა დამახასიათებელი. ამ ორ უკიდურეს ზომებს შორის კარბობს საშუალო ზომის მქონე თესლები. თესლები წონის მიხედვითაც მრავალნაირია. თუ ზოგიერთი თესლის წონა მილიგრამებით განისაზღვრება, ზოგიერთების წონა კი კილოგრამამდე აღწევს. მცენარეთა უმრავლესობა დიდი რაოდენობით ივითარებს თესლებს. მაგალითად, არყი 300 ათასამდე თესლს იკეთებს, თამბაქოს 400 ათასამდე თესლი უვითარდება, ხოლო ჩვეულებრივი ვერხვი რამდენიმე მილიონამდე თესლს იძლევა ყოველწლიურად. თესლებს, უმთავრესად, მურა ან შავი შეფერილობა აქვთ. თუმცა სხვადასხვა ფერად შეფერადებული თესლები ბუნებაში საკმაოდ გავრცელებულია (თეთრი, ნაცრისფერი, ყვითელი, ნარინჯისფერი, მოწითალო, ყავისფერი, ჭრელი და ა. შ.). ზოგიერთ თესლში რამდენიმე ჩანასახი ვითარდება და ამ მოვლენას პოლიემბრიონია („პოლო“—ბევრი, „ემბრიონ“ — ჩანასახი, ბერძნ.) ეწოდება.

სურ. 251. სიმინდის ნაყოფის (შიგ თესლით) სივრცითი კრილი: 1—ნაყოფის კანი, 2—მინაიარი ენდოსპერმი, 3—სახამებლოვანი ენდოსპერმი, 4—ფარის ზედა ნაწილი, 5—ფარის გარეთა შრე, 6—ფარი, 7—კვირტი, 8—ეპიკოტილე, 9—დამატებითი ფესვის ჩანასახი, 10—ფესვი, 11—შალითა, 12—კიბი.

ზოგჯერ ჩანასახი გაუნაყოფიერებელი კვრცხუჯრედისაგან ვითარდება

და ჩანასახის ასეთ განვითარებას პართენოგენეზს („პართენოს“ — ქალ-
წული, „გენეზის“ — დაბადება, ბერძნ.) უწოდებენ (მარმუჭი, ბაბუაწვერა,
ხარნუყა და სხვ.). არის შემთხვევები, როდესაც ჩანასახი გაუნაყოფიერებლად
ჩანასახის პარკის სხვა უჯრედებისაგან ვითარდება. ერთი, როდესაც ჩანასახი
სინერგიდების ან ანტიპოდების უჯრედებისაგან წარმოიქმნება, ამას აპოგამია
(„აპო“ — უარყოფის ნაწილაკი, „გამოს“ — ქორწინება, ბერძნ.) ეწოდება (ლან-
ცეტა, მრავალძარღვა). მეორე, როდესაც ჩანასახის წარმოქმნა ხდება ჩანასა-
ხის პარკის გარეთ, ნუცელუსის ან ინტეგუმენტების უჯრედებისაგან, მას
აპოსპორია ეწოდება. გაუნაყოფიერებლად ჩანასახის და თესლების განვი-
თარება, აპომიქსისის („აპო“ — უარყოფის ნაწილაკი, „მიქსის“ — შერევა,
ბერძნ.) სახელწოდებით არის ცნობილი.

აღსანიშნავია, რომ აპომიქსური წარმოშობის მცენარეები (ვარდისებრ-
თა, რთულყვავილოვნების, მარცვლოვნების და სხვა ოჯახების წარმომადგენ-
ლები) სხვადასხვა ფაქტორებისადმი დიდ გამძ-
ლეობას ამჟღავნებენ და მორფოლოგიურად მტკიცე
აგებულებისანი არიან.



სურ. 252. ლობიოს თესლის
გალივება.

თესლის გალივება. თესლის გალივება რთუ-
ლი ფიზიოლოგიური პროცესია. ამ დროს მიმდი-
ნარეობს თესლში არსებული სხვადასხვა ფერმენ-
ტის და წყლის მოქმედებით თესლის ძნელად ხსნა-
დი ორგანული ნივთიერების გადასვლა ხსნად
მდგომარეობაში და მათი გამოყენება ჩანასახის
მიერ; ამრიგად, თესლის გალივება შედგება სამი
პროცესისაგან: 1) ფიზიკური — თესლის მიერ
წყლის შეწოვა, 2) ბიოქიმიური — უხსნად ნივთიე-
რებათა გადასვლა ხსნად მდგომარეობაში და 3)
ბიოლოგიური — თესლის ჩანასახის ზრდა და აღ-
მოცენება.

თესლის გალივების წინა პირობაა თესლის
გაჯირჯვება. გაჯირჯვება ხდება მაშინ, რო-
დესაც თესლი მისი მშრალი წონის 10% წყლის
გარდა გარედან შეიწოვს წყლის გარკვეულ რაო-
დენობას. გაჯირჯვების შედეგად იზრდება თეს-
ლის მოცულობა, სკდება კანი და მომწიფებული
ჩანასახი გამოდის გარეთ. წყალი თესლში შედის
ჰიპისა და მიკროპილეს გზით, ჰიპთან კანის გას-
კდომის შედეგად ჩანასახის ფესვი ჯერ გამოდის
გარეთ, შემდეგ კი მიემართება ნიადაგში. გალი-
ვების შედეგად ორლებნიანი თესლიდან (სურ. 252) პირველად გარეთ გამო-
დის ლებნისქვეშა მუხლი ჰიპოკოტილე („ჰიპო“ — ქვევით, „კოტილედონ“ —
საწოვარი, საწუწნი, ბერძნ.), შემდეგ მას მოჰყვება ლებნის ზედა მუხლის —
ეპიკოტილეს („ეპი“ — ზედა, ზემო) გამოსვლა.

ერთლებნიანი თესლის გალივების დროს ადრე ჯერ ლებნის ქვედა ნაწი-
ლი გამოდის, ლებნის ზედა ნაწილი კი ჯერ რჩება და შემდეგ გვიან გამო-
დის. მარცვლოვანთა თესლის გალივების (სურ. 253) დროს გარეთ გამოსვ-

ლას იწყებს პირველადი ფოთოლი წვეტიანი ჟიფოთი, რომელსაც კოლეოპტილე („კოლეოს“—ქარქაში, „პტილონ“—ფრთა, ბერძნ.) ეწოდება. ლებნები ხშირად ნიადაგში რჩებიან (კაკალი, მუხა, მუხუდო, ცერცვი და სხვ.), ზოგჯერ კი ნიადაგს ზევით ამოყვებიან ყლორტს და ფოთლების მაგიერობას ეწვეიან (ლობიო, სოია, ხანჭკოლა, ძიო და სხვ.).

გალივებისათვის წყლის საჭირო რაოდენობა დამოკიდებულია თესლის შედგენილობაზე. სახამებლით, ზეთით, ცილოვანი ნივთიერებებით მდიდარი თესლები სხვადასხვა რაოდენობით იწოვენ (შთანთქავენ) წყალს.

ზოგიერთი მცენარის თესლების გალივებისას საჭიროა წყლის შემდეგი რაოდენობა: ფეტვისათვის 30%, ჭვავისათვის—40%, სიმინდისათვის—50%, ხორბლისათვის—70% ცერცველისათვის—75%, ბარდისათვის—95%, სელისათვის—100%, შაქრის კარხლისათვის—125%, წითელი სამყურასათვის—145% და ა. შ. წყლის გადაჭარბებული რაოდენობა უარყოფითად მოქმედებს გალივებაზე. წყალში მყოფი თესლების გალივება განულებულია, ვინაიდან არ ყოფნით ჟანგბადი და ამდენად სუნთქვის პროცესიც შეწყვეტილია.

გალივების დროს ჩანასახის უჯრედების სუნთქვა ძალზე ინტენსიური ხდება განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც წყალი 33%-ია, სუნთქვა 10.000-ჯერ დიდია, ვიდრე მაშინ, როცა თესლი 130% წყალს შეიცავს და სუნთქვაც პასიურია.

ზოგიერთი მცენარის თესლს წყლის ძნელად გამტარი კანი (ეკლის ხე, იონჯა, ძიძო) აქვს, ამიტომ ასეთ თესლებს უზიანებენ—ხელოვნურად უკაწრავენ კანს, რის შედეგად წყალი შედის თესლში და იწყება გალივება. კანის გაკაწვრის პროცესს სკარიფიკაცია („სკარიფიკარე“—კაწვრა, ლათინ.) ეწოდება.

ხშირად კუტინიზირებულ მაგარკანიან თესლებზე სხვადასხვა მჟავებით მოქმედებენ, რაც ხელს უწყობს თესლში წყლის შეღწევადობას და ამდენად თესლის ჯერ გაჯირჯევბას და შემდეგ გალივებას.

სრული სიმწიფის დროს თესლები კარგავენ ზედმეტ წყალს და ხდებიან სრულიად მაგარი; მაგალითად, ხორბლის მარცვალი რძის სიმწიფეში 50% წყალს შეიცავს, ცილოვანი სიმწიფის დროს 25%-ს და სრული სიმწიფის დროს წყლის შემცველობის % ეცემა 12—13%-მდე. ზოგიერთი მცენარის, გარეგნულად თითქოს მომწიფებული თესლების (ასკილი, ატამი, იფანი, ნეკერჩხალი და სხვ.) გალივება მოგვიანებით იწყება, ვინაიდან ამ თესლებში ფერმენტატური პროცესები არაა დამთავრებული.

ზოგიერთი გარეგნულად მოუმწიფებელი თესლის (ლობიო, ბარდა, ხორბალი, ჭვავი და სხვ.) გალივება ჯერ კიდევ მკვახე ნაყოფებში იწყება. გალივების უნარი სხვადასხვა მცენარის თესლში დაწყებული რამდენიმე დღით და დამთავრებული რამდენიმე წლით განისაზღვრება. მაგ. გოგრა,



სურ. 253. ხორბლის თესლის გალივება.

კიტრი და ნესვი—8 წელი, ქერი, ხორბალი—12 წელი, ზოგიერთი სარეველები თესლის გალიეების უნარს 40—50—100 და ზოგჯერ 150-მდე ინარჩუნებენ.

მრავალი სარეველა მცენარის თესლები ცხოველების კუჭ-ნაწლავში მონელების შემდეგაც ინარჩუნებენ გალიეების უნარს.

დიდი ხნის განმავლობაში გალიეების უნარი აქვთ შენარჩუნებული სრულიად მომწიფებულ და მშრალ თესლებს. თესლის გალიეებაზე მოქმედ ფაქტორებს შორის მეტად მნიშვნელოვანია სინათლე, როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი ფაქტორი.

მცენარეთა უმრავლესობის თესლების გალიეება ხდება სინათლის სხვადასხვა სიძლიერის დროს, მაგრამ ზოგიერთი თესლები სრულიად გაურბიან სინათლეს და მხოლოდ სიბნელეში ღივდებიან (მაგ., აბრეშუმა, ფაცელია და სხვ.).

სინათლის მოთხოვნილების მიხედვით გამოირჩევიან სინათლისა და ჩრდილის მცენარეები.

ტემპერატურა გალიეების პროცესისათვის საჭირო ფაქტორია. ზოგიერთი თესლის უკეთ გალიეებისათვის რეკომენდებულია თესლების მოთავსება მაღალი ტემპერატურის ქვეშ ან საწინააღმდეგოდ, როდესაც თესლებს გალიეების წინ გაყინავენ, განსაკუთრებით ცივ ქვეყნებში.

სხვადასხვა მცენარეს გალიეებისათვის სხვადასხვა ტემპერატურა სჭირდება. მაგალითად, ხორბლის თესლი ღივდება 30° — 40° ტემპერატურაზე, სიმინდისა— 10° — 12° -ზე, ბამბა კი— 15° — 17° დროს. თესლების საკმაო რაოდენობა ერთ სავეგეტაციო პერიოდში ღივდება და შემდეგ კარგავს გალიეების უნარს, ე. ი. ჩერდება ზრდა. ზოგიერთი მცენარის თესლები გალიეებას იწყებენ 3—5 წლის შემდეგ, 10—20 წლის შემდეგ და უფრო გვიან. ისტორიამ შემოგვინახა ცნობა, რომ ლოტოსის თესლი იწვა ტორფნარებში 1000 წლის განმავლობაში.

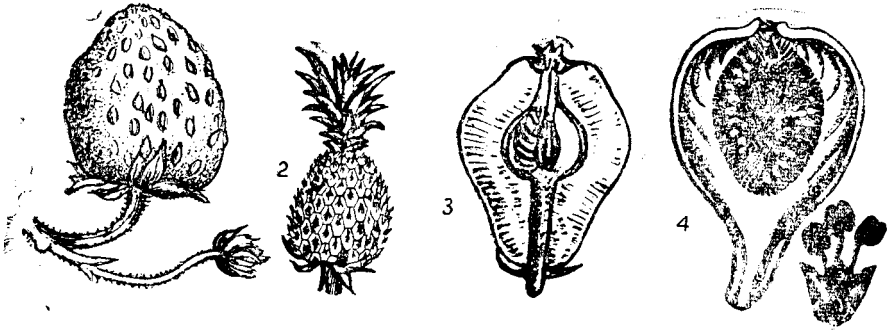
ტყისა და ხეხილოვანი მრავალი კულტურის თესლების გალიეებისათვის და კარგი და საღა აღმონაცენის განვითარებისათვის სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში მიღებულია სტრატეფიკაციის („სტრატუმ“—ფენილი, ფენა, „ფაცრე“—კეთება, ლათინ.) მეთოდი. ამ მეთოდს მოსილვასაც უწოდებენ, რაც შემდეგში მდგომარეობს; სათანადო ყუთების ძირს მოსილვენ, ამ ფენაზე აწყობენ თესლებს, მათ მეორე წყება სილით დაფარავენ და ასე იქმნება რამდენიმე სილას ფენა თესლებით. თესლებს აჩერებენ რამდენიმე თვეს 3—5° ტემპერატურულ პირობებში. ამგვარად მოვლილ თესლებს მეორე წლის გაზაფხულზე ყუთებიდან იღებენ და შემდეგ თესავენ. მათი აღმოცენება იმავე წელს იწყება. ისეთ კურკიან და საერთოდ მაგარკანიანი თესლების გალიეებისათვის, როგორცაა ალუბლის, ქლიავის, ვაშლისა და მსხლის თესლები, თესვის წინ რამდენიმე თვით ადრე მიმართავენ სტრატეფიკაციას. ამ შემთხვევაში თესლებს ჩაფლავენ ტენიან სილნარ ან ქვიშნარ თხრილებში, ანდა საამისოდ იყენებენ თოვლის ღრმა ფენებს. ბუნებრივ პირობებში ველურად მოზარდი მცენარეების თესლების სტრატეფიკაცია ზამთრის განმავლობაში თოვლის საფარქვეშ მიმდინარეობს.

სოფლის მეურნეობის პრაქტიკამ დღემდე შემოინახა თესვის წინ გალიეებისათვის და აღმოცენების სრული განვითარებისათვის თესლის დამუშავება სხვადასხვა მეთოდებით. ამ მეთოდებიდან აღსანიშნავია თესლების დაღობვა

წუნწუნში (წყალნარევი), ცხოველის შარდში; ნივთიერებების—აუქსინისა და ჰეტეროაუქსინის გამოყენება და ბოლოს კი თესლის იაროვიზაცია. იაროვიზებული თესლები ადრე ღვივდებიან, თანაბრად აღმოცენდებიან და აღმონაცენი ადრე მწიფდებიან. ამა თუ იმ, განსაკუთრებით კი კულტურულ მცენარეთა თესლების გაღვივების უნარს ამოწმებენ და აღგენენ თესლის საკონტროლო ლაბორატორიები.

ნ ა ყ ო ფ ი

განყოფიერების შედეგად განვითარებული სახეცვლილი ბუტკო ნაყოფია, ე. ი. ის, რაც ნასკვისაგან თესლის მომწიფებასთან ერთად ვითარდება.



სურ. 254. 1—მარწყვის, 2—ანანასის, 3—კომშის (ჭრილი), 4—ლეღვის (ჭრილი) ცრუ ნაყოფები.

ნაყოფი თესლის საფარი და გამავრცელებელი მოწყობილობაა.

