ელდარ გუგავა

მცენართა ბიოლოგია

სალექციო კურსი 1 ნაწილი

2015

**მცენარეთა წარმოშობა და განვითარება**

მეცნიერული მონაცემებით დასტურდება, რომ სიცოცხლე თავდაპირველად წყალში მსოფლიო ოკეანეში წარმოიშვა. ესენი იყვნენ პრიმიტიული სიცოცხლის ფორმები-უჯრედამდელი, ბირთვამდელი და აგრეთვე ბირთვიანი ერთუჯრედიანები და კოლონიურები. შემდეგ წარმოიქმნენ უფრო სრულყოფილი ფორმები-მრავალუჯრედიანები.

ამჟამად ცნობილია, რომ ფორმათწარმომქმნელი პროცესი წყალში ძალიან ნელა მიმდინარეობდა. ეს დაკავშირებული იყო მსოფლიო ოკეანეში სასიცოცხლო პირობების ერთფეროვნებასთან. გარემოს ძირითადი ფაქტორების: სინათლის, სითხის, მისი მარილოვანი შედგენილობის, ტემპერატურის ერთგვაროვნებასთან, როგორც გამოირკვა წყლის გარემო უფრო ხელს უწყობდა წარმოქმნილი სიცოცოხლის ფორმების კონსერვაციას, ვიდრე მის გარდაქმნა-ტრანსფორმაციას. სწორედ წყლის გარშემო შემოინახა ჩვენს დრომდე უმარტივესი ერთუჯრედიანები და კოლონიური მცენარეები.

მიღებულია, რომ დედამიწის განვითარეის ისტორია აისახოს ერთმანეთთანმიმდევნო გეოლოგიურ ერებში ასეთი ერა ექვსია:

1. კატარქეული;
2. არქეული;
3. პროტეროზოული;
4. პალეოზოური;
5. მეზოზოური;
6. კაინოზოური.

ამ ერების ფარგლებში კიდევ გამოყოფენ ე.წ. გეოლოგიურ პერიოდებს. თითოეული ერა ხასიათდება თავისი დანალექი ქანებით, იმ მცენარეთა და ცხოველთა გაქვავებული ნარჩენებით და ანაბეჭდებით, რომლებიც ჩვენს პლანეტაზე ცხოვრობდნენ იმ შორეულ დროში. ამ ნარჩენების შესწავლამ საშუალება მოგვცა დაგვედგინა ორგანული სამყაროს განვითარების საერთო სურათი, უფრო მეტიც, ზოგჯერ შესაძლებელია გადაშენებულ მცენარეთა და ცხოველთა აგებულების თავისებურებების აღდგენაც (რესტავრაცია) მაგრამ, დადგენა იმისა, თუ როდის წარმოიშვა პირველი მცენარეული ორგანიზმები დედამიწაზე ჯერ-ჯერობით ვერ მოხერხდა. უძველეს მცენარეთა ნარჩენებმა სხეულის მარტივი აგებულების გამო გაქვავებული სახით ვერ მოაღწია ჩვენამდე-ისინი უკვალოდ გაქრნენ, მაგრამ პროდუქტი მათი ცხოველმოქმედებისა შემოგვრჩა სხვადასხვა გეოლოგიური ქანის სახით.

ჩვენს პლანეტაზე სიცოცოხლე არქეულ ერაში აღმოცენდა ე.ი. 3,5 მლრდ. წლის წინათ ცხოველმოქმედების დამადასტურებელ ნიშნად შეიძლება ჩაითვალოს ბაქტერიალური და წყალმცენარეული წარმოშობის ქანები, აგრეთვე ამინომჟავების ნარჩენები, რომლებიც შედიოდნენ ადრეულ ორგანიზმების ცილოვან წარმონაქმნებში.

წინაბორბედ კატარქეულ ერაში (დაახლოებით 4,5 მლრდ. წლის წინ) მსოფლიო აკვატორიაში მიმდინარეობდა ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები, რომელთა შედეგად შეიქმნა პირობები (სუბსტრატი და მასალა) სიცოცხლისა და ორგანიზმების წარმოსაქმნელად მცენარეთა სამყაროს განვითარების ძირითადი ეტაპი მოყვანილია ცხრილში №1.

**მცენარეული სამყაროს განვითარების ძირითადი ეტაპები**

**ცხრილი №1**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ერები და მათი ხანგძლივობა მლნ. წლებში** | | **გეოლოიგიური პერიოდები და განყოფილებები. (ხანგძლივობა მლნ. წლებში)** | | | **მცენრეთა ძირითადი ჯგუფები. მათი განვითარება მცენარეული ორგანიზმების ცხოველმოქმედების პროდუქტები უძველესი დროისათვის.** |
| კაინოზოური | | მეოთხეული | | ჰოლოცენი  0,1 | თანამედროვე გეოგრაფიული ზონალური ფლორა. ადამიანი გარემოს გადამწყვეტი ფაქტორი ხდება.  ასაკი (ქვედა ზღვარი) 0.1 მლნ.წელი |
| პლეისტოცენი  1,6 | მიმდებარე ტერიტორიაზე ფლორის შემადგენლობის გაღარიბება გამყინვარებისა და აცივების შედეგად. მცენარეული ფორმების გეოგრაფიული გადაჯგუფებანი. საგოვანი ხავსების წარმოქმნა. კულტურის პირობებისწარმოქმნიან მცენარეებს, რომლებიც ნაკლებად ჰგვანან თავიანთ წინაპრებს.  ასაკი (ქვედა ზღვარი) 1,7 მლნ. წელი. |
|  | | ნეოგენი  პალეოგენი | | 25  62 | მცენარეთა ამჟამად არსებულლი ზონალობის თანდათანობითი ჩამოყალიბება ჰავის ნაირგვარობის შედეგად. თანამედროვე ფლორასთან ახლოს მდგომი მცენარეულობის შექმნა. ქვანახშირის საბადოთა წარმოქნა (მსოფლიო მარაგის 54%)  ასაკი (ქვედა ზღვარი) 67 მლნ.წელი. (±3) |
| მეზოზოური  173 | | ცარცული | | 70 | ფარულთესლოვანი მცენარეულობის გაბატონება. ბენეტიტასნაირთა გადაშენება. გინკგოსებრთა და საგოვანების გვარების მკვეთრი შემცირება, წიწოვანთა შედგენილობის ცვლილება.  ასაკი (ქვედა ზღვარი) 137 მლნ. წელი . ( ±5) |
| იურული | | 58 | გვიმრისებრთა და შიშველთესლოვანთა (საგოვანების, გინგკოსებრნის, წიწოვანთა) ფლორის განვითარება და ფართო გავრცელება. ფარულთესლოვანთა ჩასახვა. დიატომური წყალმცენარეების და პერიდინიების გაჩენა.  ასაკი (ქვედა ზღვარი) 195 მლნ. წელი .( ± 5) |
| ტრიასული | | 40-45 | საგოვანების განვითარება და გავრცელება. ბენეტიტასნაირთა და გინკგოსებრთა გაჩენა. თესლოვანი გვიმრების, სოლისებრფოთლოვანებისა და კორდაიტების გადაშენება.  ასაკი (ქვედა ზღვარი) 230 მლნ. წელი (± 10) |
| პალეოზოური  360 | პერმული | | 45 | | წიწოვანი და მეზოზოური გვიმრების გავრცელება. ძველი გვიმრების, ლიკოპოდიუმისებრთა (მათ შორის ლეპიდოდენდრონების და თესლოვან გვიმრათა თანდათან გადაშენება. შეინიშნება ხავსისნაირთა, როლი.  ასკი (ქვედა ზღვარი) 285 მლნ. წელი. (± 10) | |
|  | ქვანახშირის | | 65-70 | | ლიკოპოდიუმისებრთა (მათ შორის ლეპიდოდენდრონების), შვიტისებრთა და კალიამიტების, გვიმრების და თესლოვანი გვიმრების მძლავრი განვითარება.  კორდიატების აღმოცენება და აყვავება. ღციძლის ხავსების გაჩენა. ტროპიკული და არატროპიკული ფლორის განცალკავება და განვითარება.  ასკი (ქვედა ზღვარი) 360 მლნ. წელი. (± 10) | |
| დევონური | | 55-60 | | ხარასებრი წყალმცენარეების გაჩენა. რინიასებრთა განვითარება და გადაშენება. სოკოებისა და პირველგვიმრათა განვითარება ღეროსახსრიანი კალამიტებისა და სოლისებრფოთლოვანთაგაჩენა. ასაკი (ქვედა ზღვარი) 405 მლნ.წელი .( ± 5) | |
|  | სილურიული | | 30-35 | | მცენარეთა ხმელეთზე გადმოსახლება. პირველი რინიასებრთა და ლიკოპოდიუმისნაირთა გაჩენა ბაქტერიებისა და ლურჯმწვანე, წაბ;ლისფერი და მეწამული წყალმცენარეების ბატონობა.  ასაკი (ქვედა ზღვარი) 440 მლნ. წელი. ( ± 5) | |
| ორდოვიკული | | 80 | | უმდაბლეს მცენარეთა ნარჩენები. ბაქტერიები, წყალმცენარეები და შესაძლოა სოკოები (ფიკომიცეტები)  ასაკი (ქვედა ზღვარი) 500 მლნ. წელი. ( ± 5) | |
| კემბრიული | | 70-80 | | ლურჯმწვანე, მწვანე, წითელი, წყალმცენარეების, აგრეთვე ბაქტერიების არსებობა.  ასაკი (ქვედა ზღვარი) 570 მლნ. წელი. ( ± 15) | |
| პროტეროზოული  2000 |  | |  | | წიაღისეულის სახით ცნობილია სტრომატოლიტები, კირის სხეულები, რომლებიც წარმოიქმნენ ლურჯმწვანე წყალმცენარეებისა და ბაქტერიების შედეგად. მწვანე წყალმცენარეების წარმოშობა.  ასაკი (ქვედა ზღვარი) 2700 მლნ. წელი.( ±10) | |
| არქეული |  | |  | | სიცოცხლის წარმოშობა დედამიწაზე. მცენარეთა და ცხოველთა სამეფოების განცალკავება. ცნობილია ჯიშები- ბაქტერიული და წყალმცენარეული წარმოშობის პროდუქტები.  ასაკი (ქვედა ზღვარი) 3500 მლნ. წლამდე. | |

სიცოცხლე დედამიწაზე ძალიან ნელა ვითარდებოდა, განსაკუთრებით არქეულ და პროტეროზოულ ერებში, რომლებიც გეოლოგიური წელთაღრიცხვის თითქმის 50%-ს მოიცავენ. ასე მაგალითად, პალეონტოლოგთა მონაცემებით მარტო პროტეროზოულ ერაში (1900-570 მლნ. წლის წინ) გამოიკვეთა ცოცხალი ბუნების განვითარების ორი ძირითადი ხაზი ავრტოტროფული (მცენარეთა სამეფო) და ჰეტეროტროფული (ცხოველთა სამეფო) პროტეროზოულ ერაში ფართოდ განვითარებული ერთუჯრედიანებისა და კოლონიური ლურჯმწვანე წყალმცენარეების გვერდით ჩნდება წითელი და მწვანე წყალმცენარეების ბაქტერიების ახალი ჯგუფები, კერძოდ რკინის ბაქტერიები. დიდი რაოდენობის სხვადასხვაგვარი და საკმაოდ კონკრეტული ჯგუფები წარმოიქმნა ცხოველთა სამყაროშიც: ღრუმლები, ჭიები, მედუზები და სხვა.

მსოფლიო ეკვატორიის მთელი რიგი ბინადარნი-მცენარეები და ცხოველები დღემდე ინარჩუნებენ გარეგნულ მსგავსებას ძველებურ ფორმებთან. ძველ ფორმებიანთან მსგავსება შეინარჩუნა განვითარების საკმაოდ მაღალ საფეხურზე მდგომმა ზოგიერთმა სახეობამაც. მათ დიდხანს თვლიდნენ განსაკუთრებულ ჯგუფად - „ზოოფიტებად“ ( ე.ი. ცხველური და მცენარეული) ამ აზრს იზიარებდნენ უდუიდესი ნატურალისტები თითქმის მე-18 საუკუნემდე. კ. ლინე ვარაუდობდა, რომ ზოოფიტები -წყლის მვცენარეებია. მართლაც, ზღვის ზოგიერთი ცხოველი თავისი ფორმით მცენარის შესანიშნავ იმიტაციას წარმოადგენს. ასეთებია მაგალითად, ჰიდროპოლიპი-ზღვის ხავსი და ზღვის შროშანი.

ზოგიერთ მრავალუჯრედიან ფოტოტროფულორგანიზმს მაგ. მწვანე წყალმცენარე ვოლვოქს - გვარი-Volvox-ბოტანიკოსები „თავის სახეობებად“ ე.ი. მცენარეებად თვლიან, ხოლო ზოოლოგები -ცხოველებად. ევოლუციის ტემპი მატულობდა ამის მიზეზი კი ორია:

1. საარსებო პირობების შეცვლა, რამაც გამოიწვია სიცოცხლის ფორმების დიდი სხვადასხვაობა და უფრო რთული ორგანიზაცია;
2. ორგანიზმების უფრო მაღალი რეაქცია საარსებო პირობებზე, იმ უკიდურესად სპეციალიზებული შემთხვევების გამოკლებით, როდესაც პირობების შეცვლა ორგანიზმის დაღუპვას იწვევდა.

მცენარეთა სამყაროს განვითარების ისტორიაში უმნიშვნელოვანესი მოვლენები მოხდა პალეოზოური ერის სილურიულ და დევონურ პერიოდებში. ეს იყო ჯერ კიდევ პატარა ზომის სულ 15-20 სმ სიმაღლის მცენარეები, რომლებიც მთლიანად ფარავდნენ ხმელეთს შესაძლოა ამ პერიოდში უკვე არსებობდნენ: სოკოები, ხავსი, ლიქენი.

სილურიულის მომდევნო დევონურ პერიოდში მოხდა მცენარეთა მასობრივი „ გადასახლება“ ხმელეთზე მცენარეებმა დიდ ზომებს მიაღწიეს, განვითარების ფაზათა მონაცვლეობა (გემატოფაზები და სპოროფაზები), რომელიც მაშინ მრავალ მცენარეს ჩამოუყალიბდა, ძლიერ ხელსაყრელი გამოდგა, ეს საშუალებას აძლევდა მცენარეებს სიცოცხლის ერთი ნაწილი წყალში გაეტარებინათ (გ ა მ ე ტ ო ფ ა ზ ა), ხოლო მეორე ნაწილი წყლის გარეთ ხმელეთზე (ს პ ო რ ო ფ ა ზ ა) ხმელეთზე ცხოვრების გამო სპოროფიტს კარგად ჰქონდა განვითარებული მიწისზედა ნაწილი, წარმიქმნა გამტარი კონები.