ნაყოფის შექმნაში, ნასკვის გარდა, ყვავილის სხვა ნაწილებიც მონაწილეობენ, როგორცაა: ყვავილსაჯდომი, ყვავილსათარი, ბუტკოს სვეტი და ღინგი, მტვრიანა და სხვ. თუმცა ხშირად ნაყოფის შექმნაში ბუტკოს ნაწილებიდან, ძირითადად, ნასკვი იღებს მთავარ მონაწილეობას, იშვიათად სვეტი, ხოლო უფრო იშვიათად ღინგი, რომელიც განყოფიერების შემდეგ მომწიფებისას ქცება და ცვივა. როდესაც ნაყოფის შექმნაში მარტო ნასკვი მონაწილეობს, ასეთი ნაყოფი ნამდვილი ნაყოფია. ნასკვთან ერთად თუ ყვავილის სხვა ნაწილებიც (ყვავილსაჯდომი, ყვავილსათარი) მონაწილეობენ, მაშინ წარმოიშობა ცრუ ნაყოფი (სურ. 254). ხშირად ყვავილში ერთი ბუტკოა და მისგან მხოლოდ ერთი ნაყოფი წარმოიქმნება, მას მარტოვე ნაყოფი ეწოდება. როდესაც ყვავილში რამდენიმე ბუტკოა და თითოეული ბუტკოდან თითო ნაყოფი ვითარდება, მაშინ, რთული ან ნაკრები ნაყოფი იქმნება.

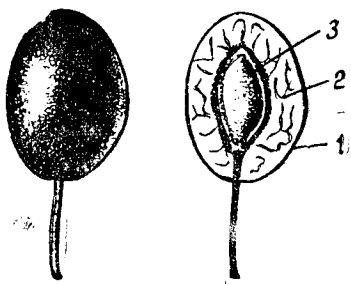
მარტივი და რთული ნაყოფი ამავე დროს შეიძლება იყოს ნამდვილი და ცრუ. მაგალითად, ნაყოფი კენკრა მარტივია, მაგრამ მის წარმოშობაში თუ ყვავილსაჯდომი ან ჯამის ფოთლები მონაწილეობენ, მაშინ ნაყოფი ცრუ კენკრა იქნება.

ნასკვის კედლებიდან ნაყოფსათარი. ანუ პერიკარპიუმი („პერი“—გარშემო, „კარპოს“—ნაყოფი, ბერძნ.) ვითარდება.

ნაყოფსათარი, ანუ პერიკარპიუმი რამდენიმე ნაწილისაგან შედგება (სურ. 255): გარეთა ნაწილი ეგზოკარპიუმი („ეგზო“—გარეთა, ბერძნ.), შუა

მეზოკარპიუმი („მეზო“—შუა, ბერძნ.) და შიგნითა ენდოკარპიუმი („ენდოს“—შიგნითა, ბერძნ.); მაგ., ქლიავის ან ბალის გარეთა ნაწილი თხელი კანისაგან შედგება; შუა—წვნიანი, ხორცოვანი ნაწილია, ხოლო შიგნითა ნაწილი კურკის ნაჭუჭია. ნაყოფების უმრავლესობას ნაყოფსაფარის სამივე ნაწილი კარგად აქვს გამოსახული. ზოგიერთებში კი ორი ნაწილია განვითარებული.

ნასკვის კედლისაგან ნაყოფსაფარი (პერიკარპიუმი) ვითარდება, ხოლო



სურ. 255. ქლიავის ნაყოფი—კურკიანა (მარჯვნივ ჭრილი). 1—ეგზოკარპიუმი, 2—მეზოკარპიუმი, 3—ენდოკარპიუმი.

ნასკვის ბუდისაგან—ნაყოფის ბუდე. ხშირად ნასკვისა და ნაყოფის ბუდეების რიცხვი ერთი და იგივეა, ზოგჯერ კი მრავალბუდიანი ნასკვისაგან ერთბუდიანი ნაყოფი ვითარდება, ანდა სამბუდიანი ნასკვისაგან—ერთბუდიანი ნაყოფი, მაგალითად, მუხის ნაყოფი—რკო და წიფლის წიწიბო. ნაყოფის შექმნაში ყვავილის სხვადასხვა ნაწილი მონაწილეობს და ხშირად ყვავილის ეს ნაწილებიც მეტად მრავალაირია, ამიტომ მათგან განვითარებული ნაყოფებიც მეტად მრავალფეროვანია.

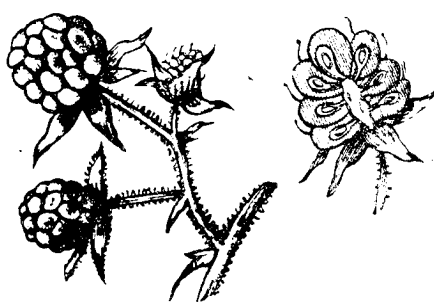
ნაყოფსაფარის მიხედვით ნაყოფი სხვადასხვანაირია. აქედან განიჩევა წვნიანი ან ხორცოვანი და მშრალი ნაყოფები. მშრალი ნაყოფი შეიძლება იყოს თვითხსნადი ან თვითუხსნადი, ე. წ. კურკიანი ნაყოფის ნაყოფსაფარი უმეტესად წვნიანი და ხორცოვანია. ნაყოფი გამოიჩევა ზეგ არსებული თესლის რაოდენობით: ერთი, რამდენიმე ან მრავალთესლოვანი ნაყოფები; ხშირად კურკიანა ნაყოფისათვის დამახასიათებელია ერთი თესლი, მაგალითად, ხეჭრელის (Baobab) კურკიანა ნაყოფი 2—4-თესლიანია. ამდენად, გენეტიკური თუ მორფოლოგიური ნიშნების მრავალფეროვნება აძნელებს ნაყოფების სრული კლასიფიკაციის შექმნას. მიუხედავად ამისა, ნაყოფების დღევანდელ, შედარებით კლასიფიკაციას საფუძვლად ტიპური და თვალსაჩინო ნიშნები უღევს. ეს ნიშნებია ძირითადად: ყვავილის აგებულების თავისებურებანი, ბუტკოს (აპოკარპული ან ცენოკარპული) და ნასკვის სახეები (ზედა და ქვედა), სველი და მშრალი ნაყოფსაფარიანობა. თესლების რაოდენობა ნაყოფში და ა. შ. ამ ნიშნების ერთობლიობის საფუძველზე, არსებული ნაყოფების კლასიფიკაციები მიახლოებითია და არაზუსტი. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, რამდენიმე ბუტკოსაგან უმეტესად ვითარდება რთული ნაყოფი, ისე, რომ თითოეული ბუტკო თითო წილნაყოფს ქმნის. მკიდროდ შეჯგუფებული წილნაყოფები ერთი ნაყოფის შთაბეჭდილებას ტოვებენ. რთული ნაყოფის ტიპური მაგალითებია: ბაიას, დიდბაიას, მაყვლის (სურ. 256), ჟოლოს, მარწყვ-ბალახას ნაყოფები.

თუ ნასკვთან ერთად ნაყოფის წარმოქმნაში ყვავილის სხვა ნაწილებიც (ყვავილსაჯდომი, ყვავილსაფარი—ჯამი და გვირგვინი) მონაწილეობენ, მაშინ იქმნება ცრუ ნაყოფი; ცრუ ნაყოფი ქვედა ნასკვისგან განვითარებული ნაყოფია (მარწყვი, ასკილი, ვაშლი, მსხალი, კომში და სხვ.).

ნაყოფის თავისებური ტიპია ისეთი ნაყოფი, რომელიც ერთი ყვავილისაგან კი არ ვითარდება, არამედ ყვავილელებისაგან. ყვავილელების თითოეუ-

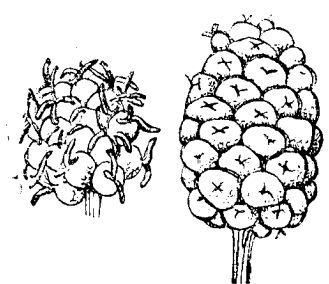
ლი ყვავილი თითო ნაყოფს ქმნის და ეს ნაყოფები ურთიერთ მჭიდროდ შეზრდილი საერთო ყუნწზე არიან განლაგებული. ასეთ ნაყოფს ნაყოფედი ეწოდება. ნაყოფედის კარგი მაგალითია თუთა (სურ. 257), ლელი, ანანასი და სხვ.

ნაყოფების უმრავლესობა ნაყოფსაფარის მიხედვით ორ ქვეჯგუფად განიყოფება: წვნიანი და მშრალი ნაყოფები. წვნიანი ან ხორცოვანი (სურ. 258) ისეთი ნაყოფია, რომლის ნაყოფსაფარი (პერიკარპიუმი) უმეტესად მეტი ან ნაკლები რაოდენობით წვენს შეიცავს და უხსნადია (იშვიათად მშრალი). წვნიანი ნაყოფებიდან გამოირჩევა კენკრა და კურკიანა ნაყოფების ტიპები.



სურ. 256. მაცვლის რთული (ნაკრები) ნაყოფი, მარჯვნივ სიგრძივი კრილი.

კენკრა (მრავალთესლიანი, იშვიათად ერთთესლიანი) წვნიანი ან ხორცოვანი ნაყოფია. კენკრა ზედა ან ქვედა ნასკვისაგან წარმოიქმნება, ხოლო მისი შიგა წვნიანი ნაწილი ენდოკარპიუმისა და მეზოკარპიუმისაგანაა განვითარებული. ნაყოფის გარეთა ნაწილი — ეგზოკარპიუმი ტყავისებური ან ჩვეულებრივი თხელი კანით არის დაფარული. კენკრა ნაყოფებს ივითარებენ: კოწახური, ხუნწი, ხურტკმელი, ვაზი, მოცვი, ძალყურძენა, პამიდორი, შმაგა ონტკოფა, სატაკური და სხვ.



სურ. 257. თუთის (Morus alba) მდებარეობით ყვავილედის და ნაყოფის.

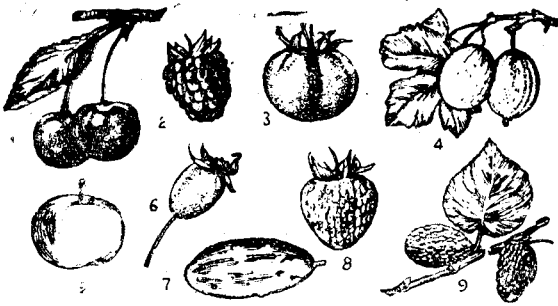
ტიპური კენკრა ნაყოფიდან ცალკეა გამოყოფილი კენკრას მსგავსი ნაყოფები: ვაშლურა, რომელთა ნაყოფსაფარის შიგა ნაწილი, განსაკუთრებით შუა (რბილობი), ხორცოვანია და ცრუ ნაყოფს წარმოადგენს. ვაშლურას ტიპური მაგალითებია: ვაშლი (სურ. 259), მსხალი, კომში და სხვ.

ნაყოფს ზოგჯერ ეგზოკარპიუმი გამაგრებული აქვს, მისი ხორცოვანი ნაწილი ნასკვის კედლების შიგა შრეებისა და მისი გამონაზარდებისაგან იქმნება. ნაყოფის ეს ფორმა გოგრულას სახელწოდებითაა ცნობილი (სურ. 260). გოგრულა ნაყოფი გოგრას, ნესვს, საზამთროს, კიტრს და სხვ. ახასიათებთ.

კენკროვანი ნაყოფების ფორმისაა ნარინჯულა (სურ. 261). ნარინჯულა ისეთი კენკროვანი ნაყოფია, რომელსაც სხვადასხვა ნაწილისაგან შემდგარი ნაყოფსაფარი ახასიათებს. მისი გარეთა ნაწილი — ეგზოკარპიუმი — სქელი და ტყავისებურია, შუა — მეზოკარპიუმი შედარებით თხელი და მშრალია, ხოლო შიგა — ენდოკარპიუმი კი წვნიანი ან ხორცოვანია. ნარინჯულა ნაყოფი

ფების მქონე მცენარეებია ნარინჯოვნებიდან: ნარინჯი, თურინჯი, მანდარი-
ნი, ლიმონი, ფორთოხალი და სხვ.

კენკროვან ნაყოფებთან შედარებით ნაკლებ გავრცელებული ტიპია კურ-
კიანა ნაყოფები. კურკიანა

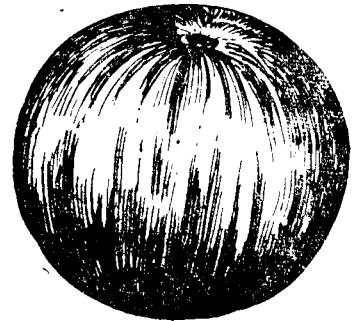


სურ. 258. წიწვიანი ნაყოფები: 1—ალუბლის კურ-
კიანა ნაყოფი, 2—ჟოლოს რთული კურკიანა ნაყოფი,
3—პომიდორის კენკრა ნაყოფი, 4—ხუნწის კენკრა
ნაყოფი, 5—ვაშლის ვაშლურა ნაყოფი, 6—ასკილის
ცრუ კენკრა ნაყოფი, 7—კიტრის გორგულა ნაყოფი,
8—მარწყვის მრავალთესლიანი ნაყოფი, 9—თუთის
ნაყოფედი.

უფრო ხშირად ერთთესლია-
ნი ნაყოფია (სურ. 262). კურ-
კიანას ნაყოფსაფარი, ჩვე-
ულებრივ, ხორცოვანია, იშ-
ვიათად მშრალი. მისი ენ-
დოკარპიუმი გახევებულია,
მეზოკარპიუმი უმეტესად
ხორცოვანია, ხოლო ეგზო-
კარპიუმი თხელ კანს წარ-
მოადგენს. კურკიანა უხსნა-
ლი ტიპის ნაყოფია. კურ-
კიანებიდან ფართოდაა გავ-
რცელებული ერთთესლიანი
კურკიანა, რომლის ტიპუ-
რი მაგალითებია: ქლიავის,
ბლის, ალუბლის, ტყემლის,

გარგარის, კერმის, ატმის, ზეთისხილის, შინდისა და სხვ. კურკიანების შე-
დარებით მცირედ გავრცელებული ფორმებია ზოგიერთი ხორცოვანი კურკიან-
ა ნაყოფი (ხეჭრელი). ასევე ნაკლებ გავრცელებულია ერთთესლიანი, მშრალ-
ი ნაყოფსაფარიანი კურკიანა ნაყოფები—
ნუში, ფსტა და სხვ.

მშრალი ნაყოფი ისეთი ნაყოფია,
რომელსაც ნაყოფსაფარი გამაგრებული, გა-
ხევებული ან ტყავისებრი აქვს და წვეს არ
შეიცავს. მშრალი ნაყოფები ორ ჯგუფად
იყოფა: მშრალი თვითხსნადი და
მშრალი უხსნადი ნაყოფები. მშრალ-
ი თვითხსნადი ნაყოფი ისეთი ნაყოფია,
რომლის ნაყოფსაფარი (პერიკარპიუმი) მომ-
წიფების შედეგად იხსნება და შიგ არსებუ-
ლი თესლი გადმოიბნევა; მშრალ თვითხსნად
ნაყოფებს ეკუთვნის: ფოთლურა, პარკი, ჭო-
ტი და კოლოფი.



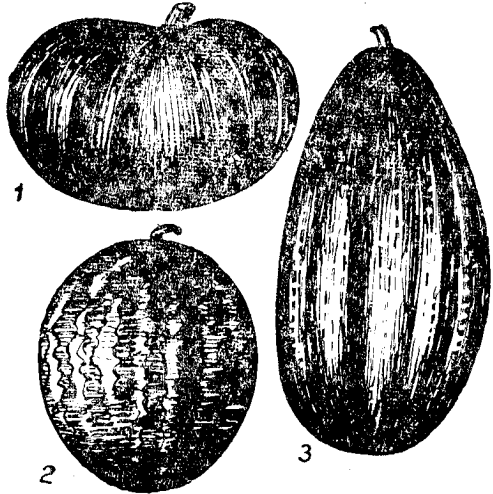
სურ. 259. ნაყოფი ვაშლურა
(ვაშლი).

ფოთლურა (სურ. 263) ერთი ნაყოფის ფოთლისაგან შემდგარი ერთ-
ბუდიანი ნაყოფია. იგი მომწიფებისას მუცლის ნაკერზე იხსნება ზევიდან
ქვევით და უმეტესად მრავალთესლიანია. ფოთლურა ნაყოფი ბაიასებრთა
ოჯახის მრავალ წარმომადგენელს ახასიათებს (იარდასალამი, ხარისძირა,
წყალიკრფია, ღეზურა, ტილჭირი, სოსანი და სხვ.).

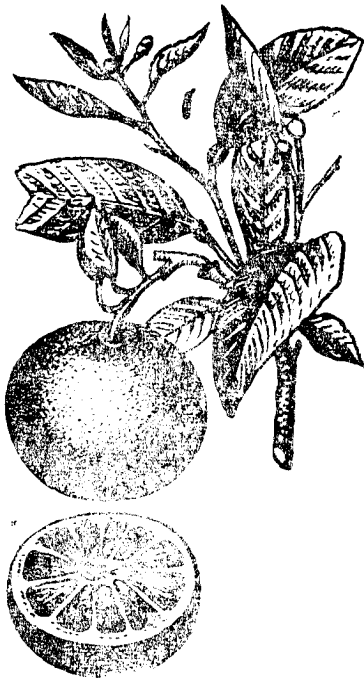
პარკი (სურ. 264), ისე როგორც ფოთლურა, ერთი ნაყოფის ფოთლი-
საგან განვითარებული ნაყოფია (ერთბუდიანი). მისი გახსნა ხდება მუცლისა
და ზურგის ნაკერით, ე. ი. ორივე მხრით, ორი საგდულით ზევიდან ქვევით;

ერთი ან ხშირად მრავალთესლიანია. პარკი პარკოსანი ოჯახისათვის დამახასიათებელი ნაყოფია.