დევონური პერიოდის მეორე ნახევრიდან ფართოდ გავრცელდა ხისმაგვარი გვიმრები და შვიტები-კალამიტები. წარმოიქმნა წიწვოვანებთან ახლოსმდგომი ფორმები-კორდაიტები, რომლებიც სიმაღლით 30 მ. აღწევდნენ. ყველგან სადაც ლამიანი წყლით გაჟღენთილი ნიადაგი იყო, ეს ხეები ქმნიდნენ ტყეებს. მრავლად ხარობდნენ ხეები ლაგუნათა ნაპირებზე და ნალექებზე. მათ ძირს ურეცხავდა წყალი, განსაკუთრებით წყალდიდობისას, ხეები წყალში ცვივოდნენ და ნალექებით იფარებოდნენ ჰაერის შეღწევადობის გამო მიმდინარეობდა ხეთა მთელი ფენების მშრალი გამოხდა და დროთა განმავლობაში ეს ვეებერთელა მასა ქვანახშირის საბადოდ იქცეოდა.

ქვანახშირის პერიოდში განვითარდნენ შისველთესლოვანი მცენარეები და თესლოვანი გვიმრები; რინიეფიტები გაქრა.

პერმულ პერიოდში თესლიან ლიკოპოდიუმისებრთა და კორდაიტების უმეტესობა გადაშენდა. ლიკოპოდიუმისებრნი და შვიტასმაგვარნი ძლიერ შემცირდნენ, სამაგიეროდ წარმოიქმნა შისველთესოვანთა ახალი ტიპები, მათ შორის საგოვანები ახლანდელი არაუკარიებისა და წიწოვანთა წინაპრები, ვითარდებოდნენ გინკგოსებრნი. პერმული პერიოდის დასასრულისათვის გაბატონდნენ შიშველთესლოვნები.

პალეოზოურს მოჰყვა მეზოზორი ერა, რომელიც სამ პერიოდად იყოფა: ტრიასული, იურიული და ცარცის. ტრიასულში და განსაკუთრებით იურიულ პერიოდში ძლიერ გამდიდრდა შიშვლთესლოვანთა ფლორა. იურიული ტყეები შედგებოდა უმთავრესად საგოვანების, გინკგოსებრებისა და არაუკარიებისაგან. უხვად ხარობდა ხისებრი გვიმრები, უამრავი რაოდენობით იყო ხავსიც. იურიულ პერიოდში გამოჩნდნენ კეიტორნიურნი, რომლებსაც ნამდვილად ნაყოფ ფოთლის ჰომოლოგები და კენკრისებრი ნაყოფი ჰქონდათ.

ცარცულ პერიოდში ფართოდ გავრცელდნენ ნამდვილი ყავილოვანი მცენარეები. ყვავილოვანთა განვითარება მნიშვნელოვანი გარდტეხის ეტაპი იყო მცენარეულსა და ცხოველთა სამყაროში.

ყვავილოვანთა მერქნიანმა ფორმებმა: მაგნოლიამ, დაფნამ, ჭადარმა, ევკალიპტმა, ფიკუსმა, ვერხვმა, ტორფმა, წიფელამ, ვაზმა და სხვა. დედამიწაზე დიდი სივრცეები დაიპყრეს. ასევე მალე გავრცელდნენ ხისებრი ერთლებლიანი პალმები. ახალ პირობებთან შეგუების შედეგად ბალახისმაგვარი მცენარეებიდან განვითარდა ხმელეთისა და წყლის ფორმები.

ყვავილოვანმა მცენარეებმა ძლიერ განვითარებას მიაღწიეს კაინოზოურ ერაში. ამ ერის პირველი პერიოდები-პალეოგენი და ნეოგენი, რომლებიც 85-90 მლნ. წელს გძელდებოდნენ, გამოირჩეოდნენ საკმაოდ თბილი კლიმატით. უკვე მაშინ დედამიწის ზედაპირის ლანდშაფტი თანამედროვეს მოგვაგონებდა. გაჩნდა ფოთლოვანი ტყეები, ძლიერ გავრცელდა მაგნოლია, დაფნის ხე, პურის ხე, ლეღვი, მირტისებრი ხეები, მუხა, ნეკერჩხალი, იფანი, კაკალი და მრავალი სხვა. წიწოვან მცენარეებს უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდათ, როგორც სუფთა წიწოვანი ასევე შერეული (ფოთლოვანთან შერეული ტყეების შესაქმნელად. გაჩნდა მდიდარი ბალახოვანი ფლორა.

მომდვნო-მეოთხეული (თანამედროვე) პერიოდში, რომელიც 1,6-1,8 მლნ. წელს მოიცავს, დედამიწის ჰავა მკვეთრად შეიცვალა. დაეცა ტემპერატურა და გაიზარდა ნალექების რაოდენობა. ამან დედამიწის მაღალ განედებში ყინულის კოლოსალური რაოდენობით დაგროვება გამოიწვია ეს ყინულები შემდეგ სახმხრეთისაკენ დაიძრნენ დაიწყო გამყინვარების ეპოქა. ევროპაში უდუდესი გამყინარების ეპოქაში ყინული სამხრეთ ინგლისამდე და ევროპის ცენტრალურ ნაწილამდედაც აღწევდა. უკრაინაში გამყინვარება მდინარე დნეპრის გაყოლებით აღწევდა ახლანდელ დნეპროპიტროვსკისა და უიტმირის ოლქებამდე. გამოჩნდნენ ყინვაგამძლე მცეარეები.

მესამეული პერიოდის დასასრული და მეოთხეულის დასაწყისი დაკავშირებულია ადმიანის გამოჩენასა და განვითარებასთან. ადამიანი დედამიწაზე დაახლოეით მლნ. წლის წინ გაჩნდა და მცენარეებზე ზემოქმედებიხ ახალ ფაქტორად იქცა ადამიანმა დაიწყო მისთვის სასარგებლო მცენარეების მოშენება (კულტურული მცენარეები), რასაც ველურ მცენარეთა არეალის შევიწროება მოჰყვა.

ამგვრად დედამიწის მცენარეული სამყაროს განვითარების ისტორიაში შეიძლება გამოვყოთ სამი ძირითადი პერიოდი;

1. წ ყ ა ლ მ ც ე ნ ა რ ე უ ლ ი ( ძირითადად პალეოზოური);
2. უ მ ა ღ ლ ე ს ი ს პ ო რ ო ვ ა ნ ე ბ ი ( ზედა პალეოზოური);
3. შ ი შ ვ ე ლ თ ე ს ლ ო ვ ნ ე ბ ი და ფ ა რ უ ლ თ ე ს ლ ო ვ ნ ე ბ ი მეზოზოურიდან - შიშველთესლოვნები და ცარცულიდან-ფარულთესლოვნები, რომლებიც ძლიერ განვითარდნენ კაინოზოური ერის დასაწყისიდან.

**მცენარეთა მნიშვნელობა**

რაც უფრო თანმიმდევრულად და ღრმად ვიკვლევთ ბუნებას, და მის ფონზე ადამიანის სიცოცოხლეს, მით უფრო ნათლად ჩნდება მცენარეთა უდიდესი როლი, საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ ჩვენ პლანეტაზე მცენარეები თითქმის ყველგანაა გავრცელებული. ისინი არქტიკისა და ანტრაქტიკის ერთი შეხედვით უსიცოცხლო სივრცეებშიც ცხოვრობენ. თვით ატმოსფერო, ჰაერი რომლითაც ჩვენ ვსუნთქავთ სავსეა უამრავი უმცირესი მცენარეებით ან მათი ჩანასახებით (სპორებით), ბაქტერიებით, სოკოებით და აგრეთვე ვირუსებით. ჰაერის დინებით ისინი უზარმაზარ მანძილზე ვრცელდებიან. მათი სახეობების შემადგენლობის, ცხოველმოქმედებისა და გავრცელების შესწავლა-განსაკუთრებული მეცნიერების-აერობიოლოგიის შესწავლის საგანს წარმოადგენს.

სპეციალურმა ანალიზმა განსაკუთრებული შედეგები მოგვცა: გაირკვა, რომ 1მ3 ჰაერში შეიძლება იყოს ათი ათასობით ბაქტერიის, სოკოსა და ვირუსის ყველანაირი ეგზემპლარი. გამოთვლილია აგრეთვე, რომ ბაქტერიების მაღალი კონცენტრაციის პირობებში ადამიანი ერთჯერ ჩასუნთქვით ჩაისუნთქავს ბაქტერიის 400-600 სპორას, ხოლო ატმოსაფეროში ამოისუნთქავს მხოლოდ 2-3 -ს.

საკვებიც და წყალიც სავსეა უამრავი მიკროსკოპული მცენარით. მიკრობთა უზარმაზარი მასა ბინადრობს ნიადაგში, ისინი დიდ როლს ასრულებნ ნიადაგწარმოქმნის პროცესში და სახნავის, საძოვრებისა და სათიბების ნაყოფიერების მაჩვენებელია.

მცენარეების, განსაკუთრებით წყალმცენარეების არანაკლებ საინტერესო სამყარო სახლობს ოკეანეებისა და ზღვების, მდინარეებისა და ტბების თვალუწვდენელ სივრცეებში.

მცენარეები ახალ საცხოვრებელ ადგილებში ვრცელდებიან. ისინი იქაც კი სახლობენ, სადაც არავითარი სიცოცხლე არ არის. თოვლსა და ყინულებში, ცხელ წყაროებში-გეიზერებში-ცხოვრობენ ზოგიერთი წყალმცენარეები, შიშველ კლდეებსა და მინაზეც კი შეიძლება დასახლდენ მღიერები. ცხოველებისაგან განსხვავებით მცენარეებს ახასიათებს ბიოსფეროს ყველა ფენაში უფრო ფართო საყოველთაო დასახლება.

მცენარეები კოსმოსურ როლს ასრულებენ. რაც გამოიხატება შემდეგში: მცენარეთა უმრავლესობას არამწვანეთა გამოკლებით (ბაქტერიები, სოკოები, მიქსომიცეტები და მცირე რაოდენობის პარაზიტული სახეობის ფარულთესლოვანები) მწვანე შეფერილობა აქვს. ეს ფერი, მხოლოდ მცენარეებისთვისაა დამახაიათებელი. მცენარეთა მწვანე ფერი განპირობებულია ფოთლებში ქლოროფილის მატარებელი უჯრედებით, რომლებიც განსაკუთრებულ სტრუქტურულ წარმონაქმნებში (ე.წ. პლასტიდებში) შეიცავენ მწვანე მღებავ ნივთიერებას - ქლოროფილს. მწვანე ფერთან- ქლოროფილთანაა დაკავშირებული მცენარეთა საჰაერო კვება ე.ი. ორგანული ნივთიერების წარმოქმნა, რომელიც ფოტოსინთეზის პროცესითაა ცნობილი.

სხვა ფოტოქიმიური პროცესებისაგან განსხვავებით ფოტოსინთეზი მიმდინარეონბს არა ენერგიის დახარჯვით, არამედ დაგროვებით. მზის რადიაცია წარმოადგენს არა მარტო ენერგიის წყაროს ორგანულ ნივთიერებათა წარმოსაქმნელად, არამედ არეგულირებს კიდეც მცენარეთა განვითარების პროცესებს (დღეღამური ბიოლოგიური საათები, ფოტოპერიოდულობა, სეზონური პერიოდულობა).

პლანეტაზე ამჟამად გაბატონებულ ღეროფოთლოვან მცენარეებს კვების ორი პოლუსი აქვთ. გარდა მზისაკენ მიმართული მწვანისა-ჰელიოტროპული პოლუსისა, სადაც მიმდინარეობს ფოტოსინთეზი, მცენარე იკვებება დიამეტრულად საწინააღმდეგო გეოტროპიკულ პოლუსზეც. მცენარე ფესვებით ითვისებს წყალსა და მინერალურ ნაერთებს, რის შედეგადაც ქმნის ცილებს. უახლესმა გამოკვლევებმა დაამტკიცეს, რომ ქლოროფილიც მონაწილეობს ცილების შექმნაში. მაშასადამე მცენარის მწვანე ქლოროფილის მატარებელ უჯრედში არაორგანული ნივთიერებებიდან წარმოიქმნება ორგანული ნივთიერებანი ( ნახშირწყლები, ცილები, ცხიმები) შენაერთების აღნიშნული ეს სამი ჯგუფი წარმოადგენს ადამიანთა და ცხოველთა საკვებს.

არაორგანული ნივთიერებების ორგანულ შენაერთებად, დედამიწის მთელი მოსახლეობის კვების პროდუქტად გადაქცევის პროცესი ხდება მწვანე მცენარის ქლოროფილის მატარებელ უჯრედში. ჩვენი დროის მეცნიერებსა და ინჟინრებს შეუძლიათ, მხოლოდ იოცნებონ ამ პროცესის აღწარმოებაზე. რაოდენ რთული აგებულება უნდა ჰქონდეს მცენარეულ უჯრედს და მით უმეტეს მთელ ორგანიზმს, რომელიც ტვითმარეგულირებელ და თვითაღმწარმოებელ სისტემას წარმოადგენს. ირკვევა, რომ ნებისმიერი მცენარე, თვით ერთუჯრედიანებიც, რომლებიც ერთი შეხედვით მარტივად ორგანიზებულს ჰგვანან, სინამდვილეში უფრო რთულები არიან, ვიდრე რომლებიც გნებავთ თანამედროვე საანგარიშო-გამომთვლელი მანქანა.

უფრო მეტიც უჯრედსა და მთელს ორგანიზმს შესწევს უნარი ე.ი. მათ შეუძლიათ შექმნან თავისი მსგავსები, რაც მანქანისათვის არ არის დამახასიათებელი.

მცენარეთა სიცოცხლის ხანგძლივი ისტორიის მანძილზე, რომლებიც ასობით მილიონ წელს გრძელდებოდა, ფოტოსინთეზის პროდუქტებმა შექმნეს ენერგეტიკული მასალის უდუდესი მარაგი: ქვანახშირი, ტორფი, ნავთობი. ფოტოსინთეზის მსვლელობაში „მზის სხივების კონსერვის“ წარმოქმნის პარალელურად მიმდინარეობს ატმოსფეროში ჟანგბადის გამოყოფა, რომლითაც ჩვენ ვსუნთქავთ.

დედამიწაზე 50000 სახეობის მცენარეა. აქედან დაახლოებით 200 000 (250 000) მოდის ყვავილოვანთა სახეობაზე. მცენარეთა დამუშავების (მემცენარეობა) ისტორია დაახლოებით 8000-10000 წელს ითვლის. არქეოლოგებმა ზუსტად დაადგინეს, რომ ეგვიპტეში ყურძენი დაახლოებით 4700-5000 წელია რაც მოჰყავთ, ხოლო ჩინეთში ბამბა დაახლოებით 4000 წელი. სასოფლო-სამეურნეო სამკურნალწმლო და დეკორატიულ მცენარეთა ძველი კერებია აგრეთვე ინდოეთი, წინა აზია (ასურეთი, ბაბილონი), საბერძნეთი და იტალია.

მცენარეთა სამყარო კვების წესის მიხედვით შეიძლება ორ ჯგუფად გავყოთ:

1. ა ვ ტ ო ტ რ ო ფ უ ლ ი;
2. ჰ ე ტ ე რ ო ტ რ ო ფ უ ლ ი ჯგუფები.

ავტოტროფულები, უმეტესად ქლოროფილის მატარებლნი; ამ ჯგუფს მიაკუთვნებენ მცენარეებს, რომლებიც თავიანთ სხეულებს არაორგანული ნივთიერებებისაგან აგებენ. კვების წესის მიხედვით ავტოტროფული მცენარეები არ შეადგენენ სავსებით ერთგვაროვან ჯგუფებს. მათ სამ ძირითად ჯგუფად ყოფენ (ამათგან მხოლოდ ორია კარგად განცალკავებული: მწვანე ავტოტროფულები, უქლოროფილო ავტოტროფულები, პარაზიტები და საფროფიტები (ქლოროფილ დაკარგულები).

ქლოროფილ მატარებელთა პრველი ჯგუფი ზემოთ უკვე დავახასიათეთ. მეორე ჯგუფს მიაკუთვნებენ მცირერიცხოვან მცენარეთა სახეობებს, რომელთაც ქლოროფილი არ გააჩნიათ, მაგრამ მაინც შესწევთ უნარი დამოუკიდებლად შექმნან ორგანული ნივთიერება. ამ შემთხვევაში ენერგიის წყაროს წარმოადგენს არა სინათლე, როგორც მაგალითად, მწვანე მცენარეებისათვის, არამედ დამჟანგავი რეაქციები, რომელთა დროსაც გამოიყოფა ქიმიური ენერგია. უქლოროფილო ავტოტროფულებს მიაკუთვნებენ ბაქტერია ნიტრიფიკატორებს, გოგირდბაქტერიებს, და რკინა ბაქტერიებს.

ფოტოსინთეზისაგან განსხვავებით ორგანულ ნივთიერებათა ქიმიური ენერგიის ხარჯზე წარმოქმნის პროცესს ქემოსინთეზს უწოდებენ. ეს დიდი აღმოჩენა ეკუთვნის რუს მეცნიერს ს.ნ. ვინოგრადსკის (1856-1953).

მესამე ჯგუფი - ნაკლებად ერთგვაროვანია. აქ გაერთიანებულია მცენარეები, რომლებიც ავტოტოროფულობიდან პარაზიტიზმამდე გარდამავალ სხვადასხვა საფეხურზე დგანან, რის გამოც კარგავენ ქლოროფილს. ამ ქვეჯგუფს მიაკუთვნებენ მრავალ საყოველთაოდ ცნობილ ყვავილოვან მცენარე-პარაზიტს მაგ, აბრეშუმას- და სხვა. კელაპტარას, აგრეთვე საფრიფიტულ მცენარეთა მთელ სერიას. საფროფიტულები უფრო ხშირად აღმოცენდებიან ჰუმუსით მდიდარ ნიადაგზე, ნაძვის ტყეებსა და მინდვრებში მაგ. ტყის სანთელა და სხვა.

ავტოტროფულობის რეგრესის და სიცოცხლის პარაზიტულ წესზე გადასვლის სხვადასხვა საფეხურზე დგანან მწერიჭამია მცენარეები- ჩვენს ფლორაში ‘ხორცისმჭამელ“ მცენარეთა ორიგინალური ფორმები წარმოდგენილია დროზერათი, რომელიც ჭაობებშია გავრცელებული. მცენარეთა ევოლუცია „ხორცისმჭამელობის“ მხრივ (ცილოვანიდან ცხოველურ საკვებზე გადასვლა), როგორც სახეობათა რაოდენობით, ისე ამ მიმართულებით სპეციალიზაციის სიღრმით, მნიშვნელოვნად არ განვითარებულა.

ჰეტეროტროფული, ანუ არამწვანენი-ამ ჯგუფს მიაკუთვნებენ მცენარეებს, რომლებიც ცხოველების მსგავსად თავინთ სხეულს აგებენ სხვა მცენარეთა მიერ შექმნილი ორგანულ ნივთიერებათა ხარჯზე. ასეთია უამრავი მცენარე პარაზიტი, კერძოდ სასოფლო-სამეურნეო ცხოველებისა და ადამიანების პარაზიტები. ესაა უმეტესად მიკროსკოპული სოკოები და ბაქტერიები. სხვა საფროფიტები იკვებებიან მკვდარი მცენარეებისა და ცხოველების ნარჩენების ხარჯზე. ამით ისინი ჭეშმარიტად ტიტანურ სამუშაოს ეწევიან და დიდ როლს ასრულებენ ადამიანისა და ცხოველის ცხოვრებაში.

ერთ შემთხვევაში მცენარე - საფროფიტები იწვევენ სიდამპლეს, ე.ი. მკვდარ მცენარეთა და ცხოველების ცილების მინერალიზაციას. მეორე შემთხვევაში ორგანული ნივთიერებები ხრწნას რძემჟავას, ძმარმჟავას და სპირტის დუღილის მეშვეობით. სპოროფიტების ამ თვისებაზეა დამყარებული მაწვნის, ყველის, კარაქის წარმოება, კომბოსტოს დამჟავება, ტყავის მოთრიმვლა. სპირტის დუღილის პროცესში შაქარი ძმარმჟავად გადაიქცევა. ამაზეა დაფუძნებული პურის ცხობა, მეღვინეობა და ლუდის წარმოება.

ამგვარად საფროფიტული მცენარეები, რომელთა უმეტესობას სოკოები და ბაქტერიები შეადგენენ, ასრულებენ კოლოსალურ სასარგებლო სამუშაოს, რაც პირველ ყოვლისა ბუნებაში ნივთიერებათა ბრუნვით გამოიხატება. ავტოტროფული მცენარეები ახდენენ ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზს, ჰეტეროტროფული მცენარეები კი ორგანულ ნივთიერებებს ხრწნიან და კვლავ მინერალურ ნივთიერებებად აქცევენ. ჰეტეროტროფული და ავტოტროფული მცენარეების გარეშე დედამიწაზე სიცოცხლე შეუძლებელი იქნებოდა. გარდა ამისა ჰეტეროტროფულ მცენარეებს დიდი როლი აკისრიათ სოფლის მეურნეობაშიც. ასე მაგალითად, ნიადაგში მცხოვრები ბოლქოვანი ბაქტერიები თანაცხოვრობენ (ს ი მ ბ ი ო ზ ი) პარკოსან მცენარეებთან და ხელს უწყობენ როგროც თვით მცენარის, ასევე ნიადაგის გამდიდრებას აზოტოვანი შენაერთებით, რასაც ისინი ატმოსფეროს აზოტის ხარჯზე ქმნიან. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მრავალ სოკოს დიდი მნიშვნელობა აქვს მრეწველობის სხვადასხვა დარგებისათვის (სასურსათო, სამედიცინო, მიკრობიოლოგიური და სხვა).

დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერებათაგან ცნობილია, რომ ფრინველებსა და ძუძუმწოვრებს (მათ შორის ადამიანის შორეულ წინაპრებს არსებობის საშუალება, მხოლოდ ფარულთესლოვანი მცენარეების განვითარების შემდეგ მიეცათ. პალეონტოლოგიის მონაცემებით ეს მოხდა მეზოზოური ერის ცარცულ პერიოდში- ე.ი. დაახლოებით 100 მლნ. წლის წინ. ფარულთესლოვანთა გამოჩენამდე აღნიშნულ ჯგუფებს არ შეეძლოთ არსბობა, უბრალოდ მათთვის საკვები არ არსებობდა.

შეცდომა იქნებოდა გვეფიქრა, რომ მცენარეთა სამყარო ცალმხრივად მოქმედებს ადამიანზე და რომ ადამიანი მთლიანად მასზეა დამოკიდებული.

თავის მხრივ ადამიანიც ოდიდგანვე აქტიურად ზემოქმედებდა მცენარეებზე, თავისი მოთხოვნილებების საჭიროებისამებრ იყენებდა მათ.

საოცრად დიდია როლი მცენარეთა და მთელი მცენარეული საფარის გარდაქმნაში განსაკუთრებით კი ჩვენს დროში-მაღალი მექანიზაციის და სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის საუკუნეში. თუმცა დიდი უსამართლობა იქნებოდა არ აღგვეღნიშნა ის განსაკუთრებული მნიშვნელობაც, რაც დედამიწაზე მწვანე საფარს აქვს ადამიანისათვის. ამიტომაა, რომ ბუნების დაცვა სახალხო მეურნეობის ინტენსიური ინდუსტრიალიზაციის ეპოქაში ერთ ერთი პიირველხარისხოვანი ამოცანათაგანია.

**მცენარე და სოფლის მეურნეობა**

მცენარე და აგრონომია მჭიდროდ არიან ერთმანეთთან დაკავშირებულნი-საერთო შესასწავლი ობიექტით, მუშაობის საერთო მეთოდით და განვითარების საერთო ისტორიით. ბოტანიკოსი სწავლობს მცენარეთა აგებულებისა და განვითარების კანონზომიერებებს, ბუნებრივ (ველურ) მცენარეთა და მათი ჯგუფების სახეობრივ შემადგენლობას, მეცნიერ-აგრონომი-მცენარეთმცოდნეა, სელექციონერი კი-კულტივირებულ მცენარეთა, ხშირად ბოტანიკოსის საკვლევ ობიექტად კულტივირებული მცენარეებიც იქცევიან, განსაკუთრებით ისინი რომლებიც პირველად ინერგებიან კულტურაში. ამგვარად ბოტანიკასა და აგრონომიას შორის მტკიცე ზღვარის გავლება შეუძლებელია და ეს შემთხვევითი როდია, ვინაიდან აგრონომია ბოტანიკის წიაღში წარმოიშვა და მის დარგს წარმოადგენს. უფრო სწორად აგრონომია მეცნიერებაში ბოტანიკის დამატებად ითვლება. აგრონომისა და ბოტანიკოსის მიზანი ერთია-მცენარეთა რაც შეიძლება სრულად გამოყენება ადამიანის პრაქტიკული მოთხოვნიებების დასაკმაყოფილებლად. მარცვლეულის ხილისა და მწვანე მასის მაქსიმალური მოსავლის მიღება.

ყოველთვის როდი ხერხდება აგრონომიულსა და ბოტანიკურ პროფილებს შორის მკვეთრი ზღვარის გავლება. ასე მაგალითად, სათიბებისა და საძოვრების მცენარეულობის შესწავლისას და მათი ნაყოფიერების გაზრდის მიზნით აგრო-მერიოაციულ ღონისძიებათა ორგანიზაციის დროს აგრონომი ნაწილობრივ გვევლინება ბოტანიკოსად, ხოლო ბოტანიკოსი-აგრონომად.

კიდევ უფრო მჭიდრო კავშირი და ურთიერთგაგებაა ნიადაგმცოდნეთა, აგროქიმიკოსებისა და ბოტანიკოსების მუშაობის მეთოდებში. საკმარისია აღინიშნოს რომ, ინდიკაციურ გეობოტანიკის განვითარებადი დარგი აგროქიმიკოსს აწვდის ერთ ერთ მეთოდს ნიადაგის (ან გრუნტის) ხარისხის, მისი ფიზიკურ-ქიმიური შედგენილობის, ჰიდროლოგიური პირობებისა და სხვა. დასახასიათებლად ბოტანიკოსებმა უნდა შეისწავლონ მსოფლიო ოკეანეში, კონტინენტზე, მდინარეებსა და ტბებში, ატმოსფეროში გავრცელებული დაახლოებით 500000 სახეობის მცენარე, ხოლო აგრონომის წილი მოდის ხმელეთის არა უმეტეს 10% ტერიტორიაზე კულტივირებული მცენარეთა დაახლოებით 1500 სახეობისა და მრავალი ჯიშის შესწავლა. სამაგიეროდ აგრონომისა და მიწათმოქმედის წინაშე დგას პირდაპირი ამოცანა-მთელი კაცობრიობისათვის შექმნას საკვები პროდუქტებისა და ყოველგვარი მცენარეული ნედლეულის სიუხვე. ეს მეტად საპასუხისმგებლო ამოცანაა, რადგან კვება არა მარტო ყველა ცივილიზაციისა და პროგრესის საფუძველია, არამედ თვით სიცოცხლის საფუძველიც.

აგრონომი სრულყოფილად უნდა ფლობდეს წარმოების ყველა მაკონტროლებელ ფაქტორს, კერძოდ ნებისმიერი სასოფლო-სამეურნეო კულტურის მოსავლის მიღებას, აკონტროლებდეს მისი გაზრდისა და განვითარების პროცესის მეთოდებს. ამ კონტროლმა უნდა მოიცვას ჩასახვისა და ორგანოთა განვითარების (ო რ გ ა ნ ო გ ე ნ ე ზ ი) ყველა ეტაპი, დაწყებული თესლის გაღივებიდან, ბოლქვის ან ვეგეტატიური გამრავლების სხვა ორგანოების, ყლორტების ჩამოყალიბებამდე, ყვავილობასა და მსხმოიარობამდე. მკაცრ ბიოლოგიურ კონტროლს მოითხოვს მცენარის მიწისქვეშა სფეროს განვითარების მსვლელობაც.