ჭოტი (სურ. 265) ორი ნაყოფის ფოთლისაგან შემდგარი ორი ან მრავალთესლიანი ნაყოფია და ორბუდიანია. შეზრდილი ნაყოფის ფოთლებისაგან შექმნილი თესლები ტიხარის წიბოებზეა ორ რიგად განლაგებული. ორი საგდულით იხსნება ქვევიდან ზევით. ჭოტის სიგრძე სამჯერ ან მეტჯერ აღემატება სიგანეს. ნაყოფი გრძელი და ვიწროა, მაგრამ ზოგჯერ სიგრძე და სიგანე თითქმის თანაბარია და ასეთ ნაყოფს ჭოტაკი (სურ. 266) ეწოდება. ჭოტი და ჭოტაკი ჯვაროსანთა ოჯახის ტიპური ნაყოფებია.



სურ. 260. გოგრულა ნაყოფები:
1—გოგრა, 2—საზამთრო, 3—ნესუი.



სურ. 261. ნაყოფი ნარინჯულა (ფორთოხალი).

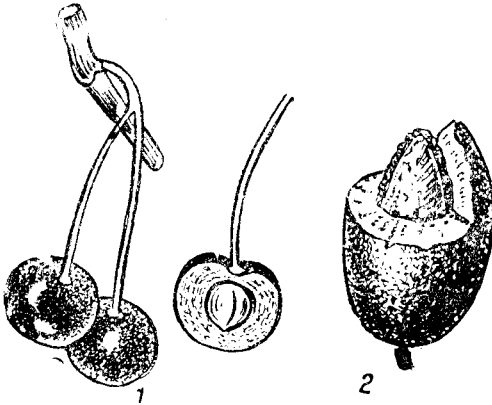
კოლოფი (სურ. 267) ისეთი ნაყოფია, რომლის შექმნაში ორი ან რამდენიმე ნაყოფის ფოთოლი მონაწილეობს. ერთი ან მრავალბუდიანი ნაყოფია. ხშირად მრავალთესლიანი. კოლოფი სხედასხვანაირი ფორმისაა და მეტად გავრცელებული ნაყოფია. მისი გახსნა საგდულებით რამდენიმე გზით ხდება: სახურავით (ლენცოფა), ხვრელებით (ყაყაჩო), ნაპრალებითა (ლემა) და კბილებით (ფურისულა). სახურავის მოხსნის შედეგად თესლი თანდათან გამოიფანტება. კოლოფი შეიძლება იყოს ხორცოვანი, მაგ., უკადრისას (*Impatiens nolitangere*) ნაყოფი.

მშრალი უხსნადი ნაყოფები ის ჯგუფია, რომელთა გახვევებული ან გამაგრებული ნაყოფსათვარი მომწიფებისას არ იშლება და, უმეტესად, ერთ თესლს შეიცავს; მშრალი უხსნადი ნაყოფებია: კაკალი, თესლურა, მარცვალა და ფრთიანა.

კაკალი ისეთი მშრალი უხსნადი ნაყოფია, რომლის უფრო სქელი ან თხელი ნაყოფსათვარი (პერიკარპიუმი) გამაგრებული და გახვევებულია. კაკალი ერთ-ერთი უხსნადი ნაყოფია. მშრალი უხსნადი ნაყოფებია: კაკალი, თესლურა, მარცვალა და ფრთიანა.

თესლიანი ნაყოფია. ჩვეულებრივი კაკალი აქვს, მაგ., თხილს (სურ. 268); კაკლის ტიპის ნაყოფს მიეკუთვნება მუხის ნაყოფი — რკო (სურ. 269), რომელიც მაგარ

ტყავისებრ, ჯამისებრ ფიალაშია ჩამჯდარი. ფიალა შეზრდილი თანაცვავილები-საგანაა შექმნილი. კაკლისე-ბრი ნაყოფია აგრეთვე წი-ფელის ნაყოფი, რომელსაც წიწიბოს (სურ. 270) უწოდებენ. იგი კოლოფი-სებრ ფიალაშია ჩამჯდარი. ასეთივე ფორმა აქვს წაბ-ლის ნაყოფს.

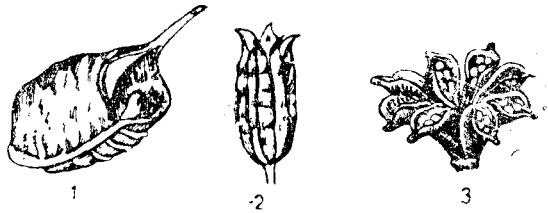


სურ. 262. წვნიანი კურკიანა ნაყოფები:
1—ალუბალი, 2—ქლივი.

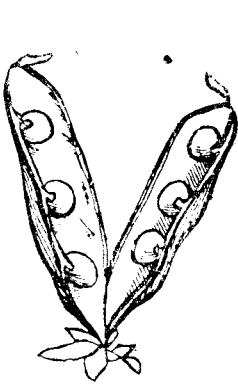
ფები განსაკუთრებით ტუჩოსან (ოთხკაკლუქიან) ბის მცენარეებს უვითარდებ-ბათ.

თესლურა (სურ. 271) ორი ნაყოფის ფოთლისაგან შემდგარი ერთთესლიანი, მშრალი უხსნადი ნაყოფია. თესლურას ტყავისებრი ნა-ყოფსაფარი აკრავს ისე, რომ თესლთან არაა შეზრ-დილი. თესლურა რთულყვა-ვილოვნებისათვის დამახასიათებელი ნაყოფია, ხშირად ზოგიერთი ვარდისებ-რნიც ივითარებენ.

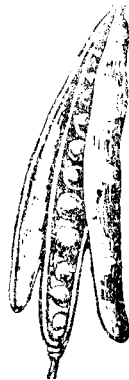
კაკლისა და თესლურას ნაყოფებს შორის გარდამავალ ფორმებს ეკუთვ-ნის მარკვალა და ფრთიანა.



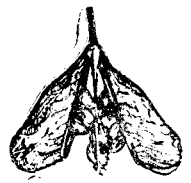
სურ. 263. ფოთლურა ნაყოფები: 1—ხარისძირა, 2—წყალი-კრეფიას რთული ფოთლურა, 3—დიდბაის რთული ფოთლურა.



სურ. 264. ნაყოფი პაპი.



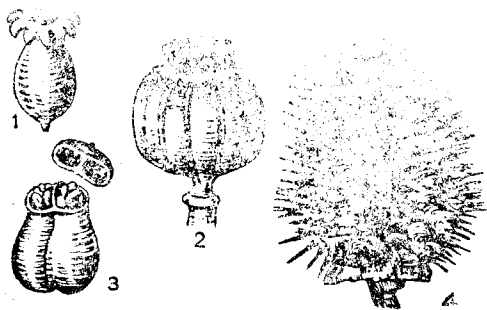
სურ. 265. ნაყოფი კოტი.



სურ. 266. ნაყოფი კოტიპი.

მარცვალა ნაყოფის ისეთი ფორმაა, რომლის ნაყოფსაფარი მჭიდრო-
დაა შეზრდილი თესლთან. მარცვალა სამი ან რამდენიმე ნაყოფის ფოთლი-
საგანაა განვითარებული და
ერთთესლიანია. მარცვალა ნა-
ყოფი თითქმის ყველა მარცვ-
ლოვანს ახასიათებს (სურ. 272,
273).

ფრთიანა (სურ. 274)
კაკლის ან თესლურას ნაყოფის
ისეთი ფორმაა, რომელსაც ტყა-
ვისებრი ან სიფრიფანისებრი
ნაყოფსაფარი უფითარდება. მას
ნაყოფსაფარი ფრთისებრ გამო-
ნაზარდად აქვს ქცეული. ფრთი-
ანა კაკალი აქვს მაგ., არყს,
თელას, იფნას, ძეცესა და ა. შ.
ორფრთიანა კაკალი აქვს ნეკერჩხალს და სხვ.



სურ. 267. ნაყოფი კოლოფი: 1—ისხნება კბილით (ფურისულა), 2—ხერვლებით (ყაყაჩო), 3—სახურავით (ლენცოვა), 4—საგდულეებით (ლემბა).



სურ. 268. ნაყოფი კაკალი.

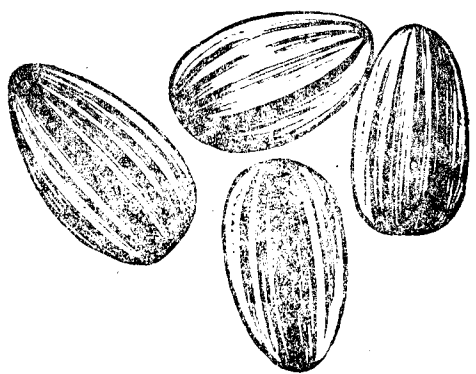


სურ. 269. ნაყოფი რკო.

ზოგიერთი ნაყოფი, განაყოფიერების გარეშე, უთესლოდ ვითარდება
და ასეთ ნაყოფს პართენოკარპიული („პარტენოს“—ქალწული, ბერძნ.)
ნაყოფი ეწოდება. ასეთი ნაყოფი უმთავრესად კულტურულ მცენარეებს ახა-
სიათებთ, როგორიცაა ვაშლი, მსხალი, ლეღვი, პომიდორი, გოგრა, კიტრი



სურ. 270. ნაყოფი წიწიბო.



სურ. 271. თესლურა ნაყოფები.

და სხვ. ზოგჯერ ნაყოფი ნიადაგში ვითარდება, ამ დროს მისი ბუტკო ნიადაგში მოექცევა და ნასკვის ქვემოთ ვითარდება განსაკუთრებული სხეულთ-



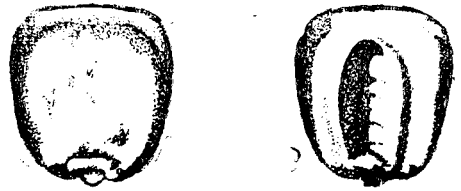
სურ. 272. მარცვალა ნაყოფები.

გინოფორი („გინე“—ქალი, „ფოროს“—მატარი, ბერძნ.). გინეფორს ნასკვი. ნიადაგის ქვევით ჩააქვს და ბოლოს ამ ნასკვისაგან ნაყოფი ვითარდება. ამ მოვლენას გეოკარპია („გეო“— მიწა, „კარპოს“—ნაყოფი) ეწოდება, ხოლო ნაყოფს გეოკარპიული. ასეთი ნაყოფის ტიპურ მაგალითად არაქისი, ან უ მიწის თხილი ითვლება.

თესლეებისა და ნაყოფების გავრცელება (სურ. 275). ნაყოფებიდან გამოთავისუფლებული ან ნაყოფშივე მომწიფე-

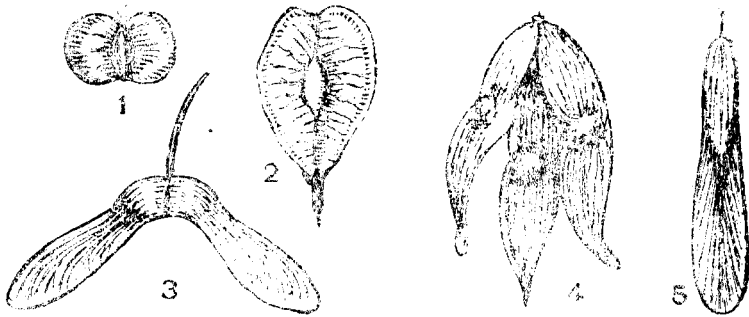
ბული თესლები ნაყოფთან ერთად სხვადასხვა გზით ვრცელდება. მათ გავრცელებას ხელს უწყობს თესლებზე ან ნაყოფებზე წარმოქმნილი განსაკუთრებული გამონაზარდები—ბეწვების, ჯაგრების, ფრთების, ფხების, ეკლებისა და სხვათა სახით და აგრეთვე, თესლებისა და ნაყოფების გარეთა წებოვნება. გავრცელების ძირითადი რეაგენტებია:— ქარი—

ანემოქორია („ანემოს“—ქარი, „ქორეო“— ვრცელდება, ბერძნ., სურ. 276). ცხოველები—ზოოქორია („ზოო“—ცხოველი, ბერძნ.) ზოოქორიასთან ერთად აღინიშნება ფრინველები—ორნითოქორია („ორნის“—ფრინველი, ბერძნ.) ძუძუმწოვრები—მამალიოქორია („მამალია“—ძუძუმწოვრები, ლათინ.) და ჭიანჭველები—მირმეოქორია („მირმეოს“—ჭიანჭველა, ბერძნ.), წყალი—ჰიდროქორია („ჰიდრო“—წყალი.). ამ რეაგენტებთან ერთად აღამიანი ანტროპოქორია („ანტროპოს“—აღამიანი, ბერძნ.) გონივრული ან არაგონივრული ჩარევით.



სურ. 273. სიმინდის მარცვალა ნაყოფი.

ანემოქორია („ანემოს“—ქარი, „ქორეო“— ვრცელდება, ბერძნ., სურ. 276). ცხოველები—ზოოქორია („ზოო“—ცხოველი, ბერძნ.) ზოოქორიასთან ერთად აღინიშნება ფრინველები—ორნითოქორია („ორნის“—ფრინველი, ბერძნ.) ძუძუმწოვრები—მამალიოქორია („მამალია“—ძუძუმწოვრები, ლათინ.) და ჭიანჭველები—მირმეოქორია („მირმეოს“—ჭიანჭველა, ბერძნ.), წყალი—ჰიდროქორია („ჰიდრო“—წყალი.). ამ რეაგენტებთან ერთად აღამიანი ანტროპოქორია („ანტროპოს“—აღამიანი, ბერძნ.) გონივრული ან არაგონივრული ჩარევით.



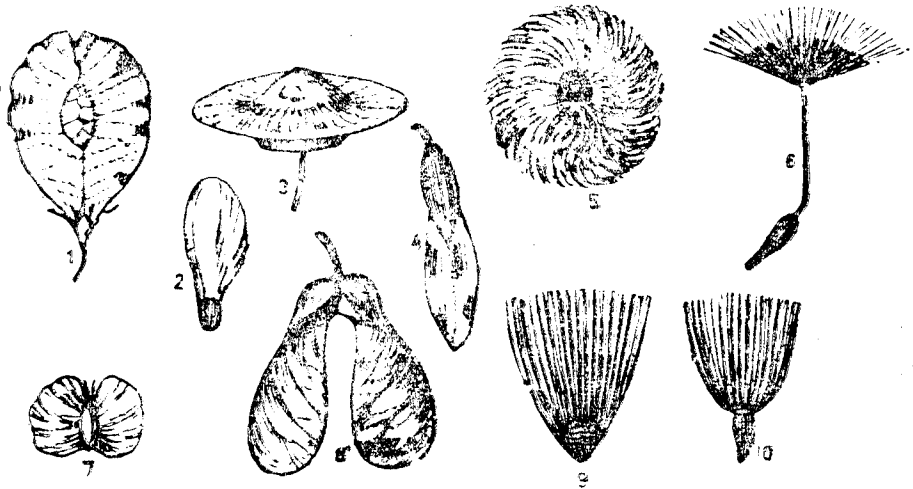
სურ. 274. ფრთიანა ნაყოფები: 1—არყი, 2—თელა, 3—ნეკერჩხალი. 4—ხემყრალი, 5—იფანი.

ქართთ ვრცელდება უმეტესად პატარა ზომის თესლები და ნაყოფები. ფრინველებით ვრცელდება ის თესლები, რომელთა ნაყოფს ცხოველები საკვე-

ბად იყენებენ, ხოლო თესვები ნაყოფის ნონელების შემდეგ თავისუფლდებიან და ისე ვრცელდებიან. ცხოველებს დიდ მანიჩლზე გადააქვთ მის სხეულ



სურ. 275. თესვებისა და ნაყოფების გავრცელება.



სურ. 276. ანემოქორია: 1—თვლა (ნაყოფი), 2—ნაძვი (თესლი), 3—ძეძვი (ნაყოფი), 4—იფანი (ნაყოფი), 5—ბამბა (თესლი), 6—ბურბუშელა (ნაყოფი), 7—არყი (ნაყოფი), 8—მთის ბოკვი (ნაყოფი), 9—წყლის ბამბა (ნაყოფი), 10—წყალნაწყენი (ნაყოფი).

ზე მიმაგრებული თესლები და ნაყოფები ან კუჭ-ნაწლავში მოქცეული თეს-
ლები. პატარა ზომის ცხოველურ ორგანიზმებს: მწერებს, ჭიანჭველებს, ხო-



სურ. 277. აეტოქორია, კიტრანა (*Ecbalium elatericum*).