ეკოლოგიურად დაყოფილი ყველა საწარმოო ნაკვეთიდან აგრონომს უნდა ჰქონდეს სისტემატური და ზუსტი ინფორმაცია მცენარეებში ორგანოგენეზის ეტაპების მსვლელობის შესახებ. უნდა წინასწარ ვივარაუდოთ, რომ ზოგ შემთხვევაში გავითარების ეს ეტაპები შესაძლოა ნელა მიმდინარეობდეს, ხოლო ზოგში ზედმეტად ინტენსიურად. პირველი მოწმობს მოცემულ მომენტში მცენარის სუსტ სიცოცხლიერობაზე, მეორე მეტისმეტად ძლიერ განვითარების შესაძლებლობებზე (მაგ. ყლორტ წარმოქმნის ან ბარტყობის ფაზაში) ყვავილების მომდევნო ეტაპებზე თესლის და ნაყოფის ჩამოყალიბებისას მოსალოდნელი დეპრესიის შესახებ. ყველა შემთხვევაში საჭიროა შესაფერი აგროტექნიკური ღონისძიებებისა და დამატებითი კონტროლის ჩატარება. მცენარის განვითარების პროცესის ორგანიზაცია და კონტროლი თითქმის მთლიანად ბოტანიკური მორფოლოგიის მეთოდებზეა დამყარებული.

მაშასადამე ბიოლოგიური კონტროლის ორგანიზებისა და შემდგომ მის გატარებაში კვლავ წარმოიქმნება კონტაქტი ბოტანიკოსსა (მორფოლოგ-მორფოგენისტი) და აგრონომს (მემცენარე ეკოლოგს შორის).

სამეცნიერიო-ტექნიკურ პროგრესზე დაფუძნებუი სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ორგანიზატორს უნდა შეეძლოს არა მარტო ორგანოგენეზის ეტაპების შედარებითი მიკროსკოპული ანალიზის მონაცემებით ხლმძღვანელობა, არამედ უნდა ფლობდეს კიდეც ამ მეთოდს.

მსოფლიო გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ შესაფერისი აგროტექნიკური ღონისძიებების გატარებით შეიძლება უფრო მეტად გავზარდოთ იმ სხვადასხვაგვარ ბუნებრივ მცენარეულობათა დაჯგუფებების მწარმოებლურობა, რომლებთაც ვიყენებთ საძოვრებად, სათიბებად და ტყის სავარგულებად.

მეცნიერთა ყურადღებას იპყრობს მსოფლიო ოკეანისა და მტკნარ წყლიანი აუზების ბიოლოგიური პროდუქტიულობა. ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზის დიდი ნაწილი ხომ ზღვის წყალმცენარეების წილად მოდის. იქნებ შესაძლებელია ზღვის მცენარეების უფრო რაციონალურად გამოყენება ადამიანისა და სასოფლო-სამეურნეო ცხოველების საკვებად, ორგანულ სასუქად, სამრეწველო ნედლეულად, სამედიცინო წარმოებისათვის.

უკვე მომწიფდა იმის საჭიროება, რომ მსოფლიო ოკეანის, მტკნარწყლიანი აუზების, მდინარეებისა და ტბების ბაზაე მოეწყოს ფართო სელექციურ-გენეტიკური გამოკვლევები. ვფიქრობთ, რომ უახლოეს მომავალში უეჭველად დადგება საკითხი საზღვაო მემცენარეობის ორგანიზების შესახებ. ყოველ შემთხვევაში ახლა დაბეჯითებიდ შეიძლება იმის თქმა, რომ უახლოესი მომავლის მეცნიერ-აგრონომი იქნება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების არა მარტო ორგანიზატორი, არამედ გარშემო მდებარე ველური ბუნების პატრონი-ეკონომიკოს-ბოტანიკოსი, რომელიც აღჭურვილია მცენარეული საფარის აგებულებისა და განვითარების საერთო კანონზომიერებათა ცოდნით (მაგ. ჭაობებისა) ეკონომიკოს-ბოტანიკოსი მწარმოებლურობის გასადიდებლად ატარებს აგლომერიოლაციურ ღონისძიებებს. პირველ შემთხვევაში სათიბებისა და საძოვრებისათვის, სხვა შემთხვევაში-მოსავლიანი ყანებისათვის. მან შეისწავლა ბუნებრივ-მცენარეულ დაჯგუფებაში ველური საკვები მცენარეების სახეობითი შემადგენლობა და ისინი ნაკლებმწარმოებლური სავარგულების, სათიბებისა და საძოვრების გამდელოებისათვის გამოიყენა.

ყოველ წელს ბოტანიკოსები აღმოაჩენენ, ხოლო აგრონომებს კულტურაში შემოაქვთ მრავალი სასარგებლო მცენარე, როგორიცაა საკვები ეთერზეთოვანი, სამკურნალო და ტექნიკური მცენარეები. როგორც ბუნებრივი, ასევე კულტივირებული მცენარეების რესურსების მაშტაბი და კომპლექსურობა წარმოადგენენ ქვეყნისა და მისი მიწათმოქმედების კულტურის საერთოდ დონის მთავარ მაჩვენებელს საფრანგეთში მხოლოდ ახლახან მევენახეობის არსებობის მეექვსე ათას წლისთავზე მიიღეს ყურძნის წიპწისაგან ზეთი. ეს ზეთი ძლიერ ეფექტური გამოდგა გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მკურნალობისას, განსაკუთრებით ათეროსკლეროზის დროს.

დედამიწაზე არასდროს არ მდგარა ასეთი გრანდიოზული მაშტაბით ამოცანა გამოვიყენოთ მეცნიერებისა და ტექნიკის ძალა, რათა მთელი წარმოება ხალხის საკეთილდღეოდ გარდავქმნათ.

მოცემულ კურსში ყურადღება ეთმობა ბოტანიკის ისეთ დარგებს, რომლებიც აგრონომიული განათლების ბიოლოგიურ საფუძველს წარმოადგენენ. მხოლოდ კარგ ბიოლოგიურ საძირკველზე დაყრდნობით შეიძლება აგრონომმა სწრაფად და სწორად გადაწყვიტოს სპეციალური კერძო საკითხები იმ მეურნეობაში, რომელსაც ხელმძღვანელობს და თავისი სამუშაო გარდაქმნას ახლადდასმული ცნების შესაბამისად.

**თავი I**

**ციტოლოგია**

**1.1. უჯრედის სწავლების საფუძვლები ( ციტოლოგია)**

**ციტოლოგია და მისი ამოცანები.**  უჯრედის მიკროსკოპული და სუბმიკროსკოპული აგებულებისა და მისი ცხოველმოქმედების შემსწავლელ მეცნიერებას ციტოლოგია ეწოდება. ამასთან სუბმიკროსკოპული ეწოდება ათეულ და ასეულ ათასჯერ გადიდებულ აგებულებას, რომელიც მოჩანს ელექტრონული მიკროსკოპით დაკვირვებისას.

ცნობილი თანამედროვე ამერიკელი ციტოლოგების ა. ლევისა და ფ. სეკევილის განმარტებით უჯრედი ნახევრადშეღწევადი მემბრანით შემოფარგლული ბიოლოგიური აქტივობის ერთეულია, რომელსაც შესწევს თვითწარმოქმნის უნარი ისეთ გარემოში, სადაც არ არის ცოცხალი სისტემები.

**ციტოლოგიის ძირითადი მეთოდები.** ციტოლოგიის ძირითადი მეთოდებია:

1. შუქოპტიკური ანალიზი- შესასწავლი ობიექტის თხელი ანაჭრების , აფსკების, ქსოვილების ან ნაცხების მიკროსკოპული სტრუქტურის შესწავლა;
2. ელექტრონული მიკროსკოპია - 1,5ნმ2 ზომის სტრუქტურათა მიკრომოლეკულური შესწავლა გაფლუორესცირებულ ეკრანზე, ან ფოტოპირზე 100-200 ათასჯერ და უფრო მეტად გადიდებისას;
3. ფიზიკურ-კონტრასტული მიკროსკოპია (ოპტიკურ მიკროსკოპზე სპეციალური საცმით) გარდატეხის ერთიანი მაჩვენებლის მქონე კომპონენტების შესწავლა.
4. ქსოვილთა კულტურის მეთოდი-ორგანიზმის გარეთ მკვებავ გარემოზე გაზრდილი ცოცხალი უჯრედების სტრუქტურისა და ცხოველმოქმედების შესწავლა.
5. ციტოქიმიური მეთოდი საშუალებას გვაძლევს გამოვავლინოთ უჯრედში სხვადასხვა ნივთიერებათა-ცილების, ნუკლეინის მჟავების, ცხიმების, ნახშირწყლების, ჰორმონების, ვიტამინებისა და სხვა არსებობა; ამასთან, განსაკუთრებულ ხელსაწყოებს-სპექტროციტოფოტომეტრების დახმარებით ამ ნივთიერებათა რაოდენობის დადგენაც არის შესაძლებელი.
6. მიკროსკოპული ქირურგია-მაგ. უჯრედიდან ბირთვის გამოცალკავება და სხვა.

**1.2. უჯრედის შემსწავლელი ისტორია**

უჯრედზე წარმოქმნის შექმნა მიკროსკოპის გამოგონებასთანაა დაკავშირებული. ეს დიდი აღმოჩენა, როგორც დადგენილია, გალილეო გალილეის ეკუთვნის. 1609 წელი ერთი წლით ადრე კი იმავე მეცნიერმა გამოიგონა სამზერი მილი (ტელესკოპი), რომლის საფუძველზეც შეიქმნა მიკროსკოპი.

თანამედროვე ოპტიკური მიკროსკოპის პროტოტიპი სწრაფად განიცდიდა სრულყოფას გარჩევის უნარის ზრდის მიმართულებით.

შეგახსენებთ, რომ გარჩევის უნარი იზომება დასაკვირვებელი ობიექტის იმ უმცირესი ზომებით, რომელთა გარჩევა შეუძლია მიკროსკოპს მაგ. 0,1 მმ (100 მკმ). ე.ი. თუ ორ პარალერულ ხაზს შორის მანძილი 0,1 მმ-ზე ნაკლებია, ეს ორი ხაზი გვეჩვენება, როგორც ერთი: შუქოპტიკური მიკროსკოპის გარჩევის უნარი კი უდრის 0,25 მკმ-ს ე.ი. ნორმალური ადამიანის თვალის მხედველობის უნარს აღემატება 400-ჯერ.

მიკროსკოპის მოდერნიზაციას, მასზე მესამე, შემკრები ლინზის (კოლექტორის) დადგმისა და მის სამეცნიერო კვლევისათვის გამოყენებას ინგლისელ მეცნიერს რ. ჰუკს მიაწერენ. იმდროინდელ მეცნიერთა უმეტესობის მსგავსად, ჰუკიც დიდი მაშტაბის მრავალმხრივი მეცნიერი-ბუნებისმეტყველი გახლდათ. იგი ფიზიკოსი, ქიმიკოსი და ბოტანიკოსიც იყო. 1669 წელს ტავის ნაშრომში „მიკროგრაფია“ მან ანწლის, კამის, ლერწმის და სხვა. მცენარეთა ღეროების შედარებით თხელი ანაჭრები ისევე აღწერა, როგორც ხედავდა მათ მიკროსკოპში. რ. ჰუკმა აღმოაჩინა მცენარეთა უჯრედოვანი აგებულება და მანვე გამოიყენა პირველად ტერმინი „უ ჯ რ ე დ ი“.

მოკლე ხანში ჰუკის თანამედროვეებმა იტალიელმა მ. მალპიგიმ (1671-79) და ინგლ. ნ. გრიუმ (1672-82) საფუძველი ჩაუყარეს მეცნიერებას ქსოვილების შესახებ ( ანატომია და მცენარეთა ჰისტოლოგია) „ უჯრედთა ბუშტუკების“ ანუ „ პარკუჭების“) ერთობლიობის აღსანიშნავად რ. გრიუმ შემოიღო ტერმინი „უჯრედი“.

მე-17 საუკუნის ბოლო მესამედიდან 50 წელზე მეტი ხნის განმავლობაში ქვეყნდებოდა შესანიშნავი ჰოლანდიელი თვითნასწავლი მეცნიერის ა. ლევენჰუკის მიერ შეგროვილი ვრცელი სამეცნიერო ექსპერიმენტული მასალა. ამ პუბლიკაციებში, განსაკუთრებით კი წიგნში „ბუნების საიდუმლოებანი“ (1696) მან გამოაქვეყნა ისეთი მნიშვნელოვანი აღმოჩენები, როგორიცაა მაგალითად, ცხოველთა უჯრედოვანი აგებულება, უჯრედიანი მიკროსკოპული წყალმცენარეები, ქლოროპლასტები, სპერმატოზოიდები და სისხლის წითელი ბურთულაკები და სხვა.

მიუხედავად შედარებით მარტივი კონსტრუქციისა, პირველ მიკროსკოპებს საკმაოდ მაღალი გარჩევის უნარი გააჩნდათ. მიკროსკოპის დახმარებით ჩატარებულმა ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა მკვეთრად შეცვალეს არსებული წარმოდგენები ცოცხალი მატერიის აგებულების შესახებ. მე-17 საუკუნეში მატერიის ბუნების შეცნობის პროცესი ძალზე რთული ტემპით, თითქმის მხოლოდ „მიკროსკოპის მოყვარულობის“ დონეზე მიმდინარეობდა. ამან გამოიწვია ის, რომ მე-18 საუკუნის მანძილზე მიკროსკოპული ტექნიკა უფრო ვითარდებოდა გამოსახულების ზომების გაზრდის ე.ი. „უსარგებლო“ გადიდების გზით და არა მიკროსკოპის გარჩევის უნარის გადიდების მიზნით.

მიუხედავად ამისა მე-17, მე-18 საუკუნეებში ოპტიკის გარჩევის უნარის შესაძლებლობები ბიოლოგიაში ვერ იქნა გამოყენებული. ამის მიზეზი იმდროინდელ ბიოლოგთა მეცნიერულ-მეთოდოლოგიური ჩამორჩენა იყო. მათ ბოლომდე ვერ გაიაზრეს უკვე ცნობილი ფაქტები. აი რატომ იყო, რომ მეცნიერების განვითარებისას ხშირად ამუხრუჭებდა უჯრედის პირველ აღმომჩენთა შემთხვევითი და ზოგჯერ მცდარი აზრები. ასე მაგალითად, ერთ-ერთი ამ ძირითად შეცთომათაგანი იქიდან მომდინარეობდა, რომ რ. ჰუკმა პირველმა აღმოაჩინა უჯრედი და მისი აღნაგობა აღწერა მკვდარ ქსოვილებში. როგროც ცნობილია, საცდელი კორპის თხელ ანაჭრებზე უჯრედოვანი კედლის გარდა არაფერია, რადგან ცოცხალი შიგთავსი-პროტოპლასტი მთლიანად მკვდარია. ცოცხალი მატერიის თვისებებს რ. ჰუკი ამიტომაც უკავშირებდა უჯრედოვან კედელს. ცოცხალი ქსოვილების თხელ ანაჭრებსში კი უჯრედის შიგთავს განიხილავდა როგორც „მკვებავ წვენს“ ან „მცენარეულ ლორწოს“.