კობებს, ჭიებსა და სხვ. საკმაო
როლი ენიჭებათ თესლებისა და
ნაყოფების გავრცელების საქმეში.
წყალში, წყლის ნაპირზე და ჭა-
ობიან ადგილებში მცხოვრები
მცენარეების თესლებისა და ნა-
ყოფების გავრცელებაში წყალი
მონაწილეობს. ასეთ თესლებსა
და ნაყოფებს საპაერო გამონა-
ზარდები უვითარდებათ ბუშტე-
ბის სახით და წყალში არ ზიან-
დებიან.

თესლები და ნაყოფები სხვა
რეაგენტების ჩარევის გარდა, თა-
ვისებური მოწყობილობის გამო
მომწიფებისას თვით ვრცელდე-
ბიან. ამ მოვლენას აეტოქორია
(„აუტოს“ — თვითონ, „ქორეო“ —
გვრცელდები, ბერინ., სურ. 277).
ეწოდება. კარგი მაგალითია უკა-
დრისა. უკადრისას ნაყოფი ხორ-

ციანი კოლოფია და მომწიფებისას ხუთი საგდულით სწრაფად იხსნება, თეს-
ლები ელასტიურად სხლტებიან თესლყუნწებისაგან და შორს იტყორცნებიან.
ასეთივეა კიტრანას (*Ecbalium elatericeem*) გოგრულასებრი ნაყოფი. იგი მო-
მწიფებისას ადვილად სცალდება ნაყოფის ყუნწს და ნაყოფში გაჩენილი ღრუ-
დან თესლების სწრაფი გასროლა ხდება.

თესლებისა და ნაყოფების გავრცელებამ ხელი შეუწყო კულტურული
ფლორის თანდათანობით გამდიდრებას. ამავე დროს ადამიანი ამრავლებდა
რა კულტურულ მცენარეებს, ხოგჯერ მისდაუწებურად, ხელს უწყობდა ამ
მცენარეების თანმხლები სარეველა და რუდერალური მცენარეების გავრცე-
ლებასაც.

მცენარის ზოგიერთი სასიცოცხლო პროცესის შესახებ

მცენარე თავისი ძირითადი ორგანოებით ის ლაბორატორიაა, სადაც შიმდინარეობს მრავალი სასიცოცხლო-ფიზიოლოგიური პროცესი. ამ პროცესების ზოგადი შესწავლაც კი გვავიარაღებს უკეთ წარმართოთ მცენარის ზრდა-განვითარება ადამიანის მზარდი მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად. ამიტომ ქვემოთ მოკლედ გავეცნობით ზოგიერთ ძირითად სასიცოცხლო პროცესს: ფოტოსინთეზებს, სუნთქვას, ტრანსპირაციას, ზრდას, განვითარებასა და კვებას.

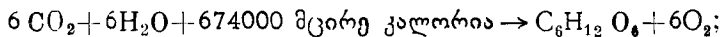
ფოტოსინთეზი. როგორც აღვნიშნავდით, ფოტოსინთეზის ძირითადი ფუნქცია ასეთი პროცესია, რომელიც დაკავშირებულია ორგანულ ნივთიერებათა წარმოქმნასთან და რითაც განპირობებულია სიცოცხლე დედამიწაზე. ეს პროცესი ფიზიოლოგიაში ფოტოსინთეზის სახელწოდებითაა ცნობილი. ფოტოსინთეზში იგულისხმება მცენარის მიერ ატმოსფეროდან ნახშირორჟანგის შეთვისება და წყალთან ერთად მზის ენერჯიის ზემოქმედებით მისგან ორგანული ნივთიერების—ნახშირწყლების წარმოქმნა.

მზის სხივური ენერჯიის შთანთქმა მცენარის ფოთლებით ხდება, შთანთქმული მზის სხივური ენერჯია კი გარდაიქმნება ორგანულ ნივთიერებად.

ფოტოსინთეზის პროცესის შესწავლის საქმეში დიდი წვლილი აქვს შეტანილი კ. ტიმირიაზევის, შემდეგ კი სხვა მეცნიერებს: ს. კოსტიჩევის, მ. ცვეტს, ლ. ივანოვის, პ. რიხტერს, ვ. ლუბიმენსკოს, ბ. რუბინს, ლ. ჯათაროვიძეს და სხვ.

დღესაც, როგორც საბჭოთა, ისე უცხოელი მეცნიერები უდიდეს ყურადღებას აქცევენ ამ მეტად საინტერესო პროცესს—ფოტოსინთეზს.

როგორც ზემოთ აღვნიშნა, ფოტოსინთეზისათვის საწყისი ნივთიერებებია ნახშირორჟანგი და წყალი. ეს პროცესი ზოგადად შეიძლება გამოვხატოთ ასეთი განტოლებით:



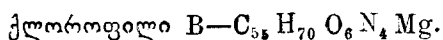
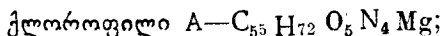
ამ ფორმულიდან ჩანს, რომ ფოტოსინთეზის პროცესში ერთი გრამმოლეკულა ნახშირწყლის ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) შესაქმნელად საჭიროა 6 გრამმოლეკულა ნახშირორჟანგი და 6 გრამმოლეკულა წყალი, ამასთან, საჭიროა აგრეთვე 674 ათასი მცირე კალორია. ცხოველთა სამყაროსათვის აგრეთვე უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ფოტოსინთეზის პროცესს იმიტომაც, რომ ამ პროცესის თანაური პროდუქტი—ჟანგბადი აუცილებელი პირობაა სიცოცხლისათვის.

ნახშირორჟანგის შეთვისება მცენარის მწვანე ნაწილებში ხდება, იქ, სადაც მწვანე პიგმენტი—ქლოროფილია.

ქლოროფილი, რომლის მეშვეობით ხდება ფოტოსინთეზი, მოთავსებულია განსაკუთრებულ წარმონაქმნებში—მწვანე პლასტიდებში—ქლოროპლას-

ტებში. ქლოროპლასტები ორი ძირითადი ნაწილისაგან შედგება. როგორც აღინიშნა, ერთია ქლოროფილი, რომელიც ადვილად იხსნება სპირტში, ხოლო მეორეა უფერული პლასმატური აპკი, რომელიც სტრომის სახელწოდებითაა ცნობილი.

ქლოროფილის რთული მოლეკულის დაშლისა და მისი ხელახალი აღდგენის გზით ვილშტეტერმა დაადგინა ქლოროფილის ქიმიური შედგენილობა და ბუნება. ვილშტეტერის გამოკვლევებით დადასტურდა, რომ სუფთა ქლოროფილი, რომელიც გაწმენდილია ყვითელი პიგმენტებისაგან (თანამგზავრი პიგმენტისაგან) შედგება ორი ქლოროფილისაგან—ქლოროფილი A-სა და ქლოროფილი B-საგან, რომლებიც ქიმიური შედგენილობით ცალიან ახლოს დგანან ერთმანეთთან. მათი ქიმიური შედგენილობა შეიძლება გამოიხატოს შემდეგი ფორმულით:



როგორც ფორმულიდან ჩანს, ქლოროფილი a შეიცავს ორი ატომი წყალბადით მეტსა და ერთი ატომი ენგბადით ნაკლებს, ვიდრე ქლოროფილი b. გარდა აღნიშნულისა, ისინი განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ფერით. ქლოროფილი a-ს აქვს მოლურჯო-მწვანე, ხოლო ქლოროფილი b-ს მოყვითალო-მწვანე ფერი. ამასთან, ამ უკანასკნელის ერთ მოლეკულაზე მოდის ქლოროფილი a-ს 3 მოლეკულა. ფოთლები მწვანე პიგმენტთან ერთად შეიცავენ აგრეთვე ყვითელ პიგმენტებს, რომლებიც კაროტინოიდების სახელწოდებითაა ცნობილი. უკანასკნელ ხანებში დადგინდა, რომ ისე როგორც მწვანე პიგმენტები, ყვითელი პიგმენტებიც მონაწილეობენ ფოტოსინთეზის პროცესში.

ფოტოსინთეზის პროცესისათვის საკმარისი არ არის მხოლოდ მწვანე პიგმენტების არსებობა. ამ პროცესისათვის აუცილებელია აგრეთვე სინათლე. ჯერ კიდევ 1779 წელს ინგენჰაუსმა გამოარკვია, რომ მცენარეებს მხოლოდ სინათლის პირობებში შეუძლიათ „გაწმინდონ ჰაერი“. სინათლე ენერჯიის წყაროა, იგი საჭიროა წყლის დასაშლელად (ფოტოლიზისათვის).

ქლოროფილის განსაკუთრებული ქიმიური სტრუქტურა განაპირობებს მის ოპტიკურ თვისებებს. ეს ნიშნავს იმას, რომ ის მზის სხივურ ენერჯიას შთანთქავს ამორჩევით. ქლოროფილების a-სა და b-ს შთანთქმის სპექტრი ახლოსაა ერთმანეთთან. მათთვის დამახასიათებელია ლურჯი, იისფერი და წითელი სხივების ინტენსიურად შთანთქმა, თუმცა ქლოროფილი b წითელ სხივებს შედარებით სუსტად შთანთქავს, ხოლო ლურჯ-იისფერს უფრო ინტენსიურად, ვიდრე ქლოროფილი a.

ქლოროფილის სტრუქტურა ონთოგენეზში ცვალებადია. იგი ცვალებადია აგრეთვე გარემო პირობების მიხედვით. წამყვანი როლი ქლოროფილის წარმოქმნაში სინათლეს ეკუთვნის. უსინათლოდ აღზრდილი მცენარეები ღია ყვითელი ფერისაა და არ შეიცავენ ქლოროფილს. ასეთ მცენარეებს ეთიოლირებულს უწოდებენ. ეს მცენარეები სუსტი აღნაგობისა და განუფითარებელი არიან. თუ ამ მცენარეებს მოკლე დროის განმავლობაშიც კი მოვათავსებთ სინათლეზე—გამწვანდებიან და მხოლოდ ამის შემდეგ შეუძლიათ აწარმოონ ფოტოსინთეზი. გარდა აღნიშნულისა, ქლოროფილის წარმოქმნაზე

შნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მინერალური კვება. დიდ მგრძობიარობას აჩენს მცენარე რკინის უთანაობის მიმართ: რკინის უთანაობის შემთხვევაში მცენარე კარგავს დამახასიათებელ მწვანე შეფერილობას და ყვითლდება. ურკინობით გამოწვეულ სიყვითლეს ქლოროზი ეწოდება. ასეთი მცენარეები კარგავენ ფოტოსინთეზის უნარს და იღუპებიან.

ვ. ლუბიმენკოს მიერ ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე გამოვლინდა მეტად საინტერესო დამოკიდებულებანი ქლოროფილის შემცველობასა და მცენარის მიერ გამოყენებულ სხივურ ენერგიას შორის. ის მიუთითებს, რომ რაც მეტია ქლოროფილის შემცველობა, მით უფრო სინათლის დაბალ ინტენსივობაზე იწყება ნახშირორჟანგის შეთვისება. რაც უფრო მაღალია ქლოროფილის შემცველობა, მით უფრო განათების დაბალ ინტენსივობაზე და დაბალ ტემპერატურაზე შეიძლება იყოს მაღალი ფოტოსინთეზური მოქმედება. ფოთლის ფართობის ერთეულზე გაანგარიშებით პიგმენტთა დაგროვების მიხედვით ფოტოსინთეზი პირველად მატულობს ქლოროფილის რაოდენობის პროპორციულად. ეს ხდება გარკვეულ ფარგლებში და დგება მოშენტი, როდესაც ქლოროფილის შემდგომი მატება არ იწვევს ფოტოსინთეზის გადიდებას. თუ შეთვისებულ CO_2 -ს გვიანგარიშებით არა ფოთლის ფართობის ერთეულზე, არამედ შემცველი ქლოროფილის ერთეულზე, მაშინ მეტია ფოტოსინთეზური მოქმედება. როდესაც ნაკლებია ქლოროფილის შემცველობა ფოთლებში, ქლოროფილის თითოეული მოლეკულა უფრო პროდუქტიულად გამოიყენება.

კ. ტიმირიაზევი სთვლიდა, რომ მზის სპექტრის სხვადასხვა სხივის მონაწილეობა ფოტოსინთეზში განისაზღვრება არა მარტო შთანთქმის სიძლიერით, არამედ ენერგიითაც, რომელიც ამ სხივებს მოაქვთ. მწვანე ფოთოლი მასზე გაცივრულ სხივების დაახლოებით 75—80%-ს შთანთქავს, ხოლო დანარჩენი ან აირეკლება, ან კიდევ გატარდება ფოთოლში. შთანთქმული ენერგიის უდიდესი ნაწილი გამოიყენება ტრანსპირაციის პროცესისათვის. ის აჩქარებს წყლის გადასვლას ორთქლის მდგომარეობაში. რაც შეეხება ფოტოსინთეზს, აქ გამოიყენება შთანთქმული ენერგიის მხოლოდ 1—5%-მდე.

ფოტოსინთეზის პროცესში ასევე წამყვანი როლი უკავია ნახშირორჟანგს, რომელსაც მცენარე გარემო ატმოსფეროდან ღებულობს. ნახშირორჟანგის შეთვისება ხდება ხმელეთის მცენარეებში ფოთლების და, ნაწილობრივ, ფესვების მიერ. ფოთოლში ბაგეების საშუალებით ხდება გაზთა ცვლა ფოთლის უჯრედებსა და გარემოს შორის. როდესაც CO_2 შეაღწევს ფოთლის უჯრედშორისში, იხსნება და დიფუნდირდება პროტოპლაზმაში და მწვანე პლასტიდებში. თუ მცენარე განიცდის წყლის ნაკლებობას, მაშინ ფოთოლთა ბაგეები იკეტება და გაზთა ცვლა ფერხდება. ამ დროს შეიძლება ფოტოსინთეზი კიდევ შეწყდეს.

ფოტოსინთეზის პროცესში შექმნილი ნივთიერებების პირველადი პროდუქტებია ნახშირწყლები. ამასთან სხვადასხვა მცენარეში სხვადასხვა ნახშირწყალი წარმოიქმნება. რიგ მცენარეებში ნახშირწყლების სინთეზი სახამებლად მიდის, ზოგში კი ის ჩერდება მონო-და დისაქარიდებზე. ნახშირწყლებიდან ყველაზე იოლი აღმოსაჩენი სახამებელია, რადგან ის იოდის ხსნართან რეაქციისას გვადლევს მუქ ლურჯ შეფერვას.

ფოტოსინთეზის პროცესზე დიდ გავლენას ახდენს ტემპერატურა.

კერძოდ, ტემპერატურის გადიდებასთან ერთად ძლიერდება ფოტოსინთეზის პროცესიც. მაგრამ ეს პროცესი ძლიერდება ტემპერატურის განსაზღვრულ დონემდე, კერძოდ 0-დან 35°-მდე, და ამ ფარგლებში ის ემორჩილება ვანტ-ჰოფის კანონს, რაც შემდეგში მდგომარეობს: ტემპერატურის გადიდება ყოველი 10°-ით იწვევს ფოტოსინთეზის გაძლიერებას 2—3-ჯერ, ტემპერატურის გაზრდა 35°-ის ზევით იწვევს ფოტოსინთეზის შეფერხებას, ხოლო მისი შემდგომი მატებისას ფოტოსინთეზი სრულიად წყდება.

ფოტოსინთეზის პროცესის მიმდინარეობა დიდადაა დამოკიდებული წყლის შემცველობაზე. ის ნახშირორჟანგთან ერთად საწყისი მასალაა ორგანული ნივთიერების სინთეზისათვის. ფოტოსინთეზის მწარმოებელი უჯრედები ყოველთვის მაძლარი უნდა იყოს წყლით. პისი არასაკმარისობის დროს უჯრედთა ბაგეები იკვებებიან და ფერხდება CO₂-ის შესვლა ფოთლებში. გარდა ამისა, ფოთოლთა ჭკნობის დროს ფერხდება ფოტოსინთეზის პროცესში შექმნილ ნივთიერებათა უკუდენა ფოთლებიდან, რაც ფოთლების შაქრებით გადატირთვასა და სუნთქვის გაძლიერებას იწვევს.

ფოტოსინთეზების მიმდინარეობა დამოკიდებულია აგრეთვე მცენარის მინერალურ კვებაზე. ამ ნივთიერებიდან აღსანიშნავია აზოტი, გოგირდი, ფოსფორი, მაგნიუმი, რკინა, კალიუმი, კალციუმი და სხვა. აღნიშნული ელემენტები ფოტოსინთეზში როგორც პირდაპირ, ისე არაპირდაპირ, მონაწილეობენ და რომელიმე ელემენტის ნაკლებობა ფოტოსინთეზის შეფერხებას იწვევს.