სწორედ ამ მიზეზით დიდხანს მე-18 საუკუნეში მე-19-ის პირველ მესამედში უჯრედის მთავარ ორგანოს-ბირთვს არავინ აქცევდა ყურაღებას, თუმცა იმდროინდელი მიკროსკოპების გარჩევის უნარი უკვე იძლეოდა ამის საშუალებას. საინტერესოა ასევე გავიხსენოთ მე-18 საუკუნის ცნობილი მიკროსკოპისტის ფ. ფონტანის მოსწრებულად ნათქვამი: მიკროსკოპში ჩახედვა ყველას შეუძლია, მაგრამ ზოგიერთებს ძალუძთ დანახულზე მსჯელობაო“.

აღსანისნავია, რომ ბირთვის სტრუქტურა პირველად დაინახა და ჩაიხატა თვით ფ. ფონტანმა 1781 წელს. თუმცა სწორი „მსჯელობა ბირთვზე, როგორც უჯრედის მთავარსა და აუცილებელ კომპონენტზე მოგვიანებით, 52 წლის შემდეგ ჩამოაყალიბა რ. ბროუნმა.

მხოლოდ მე-19 საუკუნეში მიიქცია მკვლევართა ყურადღება უჯრედის, მისი ორგანელის შიგთავსმა. ამ დროისათვის უკვე ცნობილი იყო სახამებლის მარცვლები, კრისტალები, ქლოროფილის მარცვლები (ე.ი. ქლოროპლასტები) და სხვა.

განუხრელად იხვეწებოდა მიკროსკოპული ტექნიკა და შესაბამისად გროვდებოდა ახალი ექსპერიმენტული მასალა.

1801 წელს ბ. მირბელმა საფუძველი ჩაუყარა უჯრედის შედარებით-მორფოლოგიური მეთოდით შესწავლას. მალე გ.ლინკისა და კ. რუდოლფის შესანიშნავი გამოკვლევებით დადგინდა, რომ უჯრედების შემქმნელ-ქსოვილებს დამოუკიდებელი კედლები აქვთ. ი. მოლდენჰაურის (1812) შრომებმა უჯრედის მაცერაციის (დაყოფის) შესახებ ბრწყინვალედ დაადასტურეს ეს დებულება. მანამდე გაბატონებული იყო აზრი, რომ უჯრედები დაყოფილი არიან „ საერთო კედლით“

1835 წელს გამოქვეყნდა ფ. დიუჟარდენის სენსაციური დაკვირვებანი პროტოპლაზმაზე (ციტოპლაზმაზე). იგი მას ახასიათებდა როგორც გამჭირვალე ჰომოგენურ მასას, რომელსაც სინათლის გარდატეხის უნარი ზეთზე უფრო სუსტად, მაგრამ წყალზე უფრო მეტად გააჩნია. უჯრედის ამ სუბსტანციას იგი სარკოდას უწოდებდა, მაგრამ ამ საინტერესო დაკვირვებებმა. ისევე როგორც ფონტანისა ჯერ კიდევ ვერ მიგვიყვანეს პრინციპულ დასკვნებამდე და განზოგადებამდე. მხოლოდ 1831 წელს ორქიდიისნაირთა ეპიდემიის შესწავლისას რ. ბროუნმა დაწვრილებით აღწერა ბირთვი, როგორც უჯრედის აუცილებელი და მთავარი კომპონენტი. თითქმის ერთდროულად ი. პურკინიეს (1830-1839) შემოაქვს ტერმინი „პროტოპლაზმა“ ცოტა მოგვიანებით კი გ. მოლი (1846) ფართოდ იყენებს ამ ტერმინს მცენარეული უჯრედის სხეულის აღსანიშნავად.

მცენარეთა და ცხოველთა ორგანიზმების უჯრედული აგებულების ფაქტებს მრავალი მკვლევარი აკვირდებოდა. უჯრედოვანი სტრუქტურების შედარებით დაწვრილებითი აღწერა (გასული საუკუნის 30-იანი წლები) მოგვცეს ი.ჰურკინიემ და მ. შეიდენმა. თუმცა ამ მეცნიერებმა დაკვირვებული ფაქტების განზოგადება ვერ შესძლეს.

ისეთი დიდი აღმოჩენა როგორიცაა საუკუნის უდიდესი თეორია-უჯრედთა თეორია-ჩამოაყალიბა ტ. შვანმა (1839). მისი დამსახურება უპირველეს ყოვლისა ისაა, რომ უჯრედთა დიდ სხვადასხვაგვარობაში მან შენიშნა მათი ერთობა, ერთგვაროვნობა. სწორედ ეს დაედო საფუძვად ცნობილ კანონს ცოცხალი მატერიის აღნაგობისა და განვითარების შესახებ.

ამ თეორიის მთელი არსი შეიძლება გამოიხატოს ძიითადად სამი დებულებით:

1. უჯრედი წარმოადგენს ყველა ცოცხალი ორგანიზმის, როგორც მცენარის, ისე ცხოველთა ელემენტარულ სტრუქტურულ ერთეულს;
2. ახალი უჯრედები წარმოიქმნებიან, მხოლოდ სხვა უჯრედებიდან;
3. მცენარეებისა და ცხოველების უჯრედები დამოუკიდებელნი არიან. ისინი თავისი განვითარებით ერთმანეთისადმი ჰომოლოგიურნი, ხოლო დაკისრებული ფუნქციით ანალოგიურნი არიან.

აღსანიშნავია, რომ თეორიას უჯრედის შესახებ სუსტი მხარეებიც ჰქონდა. პირველი - ტ. შვანის მიხედვით უჯრედის სიცოცხლე განისაზღვრებოდა არა მისი შიგთავსით-პროტოპლასტით არამედ უმთავრესად მისი გარსით (კედლით), ქსოვილებსა და ორგანოებში უჯრედებს ენიჭებოდათ სრული ავტონომია, ამიტომ ორგანიზმების თვისებები მას ცალკეული უჯრედების თვისებათა არითმეტიკულ ჯამამდე დაჰყავდა და ბოლოს მესამე-ტ. შვანმა ვერ მიაგნო უჯრედთა წარმოქმნის წყაროს. იგი გულუბრყვილოდ ფიქრობდა, რომ ისინი უჯრედოვანი ნივთიერებებიდან წარმოიქმნებოდნენ. უჯრედის გაყოფა კი შედარებით უფრო გვიან აღმოაჩინეს. უჯრედების წარმოქმნის საიდუმლოება, მისი გაყოფის გზით ერთ ერთმა პირველმა შენიშნა მოსკოველმა ბოტანიკოსმა ი. ჩისტაკოვმა (1874). მან დაინახა, რომ უჯრედის გაყოფისას ბირთვები ჯერ გაუჩინარდებიან, ბირთვული ნივთიერებებიდან კი წარმოიქმნება წვრილი ძაფები და პატარ-პატარა მარცვლები, რომლებიც შემდეგ (სადედე) უჯრედებში განლაგდებიან. ბირთვისა და უჯრედის გაყოფის სწორად გაგებაში დიდი როლი შეასრულა ე. სტრასბურგერის ნაშრომმა (1875) იგი არა მარტო აკვირდებოდა გაყოფის სტადიებს, არამედ მათ უმეტესობას სახელწოდებებიც კი მისცა.

ამ დიდი აღმოჩენის პატივი, დამსახურებულად ეკუთვნის ცნობილ გერმანელ ციტოლოგს ვ. ფლემინგს (1879-1882). მან პირველმა გვიჩვენა უჯრედის გაყოფის მთელი პროცესის თანმიმდევრულობა, აგრეთვე ქრომატინის ძაფად (ქრომოსომად) გარდასახვის თანმიმდევრობა. ფლემინგმა შემოიღო ტერმინები: ამიტოზი, მიტოზი, კარიოკინეზი.თეორია უჯრედების შესახებ უფრო ზუსტად ჩამოაყალიბა რუდოლფ ვირხოვმა (1858). მას ეკუთვნის პოსტულატი: „ყოველი უჯრედი უჯრედიდანვე წარმოიქმნება“.

თეორიას უჯრედის შესახებ მაშინვე არ მოუპოვებია საყოველთაო აღიარება. მიუხედავად ამისა, იგი მძლავრი სტიმული იყო ციტოლოგიის განვითარებისათვის. მოხდა ახალი შესანიშნავი აღმოჩენები 1877-1881 წწ. ე.რუსოვმა დ.ი. გოროშანინმა პირველებმა მოახდინეს დაკვირვება და აღწერეს ციტოპლაზმური ნაერთები-პლაზმოდერმები უჯრედებს შორის. მოგვიანებით პლაზმოიდების ჩამოყალიბებასა და სტრუქტურას იკვლევენ გერმანელი ბოტანიკოსები ე. სტრასბურგერი და ი. საქსი. ამგვარად, დადგინდა ქსოვილებსა და ორგანოებში უჯრედების ურთიერთკავშირი და აქედან გამომდინარე-ორგანიზმის მთლიანობის მატერიალური საფუძველი.

უჯრედშიგა სტრუქტურისა და უჯრედის ფიზიოლოგიის შესახებ ჩვენი ცოდნის განვითარების მთელი ეპოქა დაკავშირებულია ბირთვების გაყოფის კარიოკინეზის და უჯრედების გაყოფის - ციტოკინეზის აღმოჩენასა და შესწავლასთან (პ.ჩისტიაკოვის, ე. სტრასბურგის, ლ. გინიარისა და სხვა ნაშრომები). ლ. პასტერის ზუსტმა ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა (1858-1860) უკუაგდეს აზრი, არაცოცხალი მატერიიდან უჯრედის თვითწარმოქმნის შესახებ.

ცოცხალი ორგანიზმის უჯრედოვანი აგებულების აღმოჩენა, ფ. ენგელსმა მიაკუთვნა მე-19 საუკუნის სამ უდიდეს აღმოჩენას ბუნებისმეტყველების დარგში. უჯრედი, როგორც სტრუქტურული და ფუნქციური საფუძველი ცოცხალი ორგანიზმების უმეტესობისა, ისევე, როგორც საფეხური (ეტაპი) ორგანული ბუნების განვითარებისა, ყოველთვის ყურადღების ცენტრში იყო.

ჩვენი ცოდნის სრულყოფა მცენარეთა უჯრედოვანი აგებულების სფეროში და იერიში თვით უჯრედის საიდუმლოებათა აღმოსაჩენად მოხდა შუქოპტიკური მიკროსკოპირების ბაზაზე. თუმცა შუქოპტიკური მიკროსკოპის გარჩევის უნარმა გარკვეულ ზღვარს მიაღწია და შეჩერდა კიდევ 0,2 მკმ-ის დონეზე. მიკროსკოპის გარჩევის უნარის შემდგომი სრულყოფა შეუძლებელი შეიქმნა თვით სინათლის ბუნების გამო. საქმე ისაა, რომ სინათლის ტალღების სიგრძე მერყეობს მიკრომეტრის მეათედი ნაწილების დიაპაზონში არავითარ ტექნიკურ სრულყოფას არ შეუძლია გარჩევის უნარის მიღწეული ზღვარის წინ წაწევა. მრავალთათვის ნათელი გახდა, რომ შუქოპტიკური მიკროსკოპის გარჩევის უნარის სასარგებლო მაქსიმალური გაზრდით 0,2 მკმ-მდე, არ შეიძლებოდა უჯრედის კომპონენტის თხელი და უთხელესი სტრუქტურის გარჩევა. ელექტრონული მიკროსკოპის გამოგონებამ ყველა ზღვარი და შეზღუდულობა მოხსნა უჯრედის მოლეკულათა დონეზე შესწავლის საქმეში. რა არის ელექტრული მიკროსკოპი? მილაკის ნაცვლად სინათლის კონისა, რომელიც შუქოპტიკური მიკროსკოპირების დროს გაივლის შესასწავლ პრეპარატს, გადის ელექტრონთა ნაკადი. ელექტრული მიკროსკოპირებისათვის პრეპარატი ძალიან თხელი უნდა იყოს, არაუმეტეს -0,05მკმ-სა. ელექტრონების ნაკადი გაივლის პრეპარატში, შემდეგ ამ ნაკადს გასწევენ ელექტრომაგნიტური ლინზები და ბოლოს მოახდენენ მათ პროექცირებას ეკრანზე, რომლებიც ელექტრონების დარტყმებისსაგან ანათებს იგი ტელევიზორის ეკრანს მოგვაგონებს. (პრინციპში, ელექტრონული ნაკადის გაწევა ნებისმიერად შეიძლება, ამიტომაც არა არის შეზღუდული შესასწავლი სტრუქტურის მარგი გადიდება. თანამედროვე ელექტრონული მიკროსკოპებით შეიძლება უჯრედის თხელი სტრუქტურის 100 000-მდე და უფრო მეტჯერ, საჭიროებისას კი მილიონჯერაც გადიდება.

ახალმა ტექნიკამ საშუალება მოგვცა შეგვეცნო უჯრედის არა მარტო სტრუქტურა, არამედ უჯრედისა და მისი ორგანელების ფუნქციებიც.