დაბოლოს უნდა აღინიშნოს, რომ ზემოთ აღნიშნული ფაქტორები ცალცალკე აღებული მცენარის ფოტოსინთეზს ვერ უზრუნველყოფს. ფოტოსინთეზი შეიძლება მიმდინარეობდეს მაღალ დონეზე მხოლოდ ამ ფაქტორების ერთობლივი მოქმედებისას.

ფოტოსინთეზი იწყება დილის საათებში და მატულობს განათებულობისა და ტემპერატურის მატებასთან ერთად დღის ყველაზე ცხელი პერიოდის დადგომამდე, ხოლო ცხელი საათების დადგომისას—ეცემა; როგორც კი გაფხვს პერიოდი, ფოტოსინთეზის პროცესი ისევ ძლიერდება, საღამოს საათებში ისევ ნელდება და მზის ჩასვლასთან ერთად წყდება.

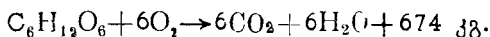
ასევე ცვალებადია ფოტოსინთეზი სეზონის მიხედვით, რადგანაც ის დამოკიდებულია გარეგან ფაქტორებზე, ხოლო გარეგანი ფაქტორები კი ცვალებადია. ძალიან ახალგაზრდა ფოთლებში ფოტოსინთეზი სუსტად ნიმდინარეობს. ფოთლის მომწიფებასთან ერთად ფოტოსინთეზიც ძლიერდება და აღწევს უმაღლეს დონეს. ამ დონეზე ფოტოსინთეზი რჩება ფოთოლთა დაბერებამდე, რის შემდეგ ნულამდე ეცემა.

ფოტოსინთეზზე მცენარის ხნოვანებაც ახდენს გავლენას. კერძოდ, ახალგაზრდა აღმონაცენის ფოტოსინთეზი ძლიერ სუსტია, ხოლო ხნოვანების მატებასთან ერთად გარკვეულ დრომდე ფოტოსინთეზიც ძლიერდება. ეს გამოწვეულია მაფოტოსინთეზებელი აპარატის ჩამოყალიბებით.

ფოტოსინთეზის ინტენსივობის რეგულირება შეიძლება სხვადასხვა აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარებით, კერძოდ, მცენარეთა განლაგებით მწკრივებში, წყლის მომარაგებით, ორგანული სასუქების შეტანით; ცნობილია, რომ ორგანული სასუქები წვის დროს ამდიდრებენ ნიადაგისპირა ჰაერს. CO₂-ით და აგრეთვე აუმჯობესებენ ნიადაგის თვისებებს.

სუნთქვა. სუნთქვა სიცოცხლისთან ძალიან მჭიდროდ დაკავშირებული პროცესია. ეს არის რთული ორგანული ნივთიერებების დაქანგვითი დაშლანახშირწყლების, ზიმარტივის პროდუქტამდე; ნახშირორჟანგამდე და წყლამდე.

სუნთქვა ენერგიის წყაროა ორგანიზმში მიმდინარე ყველა ბიოქიმიური პროცესისათვის. სუნთქვის პროცესში წარმოქმნილი ენერგია, რომელიც სხვადასხვანაირ გარდაქმნებს განიცდის, აპრობებს მცენარეში ნივთიერების გარდაქმნას, ზრდასა და მოძრაობასთან დაკავშირებული მთელი რიგი პროცესების ნსვლელობას. სუნთქვის განტოლებას გამოვხატავთ შემდეგნაირად:



როგორც ამ ფორმულიდან ჩანს, სუნთქვის პროცესი ფოტოსინთეზის საპირისპირო პროცესია. თუ ფოტოსინთეზის დროს 6 გრამმოლეკულა CO_2 -დან და 6 გრამმოლეკულა წყლიდან მზის სხივური ენერგიის გამოყენებით იქმნება 1 გრამმოლეკულა გლუკოზა და გამოიყოფა 6 გრამმოლეკულა თავისუფალი ჟანგბადი, სუნთქვის დროს ხდება პირიქით, ფოტოსინთეზის პროცესში შექმნილი ორგანული ნივთიერება — შაქარი — იშლება, იჟანგება ნახშირორჟანგამდე და წყლამდე, რასაც თან ახლავს ენერგიის გამოთავისუფლება.

მცენარეში სუნთქვითი პროცესის გამოსავლად მიღებულია სხვადასხვა მეთოდი. მისი აღრიცხვა შეიძლება მშრალი წონის დანაკარგის, აგრეთვე შთანთქმული ჟანგბადისა და გამოყოფილი ნახშირორჟანგის აღრიცხვით.

გამოყოფილი ნახშირორჟანგის აღსარიცხავად იყენებენ ვარბურგის აპარატს. გარდა აღნიშნულისა, სუნთქვის აღრიცხვა შეიძლება გამოყოფილი ენერგიის მიხედვით, რისთვისაც დიჟარის ჭურჭელს იყენებენ.

სუნთქვის ინტენსივობა სხვადასხვა მცენარეში სხვადასხვანაირია. გარდა ამისა, ერთი და იმავე მცენარის სხვადასხვა ორგანოს სუნთქვის სხვადასხვა ინტენსივობა ახასიათებს. ის მჭიდროდაა დაკავშირებული ზრდასთან. კერძოდ, რაც ძლიერია ზრდა, მით უფრო ინტენსიურია სუნთქვაც. მეტად ენერგიულად სუნთქავენ მალივარი თესლები, ყვავილები, კვირტები და ა. შ. ასევე ცვალებადია სუნთქვის პროცესი მცენარის ხნოვანების მიხედვით. კერძოდ, რაც ახალგაზრდაა მცენარე, მით ინტენსიურია მისი სუნთქვა და ხნოვანების მატებასთან ერთად სუნთქვის ინტენსივობა კლებულობს.

სუნთქვის ინტენსივობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს გარემო პირობები: ტემპერატურა, წყალი, ჟანგბადისა და ნახშირორჟანგის შემცველობა და სხვ. ცნობილია, რომ სუნთქვა პროტოპლაზმის ცხოველმყოფელობის ერთ-ერთი დამახასიათებელი ნიშან-თვისებაა, ხოლო ეს კი თავისთავად დამოკიდებულია გარემოზე. გარემო ცვალებადობის მიხედვით პროტოპლაზმის აქტივობაც იცვლება.

ამ პროცესში წამყვანი ადგილი ეკუთვნის ტემპერატურას. ნულთან მიახლოებული ტემპერატურის დროს სუნთქვა ძალიან სუსტია და ტემპერატურის მატებასთან ერთად სუნთქვის ინტენსივობაც მატულობს, აღწევს რა თავის მაქსიმუმს $40-45^{\circ}$ -ის დროს. ტემპერატურის კიდევ უფრო გადიდებისას სუნთქვა ეცემა, მაღალი ტემპერატურა პროტოპლაზმაზე მომავლდნებლად მოქმედებს. რიგ მცენარეებში სუნთქვითი პროცესები 0° -ზე დაბალ ტემპერატურაზეც მიმდინარეობენ, მაგრამ ძლიერ სუსტად.

სუნთქვითი პროცესების მსვლელობაში დიდი როლი ეკუთვნის აგრეთვე ჟანგბადს, მის შემცველობას ჰაერში. ჰაერში ჟანგბადის მაღალი შემცველობა

სუნთქვაზე არსებით გავლენას არ ახდენს, მაგრამ საკმარისია მისი შემცველობა შემცირდეს ჰაერში, რომ სუნთქვის ინტენსივობა დაეცეს. სუნთქვის ინტენსივობის დაცემასთან ერთად სუნთქვის კოეფიციენტი დიდდება და მცენარის ქსოვილში გროვდება სპირტი. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ჩვეულებრივი (ქანგბადით) სუნთქვა ადგილს უთმობს უქანგბადო (ანაერობულ) სუნთქვას.

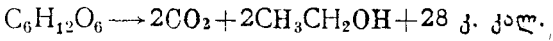
სუნთქვაზე ასევე გავლენას ახდენს ნახშირორჟანგის შემცველობა ჰაერში. CO_2 -ის მაღალი შემცველობის დროს სუნთქვის ენერგია ძალიან მცირდება და ამასთანავე, ნელდება ზრდის პროცესი. CO_2 -ის მოქმედება შეიძლება შევადაროთ ნარკოტიკების მოქმედებას. ეს დასტურდება იმით, რომ რიგ მცენარეთა თესლები, რომლებსაც გააჩნიათ მკვრივი ნახტუტი, შეიძლება არ გალივდეს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, მაშინაც კი თუ ის მოთავსებული იქნება ტენიან გარემოში, რადგან დიდი რაოდენობით გროვდება CO_2 და არ ხდება წყლის შეღწევა. საკმარისია თესლს შემოეცალოს მკვრივი კანი ან ნახტუტი, რომ თესლის გალივება დაჩქარდეს.

სუნთქვაზე დიდ გავლენას ახდენს აგრეთვე წყალი. მშრალი თესლები (10—12% ტენიანობისა) ძალიან სუსტად სუნთქავენ და წყლის შემცველობის მატებასთან ერთად სუნთქვის ინტენსივობა დიდდება. მაგალითად, ტენიანობის გაზრდა 13—14%-ით თესლებში იწვევს სუნთქვის გაძლიერებას 3—4-ჯერ, ხოლო ტენიანობის გაზრდა 330-მდე სუნთქვის გაძლიერებას იწვევს 10,00-ჯერ. სხვა ფაქტორებიდან აღსანიშნავია სინათლის გავლენა, თუმცა ის არაპირდაპირ მოქმედებს სუნთქვაზე. სუნთქვაზე მოქმედებენ აგრეთვე როგორც ქიმიური, ისე ფიზიკური ფაქტორები.

დუღილი (ანაერობული სუნთქვა). როგორც აღინიშნა, სუნთქვა დაქანგვითი პროცესია, რომელიც ჰაერის ქანგბადის განუწყვეტელ ხარჯვას მოითხოვს. თუ მცენარეს მოვითავსებთ უქანგბადო არეში, მაშინ წყდება მცენარის ორგანიზმში მიმდინარე ის პროცესები, რომლებიც მჭიდროდაა დაკავშირებული ნორმალურ სუნთქვასთან, რის შედეგადაც მცენარე იღუპება. მაგრამ უქანგბადო არეში მცენარე ერთბაშად არ იღუპება, რადგან გარკვეული დროის განმავლობაში უჯრედთა სიცოცხლის შენარჩუნება შეიძლება ანაერობული, ანუ უქანგბადო სუნთქვის დახმარებით. ისე როგორც ჩვეულებრივი სუნთქვის დროს, უქანგბადო სუნთქვის დროსაც ადგილი აქვს დაქანგვით პროცესებს, რაც ნახშირორჟანგის გამოყოფით ჩანს, მაგრამ ვინაიდან ამ შემთხვევაში მცენარე მოკლებულია თავისუფალ ქანგბადს, ის მას ორგანიზმში არსებული ორგანული ნაერთებიდან ღებულობს. ანაერობული სუნთქვის დროს ნახშირორჟანგი ყველაზე მეტად დაქანგვული პროდუქტია, ხოლო აღდგენილი პროდუქტი—სპირტია. უქანგბადო არეში სუნთქვის პროცესებს დუღილი ეწოდება.

დუღილის პროცესები აღმოაჩინა და მისი ბიოლოგიური არსი შეისწავლა გამოჩენილმა ფრანგმა მეცნიერმა ლუი პასტერმა გასული საუკუნის 60-იან წლებში. მან დუღილს უქანგბადო სიცოცხლე უწოდა. დუღილის გამომწვევ ორგანიზმებად თვლიან მიკროორგანიზმებს. მაგალითად, სპირტული დუღილის გამომწვევი საფუარები შედიან ასკომიცეტოვანი სოკოების რიგში. თუ შაქრიან ხსნარში საფუარებს მოვითავსებთ, ისინი შაქრის მოლეკულას

დაშლიან სპირტად და ნახშირორჟანგად. ეს პროცესი შეიძლება გამოიხატოს ასეთი ფორმულით:



გლუკოზა ეთილსპირტი

როგორც ჩანს, ჩვეულებრივ სუნთქვასთან შედარებით სპირტული დუღილის დროს ენერჯის გამოსავალი თითქმის 25-ჯერ ნაკლებია, რადგან დუღილის შედეგად კიდევ რჩება ნივთიერება—სპირტი. სპირტული დუღილის გამომწვევ ენჯიმს ზიმაზას უწოდებენ, რომელსაც ღებულობენ საფუარებიდან. საფუარები ეკუთვნიან *Sacharomyces*-ის გვარს, ჩანთიანი სოკოების ჯგუფებიდან. ეს ერთუჯრედიანი ორგანიზმებია და ძალიან სწრაფად მრავლდებიან დაყოფის გზით.

ცნობილია საფუარების მრავალი სახესხვაობა, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან როგორც მორფოლოგიური ნიშნებით, ისე ფიზიოლოგიურადაც. მათთვის დამახასიათებელია ტიპური სპირტის დუღილი და იძლევიან სხვა თანაურ პროდუქტებსაც, რომლებიც გავლენას ახდენენ მიღებულ პროდუქციის ღირსებასა და გემოზე.

გარდა სპირტული დუღილისა, არსებობს მთელი რიგი სხვა დუღილისა. მათ შორის აღსანიშნავია რძის, ერბოსა და მმარმჯავას დუღილი. რძისა და ერბომჯავას დუღილი შაქრის გათიშვის პროცესია და წარმოიქმნება სათანადო მჟავები, ხოლო მმარმჯავას დუღილი სპირტის დაჟანგვას პაერის ჟანგბადით, ამიტომ ის უფრო ახლოს დგას სუნთქვასთან, ვიდრე სპირტის დუღილთან. ყველა ეს დუღილი ეგზოთერმულია. ამ დროს აღვილი აქვს ენერჯის გამოთავისუფლებას, რაც აუცილებელია მიკროორგანიზმთა ზრდა-განვითარებისათვის.

რძემჯავა დუღილს განსაკუთრებული ბაქტერიები იწვევენ. ამ პროცესის მთავარი პროდუქტია რძემჯავა— $CH_3CHOH COOH$. დუღილის ბაქტერიებს რამდენიმე ჯგუფად ყოფენ. ზოგიერთი მათგანი წმინდა რძის დუღილს იწვევს. ერბომჯავას დუღილი რძემჯავა დუღილისაგან იმით განსხვავდება, რომ მისი გამომწვევი ბაქტერიები ეკუთვნიან მხოლოდ ანაერობთა რიცხვს, მათ არ შეუძლიათ ჟანგბადიან არეში განვითარება. ერბომჯავა დუღილის ბაქტერებიდან ყველაზე დამახასიათებელია *Clostridium*-ის გვარის ბაქტერიები: ერბომჯავა დუღალის საწყისი მასალა შაქარია, მისი საბოლოო პროდუქტია ერბომჯავა, წყალბადი და ნახშირორჟანგი. ერბომჯავა დუღილის ბაქტერიები ადუღებენ აგრეთვე ისეთ რთულ შენაერთს, როგორც ცელულოზა.

მმარმჯავა დუღილი მიძინარეობს პაერის ჟანგბადის გამოყენებით. როგორც აღვნიშნეთ, ის დუღილი კი არ არის, არამედ დაჟანგვითი პროცესია. დასაჟანგავი მასალა აქ სპირტია, ხოლო პროდუქტი—მზის მჯავა. მზის დუღილს ბაქტერიების რამდენიმე სახეობა და ზოგიერთი ობის სოკო და საფუარი იწვევს. მზის დუღილს ტექნიკაში სუფრის მზის მისაღებად იყენებენ.

ზემოთ აღვნიშნა, რომ ჟანგბადო არეში ჩვეულებრივი სუნთქვის პროცესი ადვილს უთმობს ანაერობულ სუნთქვას, რომლის საბოლოო პროდუქტებია ეთილის სპირტი და CO_2 , ეს კი დამახასიათებელია დუღილისათვის. დუღილსა და სუნთქვას შორის მჭიდრო გენეტიკური კავშირია.

ფლუგერმა პირველად გამოთქვა აზრი, რომ ანაერობული დაშლა ცოცხალი ქსოვილის აერობული სუნთქვის პირველი საფეხურია.

შემდეგნი ეს შეხედულება გააღრმავა ფევერმა; ის თვლიდა, რომ აერობული სუნთქვის დროს წარმოიქმნება CO_2 და ეთილის სპირტი, რომელიც შემდგომში იჟანგება CO_2 -მდე და H_2O -მდე.

პალადინმა და კოსტიჩევიმა შეამჩნიეს აერობულ პირობებში სპირტის წარმოქმნა ხორბლის მალივარ თესვებში, ცერცვის ახალგაზრდა ყლორტებში, ხანჭკოლას აღმონაცენში და სხვ. ჩატარებული ცდების საფუძველზე კოსტიჩევიმა შექმნა სუნთქვისა და ღუღილის გენეტიკური კავშირის თეორია; მისი აზრით, სუნთქვასა და ღუღილს რამდენიმე ერთნაირი ფაზა აქვს. ამ პროდუქტთა შემდეგი გარდაქმნა დამოკიდებულია ჟანგბადზე. ანაერობულ პირობებში მათგან წარმოიქმნება სპირტი და ნახშირორჟანგი, ხოლო აერობულ პირობებში ხდება მათი მთლიანი დაჟანგვა ნახშირორჟანგამდე და წყლამდე. შემდეგში დადგინდა, რომ სუნთქვისა და ღუღილის შუალედი პროდუქტები ძმრის ალდეჰიდი და პიროყუროცენის მჟავაა.

ტრანსპირაცია. ტრანსპირაცია, ანუ მცენარის მიწისზედა ნაწილების მიერ წყლის აორთქლება რთული ფიზიოლოგიური პროცესია. ის უდიდეს როლს ასრულებს მცენარის სიცოცხლეში. ტრანსპირაციის მნიშვნელობა იმაში მდგომარეობს, რომ ის ხელს უწყობს ნიადაგის წყალხსნარში არსებული ოიგი ნივთიერებების გადაადგილებას ფესვებიდან ზევით.

აორთქლება, ანუ წყლის გადასვლა თხიერი მდგომარეობიდან ორთქლისებრ მდგომარეობაში, ხდება უჯრედშორისებში. ფოთლის უჯრედშორისები განსაკუთრებული სისტემაა, რომელთაც აქვთ ბაგეების ხვრელები, საიდანაც ორთქლი გამოდის ატმოსფეროში, ანუ, როგორც მას უწოდებენ ხოლმე, ბაგური ტრანსპირაცია.

ბაგური ტრანსპირაცია ორი ფაზისაგან შედგება: ერთი—საკუთრივ წყლის აორთქლება ფოთლის უჯრედშორისებში ცეხოფილის უჯრედთა ზედაპიოიდან, ხოლო მეორე—წარმოქმნილი ორთქლის დიფუზია ბაგეთა ხვრელებში.

ბაგეთა ხვრელებისათვის დამახასიათებელია ერთი მნიშვნელოვანი მოვლენა, კერძოდ, მათ აქვთ გაღებისა და დახურვის უნარი. ეს მოვლენა აიხსნება მათი ანატომური აგებულების თავისებურებით. ბავის ხვრელი შედგება ნახევარმთვარის ან პარკისმაგვარი ორი მკეტავი უჯრედისაგან. ამ მკეტავი უჯრედის შიგა ხვრელის მოსაზღვრე გარსები მნიშვნელოვნადაა გასქელებული, ხოლო ხვრელის არა მოსაზღვრე, გარეთა გარსები თხელია. როდესაც უჯრედებში ხდება წყლის შეწოვა და ისინი მოექცევიან ტურგორულ, ანუ წყლით მადლარ მდგომარეობაში, მაშინ, მკეტავი უჯრედების გარეთა კედლები უფრო მეტად იჭიმებიან, ვიდრე შიგა კედლები, ამიტომ ამ უჯრედთა მოხრილობა იზრდება და ბაგე იღება. უჯრედთა მიერ ტურგორის დაკარგვის შემთხვევაში კი ბაგეები იხურებიან.

როგორც აღვნიშნეთ, ბაგეთა მოძრაობის (გახსნის ან დახურვის) ერთი მიზეზი უჯრედში წყლის შემცველობაა. მაგრამ, გარდა ამისა, ბაგეთა გახსნა-დახურვაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სინათლე. მცენარეთა უმეტესობის ბაგეები სინათლეზე ღიაა, სიბნელის დადგომისას კი იხურებიან. ამ მოვლენას საფუძვლად უდევს სახამებლის გარდაქმნა შაქრად და პირიქით. როცა სინათლეზე მკეტავ უჯრედებში ხდება ფოტოსინთეზი და წარმოიშობა

შაქარი ან როდესაც სახამებელი გადადის შაქარში, მაშინ უჯრედის ოსმოსური წნევა იზრდება, ძლიერდება შემწოვი ძალა. ფოთლის ეპიდერმისის უჯრედებიდან მკეტავი უჯრედები შეიწოვენ წყალს და მოქცევიან ტურგორულ მდგომარეობაში, რაც ბაგის გაღებას იწვევს. თუ შაქარი გადავიდა სახამებელში, მაშინ, პირიქით, უჯრედის ოსმოსური წნევა და ამასთან ერთად ტურგორი ეცემა და ბაგეები იხურებიან. არის შემთხვევა, როცა ბაგეები იხურება დღისით, შუადღის საათებში. ეს გამოწვეულია იმით, რომ მაღალი ტემპერატურის დროს (40°-ის ზევით) ტრანსპირაცია ძლიერია, ირღვევა შეფარდება მცენარის მიერ მოპოვებულ წყალსა და წარმოებულ ტრანსპირაციას შორის ამ უკანასკნელის სასარგებლოდ. ამ დროს მკეტავ უჯრედთა ტურგორი ეცემა და ხვრელები იხურება, მაგრამ ეს დროებითი მოვლენაა და ტემპერატურის დაწვეასთან ერთად ბაგეებიც იღებია.

ფოთლის ზედაპირი (ბაგეთა ხვრელების გამოკლებით) დაფარულია ეპიდერმული უჯრედების მთლიანი შრით, რომელთა გარეგანი კედლები კუტიკულის ფენით არის დაფარული. კუტიკულის ეს ფენა ხასიათდება წყლის ორთქლის ძალიან მცირე ჟონვადობით. მაგრამ მაღალი ტემპერატურის დროს ფოთლის ამ ნაწილიდან მაინც ხდება აორთქლება. წყლის დაკარგვას კუტიკულის გზით, კუტიკულარული ტრანსპირაცია ეწოდება, ე. ი. მცენარე წყალს აორთქლებს, ძირითადად, ორი გზით: ფოთლის ბაგეებისა და კუტიკულის გზით. დადგენილია, რომ ზრდადამთავრებულ ფოთლებში ბაგური ტრანსპირაცია 10—12-ჯერ უფრო ძლიერია კუტიკულარულთან შედარებით, ხოლო ახალგაზრდა ფოთლების ტრანსპირაცია თითქმის უტოლდება ბაგურ ტრანსპირაციას.

ტრანსპირაციაზე გავლენას ახდენს გარემო პირობები, კერძოდ: ჰაერის ტენიანობა, ტემპერატურა, ჰაერის ძვრადობა ანუ ბარი, სინათლე, ნიადაგის ტენიანობა და სხვა. ჰაერის ტენიანობა თავისთავად დამოკიდებულია ტემპერატურაზე და ჰაერის მოძრაობაზე, რადგან ცნობილია, რომ, რაც მაღალია ტემპერატურა, იმდენად ნაკლებია ჰაერის ტენიანობა. ხოლო, რაც მაღალია ატმოსფეროს ტენიანობა, მით დაბალია ტრანსპირაცია, და პირიქით. ქარი საერთოდ აჩქარებს ტრანსპირაციას, რადგან ამაორთქლებელი ზედაპირიდან მიაქვს ტენიანი ჰაერი, მის ნაცვლად მოაქვს უფრო მშრალი ფენები, თუმცა პირდაპირი პროპორციულობა ქარის სიჩქარესა და ტრანსპირაციის ოდენობას შორის არ შეიმჩნევა. ეს იმით აიხსნება, რომ წყლის გადასვლა ორთქლისებრ მდგომარეობაში ხდება ქარის უშუალო მოქმედებისაგან დაფარულ ფოთლის უჯრედშორისებში.

ტრანსპირაციის პროცესში უდიდეს როლს ასრულებს სინათლე. იმის მეოხებით, რომ ქლოროფილი ენერგიულად შთანთქავს სინათლის სხივებს, ფოთლის ტემპერატურა მატულობს, რასაც თან სდევს ტრანსპირაციის გადიდება; თავის მხრივ, გადიდებული ტრანსპირაცია ამცირებს ფოთლის ტემპერატურას, რის გამოც ფოთლები არ გადახურდებიან მზეზე. გარდა ამისა, სინათლე არაპირდაპირადაც მოქმედებს ტრანსპირაციაზე. ეს არაპირდაპირი მოქმედება გამოიხატება იმაში, რომ სინათლის ზემოქმედებით, როგორც აღვნიშნეთ, ბაგეები იღებია, რაც თავისთავად იწვევს ტრანსპირაციის გაძლიერებას. ტრანსპირაციის დღეღამური მსვლელობა განისაზღვრება გარეგანი ფაქტორების ზემოქმედებით. კერძოდ, დილის საათებში ტრანსპირაცია სუს-

ტია, ტემპერატურის აწევასთან და ჰაერის ტენიანობის შემცირებასთან ერთად ტრანსპირაციაც ძლიერდება. იგი მაქსიმუმს აღწევს შუადღის საათებში, რის შემდეგ თანდათან მცირდება და მზის ჩასვლის პერიოდისათვის მინიმუმამდე ეცემა. ტრანსპირაციის ასეთ კანონზომიერ ცვალებადობას ადგილი აქვს მხოლოდ მეტეოროლოგიური პირობების ნორმალური მსვლელობის დროს, ხოლო ცვალებად ამინდში ტრანსპირაცია ცვალებადია პირობების ცვალებადობის შესაბამისად.

ტრანსპირაციის პროცესის ძირითადი მაჩვენებელი ტრანსპირაციის ინტენსიურობაა. ტრანსპირაციის ინტენსიურობა წყლის ის რაოდენობაა გრამებში, რომლის აორთქლება ხდება ფოთლის ფართობის ერთეულიდან დროის ერთეულში. დროის ერთეულად ითვლება ერთი საათი, ხოლო ფართობის ერთეულად 1 მ².

ტრანსპირაციის ინტენსიურობა მეტად განსხვავებულია სხვადასხვა მცენარეში. იგი მერყევია. მისი მერყეობა 1 საათში 10-დან 250-მდე აღწევს 1 მ² ფოთლის ფართობზე. ტრანსპირაციის პროცესის სხვა მაჩვენებელი ტრანსპირაციის კოეფიციენტია. იგი გვიჩვენებს, თუ რამდენი წყალი ააორთქლა მცენარემ, რომ შეექმნა 1 გ მშრალი ნივთიერება. როგორც ტრანსპირაციის ინტენსიურობა, ასევე კოეფიციენტიც, მერყევია. ტრანსპირაციის სიდიდე იცვლება აგრეთვე ფოთლის ხნოვანებასთან ერთად. ბაგური ტრანსპირაცია სუსტია გაზაფხულზე და ძლიერია ფოთლის ჩამოყალიბების შემდეგ, ხოლო კუტიკულარული კი, პირიქით—ძლიერია გაზაფხულზე, რადგან კუტიკულა ჯერ კიდევ ჩამოუყალიბებელია და კუტიკულის ჩამოყალიბებასთან ერთად მცირდება.

არის შემთხვევა, როცა მცენარის მიერ წარმოებული ტრანსპირაცია აღემატება მოპოვებულ წყალს, მაშინ მცენარე ჭკნება. ჭკნობა მატრანსპირებელი ფოთლების უჯრედების მიერ ტურგორის დაკარგვაში მქონდა; ჭკნობა შეიძლება იყოს ორგვარი—დროებითი და ხანგრძლივი; დროებით ჭკნობას ადგილი აქვს დღის ყველაზე ცხელ პერიოდში—შუადღის საათებში. ამ დროს ნიადაგში შეიძლება წყალი საკმარისი იყოს, მაგრამ აორთქლება სჭარბობს წყლის მოპოვებას გარემოს მაღალი t°-ის გამო და მცენარე დროებით ჭკნება. საკმარისია ტემპერატურის დაწვევა, რომ ფოთლებმა აღადგინონ ტურგორული მდგომარეობა. რაც შეეხება ხანგრძლივ ჭკნობას, ამ დროს ფოთლები დილას წყლის ერთგვარ დეფიციტს ხვდებიან, რადგან ნიადაგში არ არის მცენარეებისთვის მისაწვდომი წყალი.

ჭკნობის დროს, რადგან ბაგეები იხურებიან, ფოტოსინთეზი და ორგანულ ნივთიერებათა წარმოქმნაც ძლიერ ეცემა. ამრიგად, ტრანსპირაციას შეუძლია მცენარეზე მოახდინოს როგორც ლაღებითი, ისე უარყოფითი გავლენა და ტრანსპირაციის უდიდესი პროდუქტიულობა შეიძლება უზრუნველყოფილი იყოს მხოლოდ გარემო პირობების გარკვეული კომპლექსით.

მცენარის ზრდა. მცენარის ერთ-ერთ დამახასიათებელ თვისებას მისი ზომის განუწყვეტელი მატება წარმოადგენს. მცენარე ივითარებს ახალ-ახალ ტოტებსა და ფოთლებს და ეს კი გრძელდება მთელი სიცოცხლის განმავლობაში. ყოველივე ეს დაკავშირებულია ახალ-ახალ უჯრედთა, ქსოვილთა და შემდეგ ორგანოთა წარმოქმნასთან. მცენარეთა ზრდა მჭიდროდაა დაკავშირებული აგრეთვე პროტოპლაზმის ცვლილებასთან, რაც იწვევს საერთო მასის

გადიდებას, მრავალგვარ დიფერენცირებას უჯრედში. ანრიგად, მცენარეთა ზრდაში იგულისხმება ორგანიზმის სტრუქტურის ელემენტების ახალწარმოქმნასთან დაკავშირებული წონისა და ნოცულობის გადიდება.

მცენარეული უჯრედი გადის ზრდის სამ ფაზას. პირველი ფაზა ცნობილია ემბრიონული ფაზის სახელწოდებით. ამ დროს ადგილი აქვს ცალკეულ უჯრედებში პლაზმის თანდათანობით მატებას. ამავე დროს უმნიშვნელოდ დიდდება თვით უჯრედის ზომაც, ხოლო ამის შემდეგ კი ხდება ბირთვისა და პლაზმის გაყოფა და წარმოიქმნებიან ახალი უჯრედები, რომლებიც ერთმანეთისაგან ცგიდებით ინიჯნებიან, შენდეგი არის გაჭიმვის ფაზა; ამ ფაზას ახასიათებს პროტოპლაზმაში ვაკუოლების გაჩენა,—ისინი ივსებიან თხევადი ნივთიერებით, უჯრედის წვენიით. ეს ვაკუოლები ძალიან მალე იზრდებიან, მათი გამყოფი პლაზმატური ზღუდეები წყდებათ და ბოლოს პროტოპლაზმისაგან რჩება მხოლოდ თხელი პარკი, რომელიც უჯრედის კედელზეა მიკრული. ამ დროს უჯრედის მთელი ღრუ ვაკუოლითაა ამოვსებული, ამიტომ დიდდება უჯრედის ნოცულობა და იზრდება გარსიც. შემდეგ, მესამე ფაზას უჯრედების შინაგანი დიფერენცირება ეწოდება; დიფერენცირება უჯრედების საბოლოო ჩამოყალიბების დროს ხდება.

მრავალწლოვან მცენარეთა ზრდა ათეული და ასეული წლების მანძილზე გრძელდება. მისი ინტენსიურობა დამოკიდებულია მცენარეთა ასაკზე, კერძოდ, რაც მეტად ახალგაზრდაა მცენარის ორგანიზმი, მით უფრო ცლიერი ზრდით ხასიათდება და პირიქით, ასაკის მატებასთან ერთად, მისი ზრდაც ნელდება. მცენარეთა უჯრედები და ქსოვილები იზრდება იმ მარაგ ნივთიერებათა ხარჯზე, რომლებიც შეიქმნებიან ფოტოსინთეზის პროცესში, ფოთლებში და აქედან მოუღინებიან მცენარის მთავარ ნაწილებში. ზრდა აგრეთვე დიდადაა დამოკიდებული იმ მარაგ ნივთიერებებზე, რომლებსაც მცენარეები ვადადებენ სპეციალურ სათავსოებში და რომლებიც გამოიყენებიან საჭიროების შემთხვევაში. ასეთ ნივთიერებებს ეკუთვნიან ცილები, ცხიმები და ნახშირწყლები. გარდა აღნიშნულისა, მცენარეთა ზრდაზე უდიდეს გავლენას ახდენენ ბიოსისა და აუქსინის ტიპის ნივთიერებები. აღსანიშნავია, რომ ემბრიონული ზრდისათვის აუცილებელია ბიოსის ტიპის, ხოლო გაჭიმვის ფაზისათვის კი—აუქსინის ჯგუფის ნივთიერებები. აუქსინის მოქმედების მექანიზმი პირველად გამარტივებულად ჰქონდათ წარმოდგენილი და ფიქრობდნენ, რომ იგი მოქმედებდა უჯრედის გარსზე, არბილებდა მას და მისი ზეგავლენით გარსი უფრო იჭიმებოდა ოსმოსური წნევის ზეგავლენით. მაგრამ გამოირკვა, რომ აქ უფრო რთულ მოვლენასთან გვაქვს საქმე. კერძოდ, ეს ნივთიერებები მოქმედებენ პროტოპლაზმაზე და ააქტივებენ აქ მიმდინარე პროცესებს. აქ მისი მოქმედება დამოკიდებულია როგორც აუქსინის კონცენტრაციაზე, ისე თვით უჯრედთა თვისებებზე—აუქსინის დაბალი, ძალიან მცირე, კონცენტრაცია იწვევს მასტიმულირებელ მოქმედებას ზრდაზე, ხოლო მაღალი კონცენტრაცია კი, პირიქით, იწვევს ზრდის პროცესების შეფერხებას—დაკნინებას.