**1.3. ცოცხალი ორგანიზმების ორგანიზაციის ფორმები.**

იბადება კითხვა, უჯრედულ თეორიასთან შეფარდებით შესაძლებელია თუ არა უჯრედი ჩაითვალოს ორგანული ბუნების ელემენტალურ ერთეუად? ან იქნებ არსებობს უფრო დაბალი ორგანიზაციის ერთეული? ეჭვსგარეშეა, რომ უჯრედი წარმოადგენს იმ მნიშვნელოვან ამოსავალ რგოლს, რომლისგანაც ევოლუციას განიცდის ორგანიზმთა სამყარო, მაგრამ თვით უჯრედიც ხომ ხანგძლივი ისტორიული განვითარების შედეგია. კვლავ ისმება კითხვა: განა ორგანული ბუნების ყველა ობიექტი უჯრედული აგებულებისაა? ამჟამად ცნობილ გამონაკლისს ვირუსები და ბაქტერიოფაგები წარმოადგენენ. ასეთ არსებათა სხეული გაცილებით უფრო მარტივადაა აგებული, ვიდრე უჯრედები, ისინი ცოცხალი მატერიის ორგანიზაციის უმდაბლეს ფორმად ითვლებიან. ასეთი დაბალი შედარებით პრიმიტიული დონის არსებანი აღმოცენდნენ, ალბათ ცოცოხალი ბუნების განვითარების გარიჟრაჟზე, დაახლოებით 3-3,5 მლრდ. წლის წინათ. ქვემოთ მოტანილია ცოცხალი მატერიის სოიცოცოხლის ფორმათა სქემატური კლასიფიკაცია. იგი აუცილებლობის გამო, იმ ორგანიზმზეა დაფუძნებული, რომლებიც ამჟამად ცოცხლობენ,

**უჯრედამდელი.** ამფორმებს არ გააჩნიათ არც უჯრედული სტრუქტურა, არც განცალკავებული ორგანელები. თანამედროვე წარმომადგენელთაგან მას შეიძლება მივაკუვნოთ ვირუსები (1892 წ. თამბაქოს მოზაიკური ავადმყოფობის შესწავლისას, აღმოაჩინა თ. ივანოვსკიმ) და ბაქტერიოფაგები (აღმოაჩინა ნ. გამალეამ 1899 წ.) ჩვენს დრომდე მოღწეული ვირუსის სიცოცოხლე მარტივადაა მოწყობილი. ისინი შდგებიან ნუკლეინის მჟავის ერთი მოლეკულისაგან, რომელიც ცილოვანი გარსითაა დაფარული. ამასთან, ვირუსები ცოცხალი მატერიის (არსების) თვისებებს ამჟღავნებენ მხოლოდ ცოცხალი მატერიის შიგნით. არაცოცხალ უჯრედებში ვირუსები წარმოადგენენ „ნივთიერებას“, რომელიც სიცოცხლის თვისებებს არ ამჟღავნებს, ამიტომ ვირუსბის ტიპი, ყოველ შემთხვევაში ჩვენამდე მოღწეული ვირუსებისა, ავტოტროფულებისათვის სიცოცოხლი საწყის ფორმად არ უნდა ჩაითვალოს.

**ბირთვამდელნი.** მათ დამახასიათებელ თვისებას უჯრედოვანი აგებულება წარმოადგენს, თუმცა ბირთვი ციოპლაზმისაგან გამოცალკავებული (დიფერენცირებული) არ არის. ამიტომ დასახელებული ჯგუფის მცენარეებს მოლეკულა უჯრედის ციტოპლაზმაში აქვთ მოთავსებული. ამ რიგს შეიძლება მივაკუთვნოთ მცენარეთა ორი ჯგუფი: ბაქტერიები და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები. ისინი ხასიათდებიან კვების ორი ხერხის - ავტოტროფულისა და ჰეტეროტროფულის შეთავსებით. მეცნიერთა აზრით ბაქტერიები და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები წარმოიქმნენ ჯერ კიდევ არქეულ ერაში, დაახლოებით 2,5 მლრდ. წლის წინათ და შესაძლოა უფრო ადრეც.

ირკვევა, რომ სიცოცხლის ბირთვამდელი ფორმები (მათ აგრეთვე პ რ ო კ ა რ ი ო ტ ე ბ ს ა ც უწოდებენ) საოცრად ეგუებიან დედამიწის თანამედროვე ბიოსფეროს პირობებს და ხასიათდებიან არა მარტო ფართო გავრცელებით, არამედ სახეობათა დიდი სიმრავლითაც. ეჭვსგარეშეა, რომ ბირთვამდელი ფორმებიდან წარმოიქმნენ და განვითარდნენ მცენარეთა და ცხოველთა სხვადასხვაგვარი ჯგუფები ( კ. მერეუკოვსკის ნაშრომები, 1909, ა. პაშერის 1930-1936, დ. ზეროვის 1976 და სხვა.)

**ბირთვული.** (ერთუჯრედიანი ე უ კ ა რ ი ო ტ ე ბ ი) სტრუქტურულად და ფუნქციურად სავსებით ჩამოყალიბებული მონადები (ერთუჯრედიანი ორგანიზმები) ხშირად ხასიათდებიან კარგად გამომჟღავნებული პოლარულობით. ესენი მწვანე ავტოტოროფული მცენარეებია, რომლებიც თავისი სხეულის ასაგებად მზის ენერგიას იყენებენ. სიცოცხლის წინა ფორმებთან შედარებით მათი ორგანიზაციის მთავარი თვისებაა, ჯერ ერთი ორგანელების მორფოლოგიურ-ფიზიოლოგიური დიფერენციაცია: ბირთვი, ციტოპლაზმა და სხვა. მეორე სქესობრივი გამრავლებისათვის განკუთვნილი უჯრედების-გამეტების განცალკავება და მათი სპეციალიზაცია იზოგამიდან ჰეტეროგამამდე. ამ ჯგუფს შეიძლება მივაკუთვნოთ ერთუჯრედიანი მწვანე წყალმცენარეები; დიპტომურები, ყვითელმწვანეები, ევგლენასებრნი, პიროფიტული. ზოგი მათგანი მაგ. ევგლენასებრნი ერთგვარად თითქოს ორგანული ბუნების ორ სამყაროს, მცენარეებისა და ცხოველთა სამყაროს ზღვარზე იმყოფებიან. ერთუჯრედიანი ეუკარიოტები წყალმცენარეების საოცრად პროგრესული ჯგუფი გამოდგა, როგორც სიცოცხლის სხვადასხვა პირობებთან შეგუებისა, ისე უფრო მაღალორგანიზებული ფორმების-კოლონიურობისა და მრავალუჯრედიანების განვითარების მხრივ.

ამჟამად თანდათან იზრდება ეუკარიოტების სიმბიოტიკური წარმოშობის თეორიის მიმდევართა რიცხვი. ამასთან იგულისხმება რამოდენიმე კომპონენტისაგან შემდგარი სიმბიოზი, რომელთაგან მთავარია სამი:

1. მონერა-(უბირთვო ამებოიდები);
2. ბაქტერია ( უფრო მეტად სავარაუდო სპიროქეტასმაგვარნი);
3. ციანეა- ( ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები).

ქლოროპლასტები განიხილება როგორც ციანების ღრმა სპეციალიზაციის პროდუქტი, რომლებმაც სავსებით დაკარგეს დამოუკიდებლობა. ამ ენდობინტებს „მწვანე მონებს“ უწოდებენ. მიტოქონდრიები სიმბიოგენეზის თეორიის თანახმად, აეროზული ბაქტერიების ტრანსფორმაციის შედეგად წარმოიშვნენ. მიტოქონდრიები ძალიან დიდი ხნის წინ შეიქმნენ, ყოველ შემთხვევაში, ციანების ჩასახვამდე გაცილებით ადრე. ეს უკანასკნელნი სიმბიოზში შევიდნენ ეუკარიოტის ჰეტეროტროფულ უჯრედთან, რომელიც იმ დროისათვის მიტოქონდრიებსა და მემბრანულ სისტემას შეიცავდა.

**მრავალბირთვიანები.-(არაუჯრედოვანნი)** სიცოცხლის განსაკუთრებული ფორმა, რომელიც თანამედროვე ბუნებაში სახეობათა მცირეოდენი რიცხვითაა წარმოდგენილი. მათ შეიძლება მივაკუთვნოთ მცენარეები, რომელთაც 30-35 სმ-მდე ზომის სხეულებს, ტიპურ შემთხვევაში არ გააჩნიათ უჯრედოვანი სტრუქტურა და არსებითად ერთ გიგანტურ (ძლიერ გაზრდილ) დიფერენცირებულ მრავალბირთვიან უჯრედს წარმოადგენენ. ასეთი მცენარის ცალკეული ნაწილები-რიზოიდი, მხოხავი, ღეროები, ფოთლები, როგორღაც ორგანოთა იმიტირებას ახდენენ მაგ. (წყალმცენარე კაულერპა, ბოტრიდიები და სხვა.).

არაგვაქვს იმის საფუძველი, რომ ისეთი ფენომენები სიცოცხლის ერთუჯრედიან ფორმებს მივაკუთვნოთ. წყალმცენარეების გარდა ამ ჯგუფთან ახლოს დგანან მიქსოფიტები და მრავალი სოკო.

შეიძლება ვიფიქროთ, რომ სიცოცხლის ერთუჯრედიანი ფორმების საფუძველზე განვითარება სხვადასხვა გზით მიმდინარეობდა. ერთი მათგანია სხეულის დიფერენციაცია მრავალუჯრედიანობის გზით. მეორეა უჯრედთა ჯგიუფების (ქსოვილთა), ხოლო შემდეგ კი ორგანოებისაც, განცალკავება და სპეციალიზაცია. ევოლუციის ეს გზა უფრო პროგრესული გამოდგა, როგორც წყლის, ასევე ხმელეთის მცენარეებისათვის.

მეორე გზა- ერთუჯრედიანი ორგანიზმების სხვადასხვა უბნის სპეციალიზაციაა შედარებით ნაკლებ პროგრესული იყო და რამოდენიმე მრავალბირთვიანი უჯრედის ფორმის შექმნამდე მიგვიყვანა.

**კოლონიურნი-მრავალუჯრედიანები.** სიცოცხლის განსაკუთრებული ფორმებია, რომლებიც დგანან განვითარების სხვადასხვა დონეზე. მათ შეიძლება მივაკუთვნოთ უპირველეს ყოვლისა კოლონიური მცენარეები. ესენი არიან ერთუჯრედიანი ეუკარიოტები, რომლებიც ერთმანეთთან მხოლოდ მექანიკურად არიან დაკავშირებულნი, მაგრამ ფიზიოლოგიურად არ ურთიერთქმედებენ. ასეთი უჯრედების ჯგუფებში-კოლონიებში - არ არის ნამდვილი ციტოპლაზმური კავშირი და შენარჩუნებულია უჯრედთა სრული ავტონიმია. მათ უჯრედთა ერთობლიობისათვის არ გააჩნიათ ცხოველმოქმედების საერთო რეგულაცია. გარდა ამისა, კოლონიურთა უჯრედები ხასიათდებიან აგებულებისა და ფუნქციის (შესასრულებელი სამუშაოს) ერთგვაროვნებით. მათ ძალიან ხშირად სიცოცხლის ისეთ ფორმებს მიაკუთვნებენ, სადავ ცალკეულ უჯრედთა შორის არსებობს ციტოპლაზმური კავშირი, სადაც არის ცხოველმოქმედების საერთო რეგულაცია. მაგ მოძრაობისა (ვოლვოქსი და სხვა) და სადაც აღინიშნება ვეგეტატიურისა და რეპროდუქციულის (იგივე ვოლვოქსი) უჯრედთა დიფერენციაცია. ერთუჯრედიანი სტრუქტურების გაერთიანებაში (კოლონიალობა-მრავალუჯრედიანობა) ბუნების „სინჯს“ ადგილი ჰქონდა ჯერ კიდევ განვითარების ბირთვამდელ საფეხურზე. ამდაგვართა პირველსახე შეიძლება შევნიშნოთ ბაქტერიებსა და ლურჯმწვანე წყალმცენარეებს შორის. ზოგიერთი კოლონიური ფორმა შუალედური რგოლი იყო ორგანული სიცოცხლის ერთუჯრედიანიდან-მრავალუჯრედიან სტრუქტურად განვითარების გზაზე.

**ნამდვილი მრავალუჯრედიანები ანუ თალოფიტები (თალუსოვანი მცენარეები).** სტრუქტურის სხვადასხვაობითა და წარმომადგენელთა რაოდენობით ეს ერთ-ერთი ყველაზე დიდი ჯგუფია. ამ ჯგუფში შედის მრავალი მცენარე, რომლებიც ცალკეულ შემთხვევაში ძალზე დიდ ზომებს აღწევენ. თუმცა ამგვარ მცენარეთა ტანი ნამდვილ ქსოვილებად და ორგანოებად (ფესვი, ყლორტი) არ არის დიფერენცირებული.

ნამდვილ მრავალუჯრედიანებს მიეკუთვნება მთელი რიგი წყალმცენარეებისა. წაბლისფერი, წითელი და მწვანე (ხარა) ტიპის წყალმცენარეებზე „ ბუნების სინჯი“ შეინიშნება არა მარტო ვეგეტატიური, არამედ რეპროდუქტიული ორგანოების ჩამოყალიბების დროსაც. მაგ. ცისტოკარპიემი-წითელ წყალმცენარეებთან. თუმცა „ბუნების სინჯი“ ამ მიმართულებით უკვე მკვეთრადაა გამოხატული კაულერპაში (მწვანე უუჯრედო წყალმცენარეები).

**კორმოფიტები (ორგანული).** განვითარების უმაღლესი საფეხური. მათ დამახასიათებელ თვისებას წარმოადგენს ნამდვილი ქსოვილების დანაწევრება და მცენარის მრავლქსოვილიანი ტანის დიფერენციაცია განსაკუთრებული ფუნქციების შემსრულებელ ცალკე ორგანოებად; კარგად აქვთ განვითარებული (მრავალუჯრედიანები) სქესობრივი გამრავლების ორგანოები, მას მიაკუთვნებენ მიწისზედა მცენარეების ევოლუციურად შედარებით დაწინაურებულ ჯგუფს-უმაღლეს მცენარეებს, დაწყებული რინიეფიტებითა და ლოკოპოდიუმისებრნით და დამთავრებული ფარულთესლოვანთა ჩათვლით.

ცალკე ჯგუფად გამოიყოფიან მიქსომცეტები (ლორწოვანი სოკოები) და სოკოები. ისინი გამოირჩევიან არა მარტო ჰეტეროტროფულობის, არამედ სხეულის განსაკუთრებული სტრუქტურის გამო, რომელიც შედგება (სოკოებში) ძაფებისაგან ჰიფებისაგან და აგრეთვე სხვა მაჩვენებლებითაც.

ზოგი ბოტანიკოსი ფილოგენეტიკოსი, მაგ. დ. ზეროვი ( 1972) ცოცხალ არსებათა სამყაროს უჯრედოვანი და უჯრედშიგა ორგანიზაციის მიხედვით მსხვილ ტოქსინებად ყოფს და ადგენს თანამედროვე ორგანიზმების სამ მთავარ ჯგუფს (სამეფოს):

1. არაუჯრედოვანი ორგანიზმები - ( ვირუსები);
2. პირველადი ბირთვიანები- ბაქტერიები და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები;
3. ნამდვილი ბირთვიანი ორგანიზმები.