ზრდის პროცესებისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს ნუკლეინმჟავებს. ემბრიონული ზრდის ფაზაში რიბონუკლეინმჟავა თანაბრად ნაწილდება უჯრედის მთელ ციტოპლაზმაში, ხოლო გაჭიმვისა და დიფერენცირების ფაზაში რიბონუკლეინმჟავა კონცენტრირდება ახლად წარმოქმნილ პარენქიმულ უჯ-

რედებში, მის სტრუქტურულ ელემენტებში (მიტოქონდრიები, პლასტიდები, მიკროსომები). როგორც გამოიჩვენა, უჯრედში არაცილოვანი სტრუქტურების წარმოშობაც რიბონუკლეინმჟავასთანაა (რნმ) დაკავშირებული.

გარდა ზემოთ აღნიშნული შინაგანი ფაქტორებისა, მცენარეთა ზრდაზე გავლენას ახდენს გარეგანი ფაქტორები, როგორცაა: ტემპერატურა, სინათლე, წყლით მომარაგება და სხვა. ყველაზე კარგი პირობა მცენარეთა ზრდისათვის შეიძლება შეიქმნას ზემოთ ჩამოთვლილ ფაქტორთა მხოლოდ პარმონიული შეთანწყობის პირობებში. მცენარის ზრდა შეიძლება მხოლოდ გარკვეულ ტემპერატურაზე. ნულზე დაბალ ტემპერატურაზე უმაღლეს მცენარეთა ზრდა არაა შემჩნეული. ტემპერატურის თანდათანმატებისას შეიმჩნევა ჯერ ნელი ზრდა, ხოლო შემდგომში ზრდა ძლიერდება და 20—30°-ის პირობებში იგი მაქსიმუმს აღწევს. ტემპერატურის შემდგომიმატება უკვე იწვევს ზრდის შეფერხებას, მაგრამ აღსანიშნავია, რომ სხვადასხვა მცენარის ზრდისათვის ტემპერატურის როგორც მინიმუმი, ისე მაქსიმუმი სხვადასხვაა. მინიმალურისა და მაქსიმალურის ქვეშ იგულისხმება ის ტემპერატურა, რომლის დროსაც მცენარეთა ზრდა სუსტია, ხოლო ოპტიმალურის დროს კი ზრდა მიმდინარეობს ყველაზე კარგად.

მცენარეთა ზრდაზე ასევე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სინათლე. ეს იქიდანაც ჩანს, რომ თუ ჩვენ მცენარეს აღვზრდით სიბნელეში, ის მოკლებული იქნება მწვანე შეფერილობას და ამავე დროს იქნება ძალიან სუსტი და წაგრძელებული. ასეთ უქლოროფილო მცენარეებს ეთიოლირებულს უწოდებენ.

ეთიოლირებულ მცენარეებს უფითარდებათ მეტად სუსტი ყლორტები, წვრილი ფოთლები. მათში ძალიან სუსტად მიმდინარეობს უჯრედთა დიფერენცირების ფაზა. ყოველივე ეს დამადასტურებელია იმისა, რომ სინათლეს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მცენარეთა ზრდისათვის. მაგრამ ეს იმას როდი ნიშნავს, რომ ინტენსიური განათებისას უფრო სწრაფად ხდებოდა მცენარეთა ზრდა; პირიქით, სინათლე შემათერხებლად მოქმედებს ზრდაზე; რაც ინტენსიურია განათება, მით უფრო ნელდება ზრდა. ფიქრობენ, რომ სინათლე აბრკოლებს უჯრედთა წაგრძელებისათვის ზრდის აუცილებელ ნივთიერებათა გამომუშავებას.

სპექტრის ცალკეული სხივებიც სხვადასხვა გავლენას ახდენენ ზრდაზე. ლურჯი და იისფერი სიხეები ყველაზე მეტად ანელებენ ზრდას. განათების პირობებზეა დამოკიდებული არა მარტო მიწისზედა ნაწილების, არამედ ფესვის ზრდაც კი. ამრიგად, ჩრდილში ან ძალიან სქელ ნათესებში მოზარდი მცენარის ფესვთა სისტემა უფრო სუსტია, ვიდრე იმ მცენარისა, რომელიც სინათლეზე იზრდება. როგორც ჩანს, აქ ადგილი აქვს მიწისზედა ნაწილებიდან ფესვებისაკენ რალაც სტიმულის გადაცემას.

ზრდის პროცესების ნორმალურა მსვლელობისათვის ასევე აუცილებელია წყალი.

მხოლოდ წყლით მაძღარ პროტოპლაზმას შეუძლია გარდაქმნას ნიადაგიდან მასში შესული არაორგანული ნივთიერება თავის კონსტიტუციურ ნივთიერებად. წყლის შემცველობაზეა დამოკიდებული აგრეთვე უჯრედთა დაყოფა (გაქიშვის სტადია). წყალი რომ აუცილებელია ზრდისათვის, ამის ერთერთი დამადასტურებელია თესლის გაღივების პროცესი; ცნობილია, რომ

ჰაერმშრალ მდგომარეობაში მყოფი თესლები არ ამჟღავნებენ სიცოცხლის არავითარ ნიშანს; საკმარისია თესლის წყალში დაღობა, რომ ის გალივდეს და აღმოცენდეს (მხედველობაში უნდა მივიღოთ ტემპერატურაც). ფესვთა სისტემა მხოლოდ ტენიან ნიადაგში ვითარდება; ტენის გამოლევის შემთხვევაში ფესვთა სისტემის ზრდა ფერხდება და შეიძლება სრულიადაც შეწყდეს.

წყლის ნაკლებობა ფოთლებში იწვევს ფოთლის ფირფიტების ზრდის შენელებას, რაც თავისთავად მოსავლის შემცირებას იწვევს. ამის მიზეზებია წყლის უკმარისობის დროს ფოთოლთა ჭკნობა, მათი ბაგეების დახურვა, ბაგეებში ნახშირორჟანგის შეღწევის შეფერხება ან ხშირად ფოტოსინთეზურ პროცესთა მიმდინარეობის სრულიად შეწყვეტა, რის გამოც მცენარე მიმშინლობს. მცენარეთა ზრდაზე აგრეთვე გავლენას ახდენენ მინერალური ნივთიერებები, ქიმიური გამლიზიანებლები და სხვ.

ზრდის პროცესში საკვებ ნივთიერებებთან ერთად განსაკუთრებულ როლს ასრულებს ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები. ამათგან აღსანიშნავია ვიტამინები, ფოტოპორომონები, აუქსინები. აღნიშნულს გარდა, ზრდაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ხელოვნური სინთეზური ნივთიერებაც, რომელიც ზრდის სტიმულატორების სახელწოდებითაა ცნობილი. ეს უკანასკნელები განსაკუთრებით გამოიყენებიან კულტურულ მცენარეებზე, როგორც მწვანე მასის, ისე მოსავლიანობის გადიდების მიზნით, მაგრამ ამ უკანასკნელ პერიოდში ზრდის სტიმულატორებს მეტწილად იყენებენ ძნელად და მფესვიანებელ მცენარეთა კალმების დასაფესვიანებლად. მასვე მიმართავენ აგრეთვე ხეხილთა გადარგვისას და სხვა.

მცენარეთა გახვითარება. მცენარეთა ინდივიდუალური განვითარების პროცესს ონთოგენეზი ეწოდება. ეს არის მცენარეში მთელი სიცოცხლის მანძილზე მომხდარ ცვლილებათა მთელი ციკლი. ამ ცვლილებებზე დაკვირვება შეიძლება ვაწარმოოთ როგორც ჩვეულებრივი თვალთ, ისე მიკროსკოპით ან კიდევ ბიოქიმიური ანალიზებისა და სხვადასხვა საშუალებებით.

აღმოჩნდა, რომ მცენარე თავისი განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე სხვადასხვანაირად რეაგირებს გარემო პირობების შეცვლაზე და მასში ამ დროს ფიზიოლოგიური პროცესებიც სხვადასხვანაირად მიმდინარეობენ.

რიგი მცენარეებისა ერთი წლის განმავლობაში ამთავრებს თავისი განვითარების მთელ ციკლს, იძლევა ნაყოფს და კვდება. ამ მცენარეებს, ერთწლიანი კულტურები ეწოდება, ხოლო იმ მცენარეებს, რომლებიც მრავალი წლის განმავლობაში იზრდებიან, მრავალწლოვანებს უწოდებენ. გარდა ამისა, ცნობილია მესამე ჯგუფი მცენარეებისა—ორწლოვანები, რომლებიც იზრდებიან პირველ წელს, ხოლო მეორე წელს ყვავილობენ. იძლევიან ნაყოფს, თესლს და კვდებიან. ასეთებია ბალჩეული კულტურები—სტაფილო, ჭარხალი, კომპოსტო და სხვა. ვხვდებით აგრეთვე ისეთ მცენარეებს, რომელთაც გარდამავალი მდგომარეობა აქვთ ერთწლოვან და ორწლოვან კულტურებს შორის. ესენი არიან ისეთი მცენარეები, რომლებიც ითვისებიან შემოდგომით და ნაყოფს მეორე წელს გვაძლევენ.

მცენარეებს, რომლებიც ნაყოფს თავის სიცოცხლეში ერთხელ გვაძლევენ—მონოკარპულს უწოდებენ. მცენარეთა ამ ჯგუფს ეკუთვნიან ყველა ერთწლიანი და ორწლიანი კულტურები, მაგრამ მრავალწლოვანებში მოიპოვებიან ისეთები, რომლებიც ეკუთვნიან მონოკარპულს; ასეთებია: აგავა, რომელიც თავის სამშობლოში მე-8—10 წელს ყვავილობს, ფერულა ქოლგოსანთა

გვარიდან და სხვა. რაც შეეხება მცენარეებს, რომლებიც ყვავილობენ მრავალი წლის მანძილზე, უწოდებენ პოლიკარპულს, ანუ მრავალჯერ ნაყოფ მომცემს. პოლიკარპულ მცენარეთა შორის ვხვდებით ისეთებს, რომლებიც რამდენიმე ასეულ წელს ცოცხლობენ. მაგალითად, არყის ხის სიცოცხლის ხანგრძლივობა 100 წელია, ნაძვისა 300, მუხისა 500 და ა. შ., მაგრამ ვხვდებით ისეთებსაც, რომლებიც უფრო პატარა ცოცხლობენ, მაგალითად, გიგანტური სექვოიას სიცოცხლის ხანგრძლივობა 1000 წელია, ხოლო სექვოია მეორე სახეობა, რომელიც წითელი ხის სახელწოდებითაა ცნობილი—6000 წელსაც კი აღწევს. პოლიკარპული მცენარეები ყვავილობენ სიცოცხლის არა პირველ წელს, არამედ უფრო გვიან. რიგი პოლიკარპული მცენარეებისა უფრო ადრე იწყებენ მსხმოიარობას, რიგი კი გვიან, რაც გამოწვეულია ამ მცენარეთა ბიოლოგიური თავისებურებით.

მცენარეთა განვითარებაში იგულისხმება შინაგან თვისობრივ ცვლილებათა ის გზა, რომელიც იწყება მაღივარ თესლებში და მთავრდება მცენარის ყვავილობით, მაგრამ ეს განსაზღვრა მთლიანად ვერ ასახავს განვითარების არსს, რადგან ის ეხება ყვავილოვან და ისიც ერთწლიან მცენარეებს. ამრიგად, მცენარის განვითარება არის უჯრედების შემცველობისა და ფორმათწარმოქმნელი პროცესების აუცილებელ თვისობრივ ცვლილებათა ის გზა, რომელსაც გადის მცენარე დედა უჯრედიდან (ზიგოტა, სპორა, ორგანიზმი) ახალი შვილეული უჯრედების ერთჯერად ან მრავალჯერად წარმოქმნამდე (პ. გენკელი).

მცენარეთა ზრდისა და განვითარების განსაზღვრიდან ჩანს, რომ აღნიშნული პროცესები არაა ერთი და იგივე, თუმცა ურთიერთ მჭიდროდ დაკავშირებული მოვლენებია.

მცენარეთა ზრდასა და განვითარებას შორის შემჩნეულია ასეთი სქემის თანათარღობა:

1. მცენარის სწრაფი ზრდა (იგულისხმება მასის გადიდება და ნელი განვითარება);

2. ნელი ზრდა და ჩქარი განვითარება;

3. სწრაფი ზოდა და სწრაფი განვითარება;

4. ნელი ზრდა და ნელი განვითარება.

მცენარე მთელი თავისი სასიცოცხლო ციკლის მანძილზე გადის განვითარების მრავალ ეტაპს, ანუ, როგორც მას უწოდებენ, სტადიას. განვითარების სტადიებს მცენარე გადის გარემო პირობების კომპლექსის ზეგავლენით. ამ დროს მცენარის უჯრედებში ხდება თვისობრივი ცვლილებები, რასაც მცენარე მიჰყავს სქესობრივ გამრავლებამდე, ანუ ყვავილის და თესლის წარმოქმნამდე. აქედან გასაგებია, რომ მცენარის მთელი სასიცოცხლო ციკლი, ანუ მისი განვითარება, შედგება განვითარების სტადიებისაგან. განვითარების ეს სტადიები თანმიმდევრულია, რაც იმას ნიშნავს, რომ მცენარე ერთი სტადიის გავლის შემდეგ გადადის მეორე სტადიაში და ა. შ. ჯერჯერობით კარგადაა შესწავლილი მცენარეთა განვითარების ორი სტადია—იაროვიზაციისა და სინათლისა.

განვითარების იაროვიზაციის სტადია მოითხოვს ტემპერატურის გარკვეულ პირობებს და იწყება თესლის გაღივების მომენტიდან. სხვადასხვა მცენარე მოითხოვს იაროვიზაციისათვის სხვადასხვა ტემპერატურულ რეჟიმს.

მაგალითად, თუ საშემოდგომო ხორბლისათვის საჭიროა $0,5^{\circ}$ ტემპერატურა, ზამბისათვის ის შეადგენს $20-25^{\circ}$; მიიჩნევენ, რომ იაროვიზაციის პროცესში მცენარის ქსოვილში ხდება სხვადასხვა ბიოქიმიური გარდაქმნა, ხოლო სტადიური ცვლილებები ხორციელდება ზრდის კონუსში და გადაეცემა მემკვიდრულად შემდეგ წარმოშობილ უჯრედებს. ეს სტადია შეუქცევადია, რაც იმას ნიშნავს, რომ მცენარემ, თუ ერთხელ გაიარა იაროვიზაციის სტადია, ის მას მეორეჯერ აღარ გაივლის.

განვითარების შემდგომ სტადიად მიჩნეულია სინათლის სტადია, მაგრამ ამ უკანასკნელს მცენარე ვერ გაივლის, თუ მან მთლიანად არ გაიარა იაროვიზაციის სტადია. მცენიერებმა შეამჩნიეს, რომ რიგი მცენარეებისა ყვავილობისათვის მოითხოვს განათების ხანგრძლივობის შემცირებას, ხოლო რიგი კი, პირიქით, უწყვეტ განათებას. პირველებს „მოკლე დღის“, ხოლო მეორეებს „გრძელი დღის“ მცენარეები უწოდებს. მაგრამ აღმოჩნდნენ ისეთი მცენარეებიც, რომლებიც ყვავილობენ როგორც გრძელი დღის, ისე მოკლე დღის პირობებში,—ასეთებს ნეიტრალურს უწოდებენ.

მოკლე დღის მცენარეებს მიეკუთვნებიან სამხრეთის მცენარეებიდან: ზამბა, ფეტვი და სხვა. გრძელი დღის—ჩრდილოეთის მცენარეებიდან: ხორბალი, ქერი და სხვა, ხოლო ნეიტრალურს—თამბაქო, წიწიბურა და სხვა.

სინათლის სტადიის გავლაში წამყვანი როლი ეკუთვნის დღისა და ღამის ხანგრძლივობის შეფარდებას. დადგინდა, რომ ფოტოპერიოდული როლის ათვისება ხდება მხოლოდ ფოთლებში. ფოთლის ამთვისებათა გარკვევაში დიდი ღვაწლი მიუძღვის საბჭოთა მცენიერებს: მ. ჩაილახიანს, გ. მოშკოვს და სხვ. ამ ბოლო ხანებში გამოქვეყნდა რიგი შრომებისა, რომლებიც მიედვნა მცენარეთა განვითარების მესამე და მეოთხე სტადიებს. მაგრამ ამ სტადიების გავლის პირობები ჯერ კიდევ არ არის დეტალურად შესწავლილი.