სამყარო საკმაოდ ფართოა და განვითარების მრავალ განტოტებად, როგორც მცენარეულ, ისე ცხოველურ სამყაროდ იყოფა.

**1.4. მცენარეული უჯრედის სხვადასხვაგვარობა**

უჯრედი არის ერთუჯრედიანი და მრავალუჯრედიანი ცხოველებისა და მცენარეებისათვის ორგანიზმის განვითარების, აგებულებისა და ცხოველმოქმედების საფუძველი. ერთუჯრედიან ორგანიზმებში ცოცხალი არსების ყველა ფუნქციას ერთი უჯრედი ასრულებს. ფორმით იგი ბურთს ან ელიფსოიდს მოგვაგონებს. მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების უჯრედთა ევოლუცია სპეციალიზაციის გზით მიმდონარეობდა. უჯრედთა სპეციალიზაციის საფუძველზე წარმოიქმნა სხვადასხვა ქსოვილი. ორგანიზმის ცხოველმოქმედების პროცესში ამ ქსოვილთა უჯრედები სრულად და სრულყოფილად ასრულებენ გარკვეულ ფუნქციას.

ყოველ უჯრედს სამი განზომილება გააჩნია: სიმაღლე, სიგრძე და სიგანე. უჯრედის ფორმა შეიძლება სხვადასხვაგვარი იყოს: ოთკუთხედი, ვარსკვლავისებური და მრგვალი. უფრო ხშირად უჯრედი 1 წახნაგისაგან შემდგარი მრავალწახნაგაა, რომელთაგან 8 ექვსკუთხა, ხოლო დანარჩენი ოთკუთხა.

ზოგჯერ უჯრედის ფორმა იმდენად უცნაურია, რომ არ ემორჩილება გეომეტრიულ აღწერილობას. ფორმათა კალეიდოსკოპური სხვადასხვაობა შეიძლება ორ ძირითად ჯგუფამდე დავიყვანოთ.

ა) პ ა რ ე ნ ქ ი მ უ ლ ი უჯრედები (პარენქიმა) ფორმით მრავალწახნაგებს გვანან

ბ) პ რ ო ზ ე ნ ქ ი მ უ ლ ი უჯრედები (პროზენქიმა), რომელთა სიგრძე მრავალჯერ აღემატება საგანეს.

უჯრედთა სიდიდეც სხვადასხვაგვარია; იგი უმეტესად მიკრომეტრებითა და ნანომეტრებით იზომება. მაგ. ფარულთესლოვანთა უჯრედის საშუალო სიდიდეა 10-100მკმ. ძალზე მცირე ზომის უჯრედები აქვს ზოგიერთ ბაქტერიას, როგორც ოპტიკური მიკროსკოპით ძლიერ გადიდებას წერტილებივით მოჩანან. ფარულთესლოვანთა ყველაზე დიდი პარენქიმული უჯრედები 1 მმ. და უფრო მეტსაც აღწევენ. ასეთებია წვნიანი ნაყოფბისა და გორგლოვანთა უჯრედები. პომიდორის, ლიმონის, კარტოფილის და სხვა პროზენქიმული უჯრედები გაცილებით დიდი ზომისანი არიან სელის , კანაფის ბოჭკოების სიგრძე 20-40 მმ, რამისა-200მმ და უფრო მეტს, ბამბის ბეწვის - 65მმ-ს, ამასთან უჯრედის სიგანე მიკროსკოპული რჩება.

**1.5.**  **უჯრედი ს ორგანოიდები**

ცოცხალ მცენარეულ უჯრედზე ოპტიკური მიკროსკოპით დაკვრვებისას

უპირველესად შეიმჩნევა სტრუქტურის 5 ელემენტი:

1. უჯრედის მარად მკვრივი კედელი, რომელიც გარს ერტყმის უჯრედს ( ხშირად უჯრედის კედლის გ ა რ ს ს უწოდებენ);
2. ერთი დიდი ან 2-3 პატარა გამჭირვალე ვ ა კ უ ო ლ ი, რომლებიც უჯრედის ცენტრში არიან მოთავსებულნი;
3. ც ი ტ ო პ ლ ა ზ მ ა, რომელიც უჯრედის კედელს და ვაკუოლის შუაა მოთავსებული;
4. ბ ი რ თ ვ ი-რომელიც ციტოპლაზმაშია;
5. პ ლ ა ს ტ ი დ ე ბ ი.

ელექტრონული და ფაზურკონტრასტული მიკროსკოპით უჯრედის შედგენილობის შესწავლამ საშუალება მოგვცა არა მარტო დაგვეთვალიერებინა დასახელებული კომპონენტების ნატიფი და მნიშვნელოვანი დეტალები, არამედ აღმოგვეჩინა ახლებიც.

უჯრედის კომპონენტები შეიძლება ორ ჯგუფად გავყოთ: ა) ორგანელები-ცოცხალი კომპონენტები, რომლებიც ერთობლივად შეადგენენ პროტოპლასტს, აპირობებენ უჯრედის სიცოცხლეს. ბ) პროტოპლასტის წარმოებულნი-ორგანელების ცხოველმოქმედების (მეტაბოლოზმი) პროდუქტები ამ უკანასკნელ ჯგუფს ეკუთვნის აგრეთვე უჯრედის კედელიც. ასეთი კლასიფიკაცია რაღა თქმა უნდა პირობითია და ხელოვნურიც კი. ასე მაგალითად, განსაკუთრებით ღეროებისა და ფესვების ზრდის კონუსებს ახალგაზრდა უჯრედები-ვაკუოლები უნდა მივაკუთვნოთ ორგანელებს, ხოლო ცხოველმოქმედების პროდუქტები, რომლებიც ძველი ვაკუოლების წვენში გროვდებიან-გამომუშავებულ ნივთიერებებს. იგივე შეიძლება ითქვას პლასტიდებისა და მეზოპლაზმის ზოგიერთი ჩანართის შესახებაც.

ორგანელები ორ მნიშვნელოვან სტრუქტურულ კომპლექსს ციტოპლაზმასა და ბირთვს შორის ნაწილდებიან.

**1.6. ციტოპლაზმური სტრუქტურული სისტმა**

ციტოპლაზმა უჯრედის რთული ჰეტეროგენული სტრუქტურული კომპლექსია. მისთვის დამახასიათებელი თვისებები განსაზღვრავენ თვით ცნებას „სიცოცხლეზე“ მოძრაობა, ზრდა, კვება, სუნთქვა, გაღიზიანებადობა და სხვა. ციტოპლაზმა-აუცილებელი „სასიცოცხლო სუბსტრატია“ მცენარეული უჯრედის ყველა ცოცხალი კომპონენტისათვის. მცენარეული უჯრედის ციტოპლაზმაში მუშა ორგანოების მთელი სისტემებია მოთავსებული. ისინი სხვადასხვაგვარ ფუნქციას ასრულებენ. მათგან უმთავრესია შემდეგი: ცილების ბიოსინთეზი ( რიბოსომები), ფოტოსინთეზი (ქლოროპლასტები), დისიმილაცია (მიტოქონდრიები), გამოყოფა (გოლჯის აპარატი). მეცნიერების წინაშე დადგა ამოცანა, შეესწავლათ მართვის ის სისტემა, რომელიც ცალკეული უჯრედის ფარგლებში უზრუნველყოფს და არეგულირებს დასახელებულ და სხვა ორგანელების ერთდროულ მუშაობას.

**ციტოპლაზმის ქიმიური შედგენილობა.**  ციტოპლაზმის შედგენილობაში შედის მრავალი ქიმიური შენაერთი. იგი წარმოადგენს არაერთგვაროვან ქიმიურ ნივთიერებას, არამედ რთულ, მუდმივ ცვალებად ფიზიკურ-ქიმიურ სისტემას, რომელსაც ტუტოვანი რეაქცია და წყლის მაღალი შემცველობა ახასიათებს. ციტოპლაზმის კომპონენტები ურთიერთქმედებენ როგორც უჯრედი შიგნით, ასევე მეზობელი უჯრედის ორგანელებთან და გარე სამყაროსთან, შთანთქავენ ერთ ნივთიერებას და გამოყოფენ სხვას. ამიტომ ჩვეულებრივ ადგენენ და სწავლობენ ციტოპლაზმის ქიმიური შედგენილობის და მისი ცხოველმოქმედების პროდუქტების ჯამს. მცენაერეული უჯრედის ციტოპლაზმა შეიცავს 75-80% წყალს, 10-20% ცილებს, 2-3% ლიპიდებს და 1% არაორგანულ ნივთიერებას.

ციტოპლაზმის ძირითად საფუძველს წარმოადგენენ ცილები, მათ შორის რთული ცილები-პროტეიდები, ისინი შედგებიან მარტივი ცილებისაგან (მხოლოდ ამინომჟავების ნარჩენებისაგან), რომლებიც შეერთებულია არაცილოვანი ხასიათის სხვა ნივთიერებებთან (ნუკლეინის მჟავები, ლიპიდები, გლიკოგენები და სხვა.) ცილების საერთო რაოდენობამ ციტოპლაზმის მშრალ ნივთიერებაში შეიძლება 65-70% და უფრო მეტსაც მიაღწიოს.

**ფიზიკური მდგომარეობა.** ციტოპლაზმა უჯრედის ერთ ერთი უმთავრესი ელემენტია. იგი წარმოადგენს სპეციფიიკურ ლიპონუკლეოპროტეიდულ კომპლექსს, რომელსაც ახასიათებს პოლიმერული და პოლიელექტროლიტური თვისებები. კლასიკური ფიზიკურ-ქიმიური თეორიის თანახმად ციტოპლაზმა ხასიათდება კ ო ლ ო ი დ უ რ ი თვისებებით (ვილსონი, 1928, ილი1968).

ნებისმიერი კოლოიდი შედგება ორი ფაზის, ორი ნაწილისაგან: ა) სითხე (გამხსნელი)-დისპერსიული გარემო (ფაზა) და ბ) დანაწევრებული ნივთიერება დისპერსიული ფაზა.

ფიზიკურ-და კოლოიდურ ქიმიაში დისპერსიული სისტემის სამ ტიპს განარჩევენ:

1. უ ხ ე შ ი დ ი ს პ ე რ ს ი უ ლ ე ბ ი-როცა დისპერსიული ნივთიერებების ნაწილაკები დიდი ზომისანი არიან (0,1მკმ-მეტი) და მიკროსკოპში მოჩანან, ამასთან ანსხვავებენ სუსპენზიებს, როცა შეტივტივებული ნაწილაკები წარმოდგენილნი არიან მყარი ნივთიერებებით და ემულსიებს, როცა სითხეში (დისპერსიული ფაზა) შეტივტივებულია თხევადი ნივთიერებების ნაწილაკები. ემულსიის მაგალითია რძე, რომლის თხევად გარემოში შეტივტივებულია ცხიმის ნაწილაკები (წვეთები).
2. კ ო ლ ო ი დ უ რ ი ნ ა რ ე ვ ე ბ ი-დისპერსიული ფაზის ნაწილაკების ზომები მერყეობს 0,1-დან-0,001-მკმ-მდე. ამასთან მკვეთრად იწვევს კოლოიდური ნაწილაკების ზედაპირის ჯამური ფართობი და ხდება ადსორბციის აქტივიზაცია.
3. ჭ ე შ მ ა რ ი ტ ი ანუ მოლეკულური ხსნარები (კრისტალოიდები)-ნახევრად ელექტროლიტური ხსნარებია, სადაც ნაწილაკების დანაწევრება აღემატება 0,001მკმ (მოლეკულები, იონები). თუმცა მოლეკულური ხსნარები შესაძლოა კოლოიდურებიც იყვნენ.

კოლოიდები შესაძლოა იმყოფებოდნენ ზოლისა და გელის მდგომარეობაში. ციტოპლაზმა, კოლოიდური სისტემის ხასიათის მიხედვიტ განეკუთვნება ჰიდროლიპაზებს, რამდენადაც დისპერსიულ გარემოდ გვევლინება წყალი. წყლის გაცემის ხარჯზე მას შეუძლია გელის მდგომარეობაში გადასვლა ე.ი. იწყება დისპერსიული ფაზის სიჭარბე.

კოლოიდურ ნაწილაკებს ერთი ნიშნის (+ ან-) ელექტრომუხტი გააჩნიათ. ამიტომ დისპერსიული ნივთიერების ნაწილაკები განიდევნებიან ერთმანეთისაგან, რაც ხელ უშლის კოაგულაციას ე.ი. შედედებას (შეერთებას). კოაგულაცია და შემდგომ კოლოიდის შეჩერება ხდება ნაწილაკების მუტის შენელების შედეგად, ელექტროლიტების დამატებისას, აგრეთვე შხამებისა და მაღალი ტემპერატურის მოქმედებით - დაახლოებით 50-70%. მცენარეთა უმეტესობას აქტი. მცენარეთა უმეტესობას აქტიური ციტოპლაზმა გელის მდგომარეობაში აქვთ, მაგ თესლოვანთა ცოცხალ უჯრედებში, იგი იტანს ხანმიკლე მაღალ თერმულ ზემოქმედებას 800C-მდე თერმოფილური ორგანიზმები მაგ. ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები იტანენ დადებით ტემპერატურას 1000C –მდე ციტოპლაზმა უძლებს ნულს ქვემოთ 2000C-მდე გაცივებას. ამასთან საკავშირებით აღსანიშნავია ერთი საინტერესო ფაქტი: ყვავილობისას იზამთრებს ერთ ერთი ყველაზე ჩრდილოური მცენარე ფხიჭა .

**ციტოპლაზმის თვისებები.** ცოცხალი უჯრედის ციტოპლაზმის ერთ ერთი თვისებაა-მოძრაობა. ზოლის მდგომარეობაში მყოფ ციტოპლაზმას მუდმივი მოძრაობა ახასიათებს. მის მოძრაობას ყურადღება პირველმა მიაქცია ბ. კორტმა (1771), შემდეგ კი ლ. ტრევინარუსმა. ციტოპლაზმის მოძრაობის ძირითადი პირობებია -სითბო და ჟანგბადი. შესაძლებელია ციტოპლაზმის ხელოვნურად გაძლიერება ეთილის სპირტის მეშვეობით. ხშირად შეინიშნება ბრუნვითი ( წრიული, როტაციული) მოძრაობა. დასაკვირვებლად საუკეთესო ობიექტებია- წყალმცენარეები, მაგ. ვალისნერია ან ელოდეა. მოძრაობის მეორე ხერხი ნაკადური ან ბადისებრია.