მცენარის კვება. მცენარის კვება მცენარისათვის საჭირო ელემენტების შთანთქმისა და შეთვისების ძირითადი პირობაა.

მცენარის კვების განმსაზღვრელია მათი ქიმიური შედგენილობა და მისი მოთხოვნილება სხვადასხვა ნივთიერებათა მიმართ. მცენარე, ძირითადად, შედგება ცილების, ცხიმებისა და ნახშირწყლებისაგან. ნახშირწყლები, ნახშირბადის, ჟანგბადისა და წყალბადის სინთეზს წარმოადგენს: ნახშირწყლების წარმოქმნა ფოტოსინთეზის შედეგია, რაც წყლის მონაწილეობით ხდება.

წყლის მონაწილეობის გარეშე წარმოუდგენელია მცენარეში მიმდინარე რთული ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესები; წყალსა და მასში გახსნილ მარილებს მცენარე ნიადაგიდან ითვისებს. ნიადაგში ხელოვნურად შეტანილ ნივთიერებებს მცენარე მხოლოდ წყალში გახსნილს იყენებს.

წყალი თესლის გაღივების პროცესისათვის ძირითადი ფაქტორია (იხ. თესლის გაღივება). წყალი ნივთიერებათა ცვლის ძირითადი და აუცილებელი ელემენტია.

ზოგჯერ მცენარის შედგენილობის 75—80% წყალია (ჰიგრო-და ჰიდროფიტები). ამავე დროს მცენარე დიდი რაოდენობით ხარჯავს წყალს (ტრანსპირაცია); იგი ყველაზე მეტია ფოთლებში, სადაც მშრალი ნივთიერების 2/3-ს შეადგენს.

გარდა წყლისა, მცენარეს კვების დროს აუცილებლად ესაჭიროება მარილები, რომლებიც შეიცავენ: აზოტს, ფოსფორს, გოგირდს, კალიუმს, კალ-

ციუმს, მაგნიუმს, რკინასა და სხვ. ასიმბილირების დროს მცენარეში ფოთლის მეშვეობით შედის ნახშირორჟანგი, დისიმბილირებისას—ჯანგბადი. ფესვების მეშვეობით კი მასში შედის აზოტი და ე. წ. ნაცრის ელემენტები, როგორცაა: ფოსფორი, გოგირდი, კალიუმი, კალციუმი და ა. შ., რომლებიც დიდ ფიზიოლოგიურ როლს ასრულებენ ნივთიერებათა ცვლის ნორმალურ პროცესებში.

გარემოდან შეთვისებული არაორგანული ნივთიერებები (ნახშირორჟანგი) მცენარის სინთეზური ენერჯის წყალობით გარდაიქმნებიან იმ ორგანულ ნივთიერებებად, რომლებიც აუცილებელ საკვებ წყაროს წარმოადგენს ადამიანისა და ცხოველებისათვის.

მაშასადამე, მცენარის განსაკუთრებული სასიცოცხლო უნარია ასიმბილირების შედეგად არაორგანული ნივთიერებებიდან რთული ორგანული ნივთიერებების აგება.

ფესვებიდან მიღებული მცენარისათვის აუცილებელი მაკროელემენტებიდან, ძირითადად, აღსანიშნავია: აზოტი, ფოსფორი, გოგირდი, კალიუმი, კალციუმი, მაგნიუმი, რკინა და სხვ. მაკროელემენტებიდან აღსანიშნავია: ბორი, თუთია, სპილენძი, მანგანუმი, მოლიბდენი და სხვა ელემენტები. ამ ელემენტების როლს მცენარის კვებისა და სხვა სასიცოცხლო პროცესებში განვიხილავთ ქვემოთ:

აზოტი. აზოტის როლი მცენარის ცხოველმოქმედებაში მეტად მნიშვნელოვანია. აზოტის უკმარობა დიდ უარყოფით გავლენას ახდენს მცენარეზე. მისი უკმარობის შედეგია ფოთლების ფირფიტის შეყვითლება და ძარღვების გაწითლება, ზრდისა და განვითარების შენელება, რასაც თან სდევს ზრდადარეგულირებელი თესლებისა და ნაყოფების წარმოქმნა; აზოტი ცილებას შემადგენელი ელემენტია; ცილა კი შედის პროტოპლაზმის შედგენილობაში. იგი მოიპოვება უჯრედის ბირთვისა და პლასტიდებში. ცილა აგრეთვე ქლოროფილში შემავალი ნივთიერებათაგანია. აზოტი შედის ცილოვანი ნივთიერებების რთული გარდაქმნის შედეგად მიღებულ პროდუქტებში, როგორცაა: სხვადასხვა ალკალოიდები, ზოგიერთი ვიტამინი, ზრდის სტიმულატორები და სხვ.

ფოსფორი. ფოსფორი რთული ცილების—ნუკლეოპროტეიდების შედგენილობაში მონაწილეობს და უჯრედისა და ბირთვის შემადგენელი ნაწილია. სხვა ორგანული ნაერთების შემადგენლობაში ფოსფორი მოიპოვება ფოსფატიდების, ფიტინისა და სხვა სახით. ფოსფატები ზოგჯერ მონაწილეობენ მჟავე და ტუტე რეაქციებში, როგორც რეგულატორები. ფოსფორი მინერალური ნაერთის—ფოსფორმჟავას სახითაცაა. მნიშვნელოვანია ფოსფორმჟავას როლი მცენარის სუნთქვის პროცესში. ფოსფორის უკმარობა უარყოფითად მტკავნდება სალი თესლებისა და ნაყოფების წარმოქმნაში. მცენარე აჩერებს ზრდას და იწყებს ფოთლების შეყვითლებას.

გოგირდი. გოგირდი ყოველგვარი სახის ცილაშია. იგი შედის პროტოპლაზმის ბირთვისა და პლასტიდების შედგენილობაში. გოგირდი მონაწილეობს ამინომჟავების (ცისტეინომონომეთილენის), ეთერზეთების (პირშუშხა, ნიორი, მდოგვი) შექმნაში. გოგირდის უკმარობის შემთხვევაში ყვითლდებიან ჯერ ზედური, შემდეგ ქვედური ფოთლები და ამ ფოთლებზე ჩნდება წითელი ლაქები. დიდა გოგირდის მონაწილეობა მცენარის სუნთქვის პროცესში. რამდენადაც თესლში მეტი ცილება, იმდენად თესლებში გოგირდი მეტი რაოდენობაშია.

დენობითაა. ცილების მეტი რაოდენობაა ჯერ თესლში, შემდეგ კი ფოთლებში; ცილები უფრო მეტი რაოდენობითაა ჯერ ფესვებში, შემდეგ ღეროებში.

კალიუმი. კალიუმი მცენარის სიცოცხლის აუცილებელი ელემენტია, განსაკუთრებით წარმომშობი ქსოვილის ახალ-ახალი უჯრედებისათვის. იგი ფოთლის მესრისებურ პარენქიმაშია. კალიუმი ხელს უწყობს ფოტოსინთეზის პროცესს. იგი, გარდა ფოთლებისა (განსაკუთრებით ფოთოლცვენის პროცესში), მცენარის სხვა ორგანოებშიც მოიპოვება. კალიუმი მცენარის მიწისქვეშა სხვადასხვა ნაწილის (ტუბერი) განვითარების ხელშემწყობი ფაქტორთაგანია. თუ მცენარეს კალიუმი აკლია, მას სუსტად აქვს განვითარებული ღერო და ფოთლები. მაგ., უკალიუმოდ გამოზრდილი ხორბლის ღივი ცილოვანი აზოტის 42%-ს შეიცავს; კალიუმით გამოზრდილი კი — 72%-ს.

კალციუმი. კალციუმის მნიშვნელობა მეტად დიდია; იგი მნიშვნელოვან და მრავალმხრივ როლს ასრულებს მცენარის ნივთიერებათა ცვლის პროცესში; კალციუმი მცენარის მოხერხებულ ქსოვილებშია, ანეიტრალებს მჟაუნმჟავას მაგნე მოქმედებას უჯრედებში იმით, რომ წარმოქმნის მჟაუნმჟავა კალციუმს მარილის კრისტალების სახით. კალციუმი უვნებელყოფს კალციუმისა და მაგნიუმის მაგნე (მომშხამავ) მოქმედებას. კალციუმი ამცირებს ნიადაგში არსებული სხვადასხვა ხსნარის მჟავიანობას, აცლიერებს ფესვთა სისტემის განვითარებას. იგი არსებით როლს ასრულებს ფესვის ქსოვილებიდან სხვადასხვა ნივთიერების გამოყოფაში. კალციუმის გარეშე მცენარის ძირითადი ორგანოების ნორმალური განვითარება შეუძლებელია. მისი უკმარობა ხშირად ხელს უწყობს ქლოროზის მოვლენებს.

პარკოსანი მცენარეები. პირველ რიგში ისეთი პარკოსნები, როგორცაა ესპარცეტი, შემდეგ სამყურა, იონჯა და სხვები, კალციუმს დიდ მოთხოვნილებას უყენებენ.

მაგნიუმი. უჯრედის ნივთიერებათა ცვლის პროცესში მაგნიუმი დიდ როლს ასრულებს; იგი მონაწილეობს ქლოროფილის წარმოქმნაში. ქლოროფილის ერთ მოლეკულაში მაგნიუმი ერთი ატომის რაოდენობით შედის. იგი მოიპოვება, მეტწილად, ახალგაზრდა ნაწილებში, დიდი რაოდენობითაა თესვებში, განსაკუთრებით ცხიმით მდიდარ თესვებში; ვარაუდობენ, რომ იგი ხელს უწყობს ცხიმების წარმოქმნას. იგი ხშირად უქლოროფილო ორგანიზმებშიაც მოიპოვება (მაგ., უდაბლეს მცენარეებში).

რკინა. მცენარეს რკინის მცირე რაოდენობა ესაჭიროება, მაგრამ იგი უდავოდ საჭირო და აუცილებელი ნივთიერებაა. რკინა მონაწილეობს ქლოროფილის წარმოქმნაში, მაგრამ ქლოროფილის შედგენილობაში არ მონაწილეობს. რკინა დიდ როლს ასრულებს სუნთქვის პროცესში და შედის სუნთქვის ფერმენტების შედგენილობაში. დიდი მნიშვნელობა აქვს რკინას, როგორც სინთეზისა და ზრდის პროცესებისათვის საჭირო ენერჯის წყაროს.

ყველა ტიპის ნიადაგში რკინა დიდი რაოდენობითაა. მცენარე მის სიმცირეს იშვიათად განიცდის. რკინის უკმარობა მცენარეში იწვევს სიყვითლეს (მეტწილად ფოთლების), რომელსაც ქლოროზი ეწოდება. ქლოროზს ნიადაგში იწვევს კობალტის, თუთიის, სპილენძისა და მანგანუმის ხსნადი ფორმების სიჭარბე.

მიკროელემენტებიდან, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მცენარისათვის საჭიროა: ბორი, თუთია, სპილენძი, მანგანუმი, მოლიბდენი და სხვ.

ბორი. ბორი მცენარის ზრდისა და განვითარების პროცესებისათვის საჭირო ელემენტი. იგი ხელს უწყობს ნახშირწყლების უკეთ ცვლას; ბორის დადებითი მოქმედება შელავნდება პარკოსანი მცენარის ფესვებზე კოფრების უკეთ განვითარებაში. ჭარბი აზოტოვანი კვების არეში ბორი დადებითად მოქმედებს თამბაქოს კულტურაზე. ნიადაგში ბორის უქონლობა ან უკმარობა კი თამბაქოზე (განსაკუთრებით მის ზედა კვირტებზე) უარყოფით გავლენას ახდენს. ბორის უკმარობა იწვევს ზრდის წერტილის ხმობას და ნახშირწყლების რაოდენობის ზრდას ფოთლებში. მისი უკმარობა აგრეთვე იწვევს შაქრის ჭარხლის დაავადებას სიდამბლით. ბორი, ძეტწილად, მცენარის ზედა ნაწილებში მოიპოვება, თუმცა კარტოფილის ტუბერებში საკმაო რაოდენობითაა.

თუთია. თუთიის როლი მეტად მნიშვნელოვანია ნაყოფიერების გაზრდის საქმეში; იგი უჯრედის სუნთქვის პროცესში მონაწილეობს. თუთიის უკმარობა ფოთლების სიყვითლეს იწვევს. თუთიისადმი დიდი მოთხოვნილება აქვთ ხეცენარეებს. ნიადაგში თუთიის უქონლობა იწვევს მთელი რიგი მცენარეების დაავადებას, როგორცაა ტუნგოს ნარინჯოვნების, კურკოვნების და სხვ. დაავადებას, თუთია მეტწილად მცენარის ახალგაზრდა ნაწილებშია.

სპილენძი. სპილენძი თუმცა მცირე რაოდენობით, მაგრამ აუცილებელი ელემენტი, განსაკუთრებით ჭაობიან ნიადაგებზე მოზარდი მცენარეებისათვის. მისი შეტანა გოგირდმეფავა სპილენძის სახით აუმჯობესებს ასეთი ნიადაგის თვისებებს. სპილენძი მცენარის ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში მონაწილეობს.

მანგანუმი. მანგანუმი დიდი რაოდენობითაა წყალმცენარეებში; იგი ხელს უწყობს ფოტოსინთეზის პროცესს, განსაკუთრებით, ქლოროფილის წარმოქმნას, მონაწილეობს აზოტის ცვლის პროცესში.

მოლიბდენი. მოლიბდენი ზოგიერთი მცენარის ის მიკროელემენტი, რომელიც აუცილებელია მისი განვითარებისათვის, როცა აზოტი ნიტრატების სახითაა. თუ აზოტი ამონიაკის სახითაა, მაშინ მცენარე უმოლიბდენოდ ნორმალურად ვითარდება. უმოლიბდენოდ პარკოსანი მცენარეები ვერ ახდენენ ატმოსფერული აზოტის ფიქსაციას.

უნდა აღინიშნოს, რომ ცალკე თითოეულ ელემენტს წამყვანი როლი როდი ენიჭება. ისინი (მაკრო-და მიკრო-) ერთმანეთთან ურთიერთმოქმედებით უზრუნველყოფენ სუნთქვის, ზრდისა და განვითარების პროცესების ნორმალურ სვლას.

ეს ელემენტები ყველა მცენარისათვის არაა საჭირო ერთნაირი რაოდენობით. ასე, მაგალითად, თუ პარკოსნები შთანთქავენ კალიუმისა და კალციუმის მეტ რაოდენობას, სხვები შთანთქავენ სხვა ელემენტებს და ა. შ.

მცენარის სიცოცხლის დასაწყისში ეს ელემენტები თესვებშია, შემდეგ კი მცენარის განვითარებასთან ერთად მათ ნიადაგის ხსნარებიდან შთანთქავს ფესვები. ყველა ზემომოტანილი ნივთიერება, მაკრო თუ მიკროელემენტებიდან, ამა თუ იმ რაოდენობით, მცენარის საკვები ელემენტი, მაგრამ ვინაიდან აზოტს ეკუთვნის განსაკუთრებული როლი, ამიტომ აზოტი ცილების შემქმნელი ელემენტი. ცილა პროტოპლაზმის შემადგენელი ერთეულია, ხოლო პროტოპლაზმა სიცოცხლის საწყისია.

ტარა (Oronbache) მზესუმზირასი და ზოგიერთი ბოსტნეული კულტურების, მწერიჭამია მცენარეებიდან ტორფიან ჭაობებში მოზარდი დროზერა (Drosera).

ადამიანი გონივრული ჩარევით მიწას ამდიდრებს ე. წ. ხელოვნური მიწერალური აზოტოვანი სასუქების შეტანით. აზოტოვანი სასუქებიდან აღსანიშნავია: ნატრიუმის გვარჯილა, კალიუმის გვარჯილა, ამონიუმის გვარჯილა, ამონიუმის სულფატი, ქლორიანი ამონიუმი და სხვ.

ასევე საკმაო რაოდენობით შეგვაქვს ნიადაგში მცენარისათვის აუცილებელი ფოსფორიანი, კალიუმიანი და ორგანული სასუქები.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

შესავალი	3
თავი I. უჯრედი	21
თავი II. ქსოვილები	55
თავი III. მორფოლოგიის ძირითადი ცნებები	75
მცენარის ვეგეტაციური ორგანოები	86
ფესვი	89
ღერო	107
ფოთლი	141
თავი IV. გამრავლება	169
ყვავილი	191
თესლი	226
ნაყოფი	233
თავი V. მცენარის ზოგიერთი სასიცოცხლო პროცესის შესახებ	243