ეს იმ უჯრედებში შეინიშნება, სადაც ციტოპლაზმა უჯრედის ღრუს ცალკეული ჭიმებით გადაჭრის ამ შემთხვევაში წარმოიშვება ციტოპლაზმის რამდენიმე ნაკადი, რომლებიც გასწვრივი ჭიმების საშუალებით ერთი ცენტრიდან სხვადასხვა სიჩქარით მოძრაობენ. დასაკვირვებელ ობიექტად იყენებენ ჭინჭრის ბუსუსებს, ტრადენსკაციის სამტვრეების ძაფებს.

ციტოპლაზმის მეორე საყურადღებო თვისებაა შერჩევითი გამჭოლობა (ნახევრადშეღწევადობა). ეს ნისშნავს, რომ შეღწევადია წყლისათვის და მცირე ხარისხით მასში გახსნილი ნივთიერებებისათვისაც.

არჩევით შეღწევადობაში განსაკუთრებული როლი ენიჭება ციტოპლაზმის ორ სასაზღვრო შრეს-პლაზმალემას და ტონოპლასტს. მათი აღნაგობა ელექტრომიკროსკოპითაა შესწავლილი; დადგენილია, რომ ისინი ელემენტარული ლიპოპროტეინულ მემბრანებს წარმოადგენენ.

**პლაზმა და ტონოპლასტი.**  ეს ორი პლაზმატური მემბრანა გარს აკრავს უჯრედის შიგთავსის ძირითად მასას-მეზოპლაზმას. მემბრანა უთხელესი ფირფიტაა, რომელიც შედგება სწორად ორიენტირებული მოლეკულების ჯგუფისაგან და წარმოქმნის გამიჯნავ ფენას.

**პლაზმების სისქე მერყეობს 7,5-**დან 9,5-მდე. იგი წარმოადგენს ელემენტალურ მემბრანას, რომელიც შედგება ელექტრულ-გამჭირვალე (მკვრივი) ცილების გარე მონომოლეკულარული შრისა და ერთი ღია ფერის ელექტრულ-გამჭირვალე ლიპიდების შიგა ბიმილეკულარული შრისაგან. პლაზმალემა მიჯნავს მეზოპლაზმას უჯრედოვანი კედლისაგან. მას ტალღისებური კონტური აქვს და პროტოპლასტის შიგნით წარმოქმნის ხშირ და სხვადასხვაგვარ ნაოჭებს ან არხებს. ტონოპლასტი მეზოპლაზმას შემოზღუდავს ვაკუოლის უჯრედის წვენისაგან. ორივე გარსს მსგავსი აღნაგობა აქვს. ისინი ასრულებენ ერთნაირ, თითქოსდა ციტოპლაზმის ბარიერების ფუნქციას. გარეგანი მემბრანები არეგულირებენ და აკონტროლებენ ნივთიერების შედგენილობასა და შეღწევადობის სისწრაფეს. სწორედ აქედან განისაზღვრება ციტოპლაზმის არჩევითი შეღწვადობის მთავარი როლი საერთოდ.

წლის შეღწევის ინტენსივობა დამოკიდებულია უჯრედის შიგნითა და გარეთა ოსმოსურ წნევაზე. ოსმოსური წნევა დეტალურად ისწავლება ფიზიკურ ქიმიაში.

**ენდოპლაზმური ბადე.**  ელექტრულმა მიკროსკოპმა საშუალება მოგვცა არა მარტო ზედაპირზე შეგვენიშნა მემბრანა, არამედ შიგნითაც სისქეში, რომელიც ადრე ჰომოგენურად ითვლებოდა. მემბრანები მიჯნავენ ურთიერთდაკავშირებულ უკლტრამიკროსკოპულ ბუშტუკების ცისტერნებს, მილებისა და არხების განშტოებულ ქსელს: (მოკლე და გრძელი, ვიწრო და განიერი, შეკრული და შეუკვრელი). სტრუქტურითა და ფორმით სხვადასხვაგვარ ყველა ამ არხს ამერიკელმა მეცნიერმა გ. პალადემ ( 1945) ენდოპლაზმური ქსელი ან ენდოპლაზმატური რეტიკულუმი უწოდა.

მემბრანის სისიქე დაახლოებით 80 ნმ-ს აღწევს, ხოლო არხების სიგანე სხვადასხვაგვარია. მრგვალი არხების კვეთი დიამეტრში 30-50 ნმ-ია. დანაოჭებულ ენდოპლაზმურ ქსელს ზედაპირზე უჩნდება დიდი რაოდენობით წვრილი გრანულები (15-20ნმ) რიბონუკლეიდური ბუნების-რიბოსომები. შეიძლება იმის მტკიცება, რომ ენდოპლაზმური ქსელი -უნივერსალური მნიშვნელობის უჯრედის ნამდვილად განსაკუთრებული ორგანელაა. იგი შემდეგ ფუნქციას ასრულებს:

1. კავშირს ამყარებს ბირთვსა და პლაზმოდერმის გავლით მომიჯნავე უჯრედებთან;
2. შთანთქავს ნივთიერებებს და ახდენს მათ ტრანსპორტირებას;
3. მონაწილეობს სინთეზის პროცესში.

**რიბოსომები.** რიბოსომები-უჯრედის მუდმივი და სავსებით აუც ილებელი შემადგენელი ნაწილია. მემბრანათა სისტემასთან ერთად ისინი ქმნიან ციტოპლაზმის ძირითად კონსტრუქციულ ელემენტს. რიბოსომები დაკავშირებულნი არიან უჯრედის კომპონენტებთან, მაგრამ გიალოპლაზმაშიც გვხვდებიან თავისუფლად მიმოფანტულნი. უფრო ხშირად ისინი ჯგუფებად არიან თავმოყრილნი, ამ ჯგუფებს პ ო ლ ი ს ო მ ე ბ ი ეწოდებათ. რიბოსომები აღმოჩენილია აგრეთვე პლასტიდებში, მიტოქონდრიებსა და ბირთვში. სავარაუდოა, რომ ისინი ბირთვაკში მრავლდებიან.

რიბოსომებისფუნქციაა-ამინომჟავადან ცილოვანი მოლეკულების „შეკრება“. სხვა სიტყვებით, რომ ვთქვათ, მათი ფუნქციაა-ცოცხალი მატერიის თვითწარმოქმნა. ეს უნიკალური პროცესი არაჩევეულებრივი სიზუსტითა და სისწრაფით სრულდება. ზუსტადაა გამოთვლილი, რომ 30 წუთის განმავლობაში მათ შეუძლიათ წარმოქმნან რამდენიმე ასეული ათასი ილის მოლეკულა, რომლებიც ბაქტერიის სხეულის შედგენილობაში შედიან. მაგ. ეშერიხიები.

რიბოსომები 10-15 ნმ-ს დიამეტრის მქონე სუბმიკროსკოპული ორგანელებია. აღმოჩენილია 1955 წელს ქ. პალადაში. ისინი შეიცავენ დაახლოებით თანაბარი რაოდენობის ცილებს და რიბოსომულ რნმ-ს. (რიბონუკლეინს). გიალოპლაზმის მსგავსად მათ არ გააჩნიათ მემბრანული სტრუქტურა. თითოეული რიბოსომა შედგება სხვადასხვა ზომის ერთმანეთთან დაკავშირებული სუბერთეულისაგან. როგორც აღვნიშნეთ რიბოსომები უჯრედში ცილის სინთეზის ცენტრებს წარმოადგენენ. ფუნქციურად უფრო აქტიურნი არიან ის რიბოსომები, რომლებიც ენდოპლაზმატურ ქსელს ანუ ქლოროპლასტებს უკავშირდებიან.

ბოლო ხანებში მიღებული მრავალი მონაცემებით დასტურდება, რომ რიბოსომები უფრო აქტიურდებიან თუ ერთმანეთს ჯაჭვისმაგვარად ან გროვებად დაუკავშირდნენ და გაერთიანდნენ ინფორმაციული რიბონუკლეინით (რნმ).

რიბოსომების ამგვარ ჯგუფს პოლისომები ეწოდებათ. შეერთებული რიბოსომების რიცხვი დამოკიდებულია საინფორმაციო რიბონუკლეინის ჯაჭვის სიგრძეზე. ლიტერატურაში მოჰყავთ ფაქტები რიბოსომების ბირთვული წარმომავლობის სასარგებლოდ. ელექტრული მიკროსკოპით დაკვირვებისას ჩანს, რომ ბირთვაკი შედგება ცალკეული ნაწილაკებისაგან, რომელთაც რიბოსომების ან მათი სუბერთეულის ზომები აქვთ. თუ უჯრედში შევიყვანთ დანიშნულ ურაცლს, მაშინ რადიოაქტიული ნიშანი უპირველესად ბირთვაკში გამოჩნდება. ეს ფაქტი მიგვანიშნებს, რომ მხოლოდ ბირთვაკში ხდება რიბოსომული რიბონუკლეინის სინთეზი რნმ. რიბოსომებში რადიაქტივობის შემდგომი გამომჟღავნება, რომლებიც ბირთვის მიღმა პლაზმაში არიან მოთავსებული, მოწმობს რიბოსომული რიბონუკლეინის გადაადგილებას ბირთვიდან პლაზმაში.

დადგენილია რიბონუკლეინის მჟავას სამი ტიპი: რიბოსომული, საინფორმაციო და სანტრანსპორტო. საინფორმაციო რიბონუკლეინი წარმოდგენილია ძალზე მსხვილი მოლეკულების სახით. მათ შემადგენლობაში ათეული ათასობით ნუკლეოტიდია. ტრანსპორტული რიბონუკლეინი წარმოდგენილია მომცრო ზომის ძაფებით. მათი ფორმა, შედგენილობა და დაკავშირების ხერხები გამოიკვლიეს ბიოქიმიკოსებმა ( ა. ბელოზერსკი, ა. სპრინი, ა. ბაევი).

**გოლჯის აპარატი (დიქტიოსომები).** ციტოპლაზმის ეს ორგანელა საერთო სტრუქტურული და ფუნქციური დამოკიდებულებით შედარებით ახლოა ენდოპლაზმური ქსელის არხებთან და წარმოდგენილია ყოველთვის გრანულარული ელემენტარული მემბრანებით. ცოცხალი უჯრედების ეს სტუქტურა აღმოჩენილი იქნა 1898 წელს გოლჯის მერ როგორც უმაღლეს, ასევე უმდაბლეს მცენარეებში მცენარეული უჯრედის კომპონენტად ისინი ელექტრული მიკროსკოპის დახმარებით აღმოაჩინეს.

ენდოპლაზმური ქსელის ჭიმების მსგავსად, ამ მემრანებს შორის არის გამონაშუქები. განვითარებისდაგვარად ცისტერნების ნაპირები შორდებიან ერთმანეთს (ანაჭერზე) და ნალისებურ ფორმას იღებენ. ციტერნის დაბოლოებებზე ხშირად შეინიშნება ამობურცული ადგილები, რომლებიც სცილდებიან ცისტერნას მცირე, მრგვალი ბუშტუკების (გოლჯის ბუშტუკები) სახით და შეუძლიათმსხვილ ვაკუოლებად გარდაქმნა.

ციტოლოგებმა დიდი ხანია უკვე გოლჯის აპარატს ციტოპლაზმის საკანალიზაციო აპარატის ფუნქცია მიაწერეს. საბჭ. ციტოლოგმა დ. დ. ნასონოვსკმა ექსპერიმენტით დაადასტურა გოლჯის აპარატის როგორც გამოყოფის-სეკრეტორული ორგანოს დანიშნულება. დიქტიოსომებს დიდი როლი აკისრიათ უჯრედის წყლის ბალანსის რეგულაციაში, ექსკრეტორული და მომშხამავი ნივთიერებების დაგროვებაში. ვაკუოლის პლაზმალემისა და ტონოპლასტის აგებულებაში ვარაუდობენ მათ მონაწილეობას. პექტინური ლორწო, რომელიც გოლჯის ბუშტუკებში წარმოიქმნება, პლაზმატერმიდან გარეთ გამოიდევნება და გადამწყვეტ როლს ასრულებს უჯრედის კედლის მატრიქსის წარმოქმნაში.

ამგვარად, რიბოსომების მსგავსად გოლჯის აპარატს სინთეზური ფუნქცია ენიჭება. უმთავრესად რთული ნახშირწყლების (გლიკოპროტეიდების) მომრავლებაში. გოლჯის აპარატი მთავარ როლს ასრულებს ვაკუოლების წარმოქმნასა და უჯრედის კედლის მშენებლობის ყველა ეტაპზე (ფრაგმოპლასტის ფორმირებიდან მეორეულ ზრდამდე). დადგენილია აგრეთვე გოლჯის აპარატის მოაწილეობა სხვადასხვაგვარი ნივთიერებების დაგროვებაში (უჯრედშიგა ჩანართების, მათ შორის ტოქსიკურებისაც, რომლების იზოლაციას საჭიროებენ ).

ელექტრული მიკროსკოპიის მიღწევებმა შეწყვიტა დიდი ხნის დისკუსია გოლჯის აპარატის დანიშნულებისა და ბუნების რაობის შესახებ. სტრუქტურულ პლანში გოლჯის კომპლექსი წარმოადგენს ერთგვარი ლამბაქების ე.ი. მემბრანების გოლჯის სხეულების დიქტიოსომების შეკვრას. სწორედ ისინი ასრულებენ ფილტრის ფუნქციას, ამ ლამბაქების შეკვრის ნაწიბურებზე მოთავსებულია ფილტრის ბუშტუკები. მათ გოლჯის ბუშტუკები ეწოდებათ. აქ გროვდება გამოსაყოფად გამიზნული ცხოველმოქმედების პროდუქტები. გოლჯის აპარატის მესამე შემადგენელ ნაწილს ვაკუოლები წარმოადგენენ.

**მიტოქონდრიები.** მიტოქონდრიები -აუცილებელი ორგანელაა, როგორც მცენარეული, ასევე ცხოველური წარმოშობის უჯრედებისათვის. ამ მიკროსკოპული სტრუქტურის ზომაა 0,5 (0,3)-იდან 1მკმ. განივად და 2-დან 5 მკმ. (მაქსიმუმ 7) სიგრძით. მათი ფორმა საოცრად მრავალფეროვანია. სფერული ბელტებიდან (მარცვლები) ძაფისებური ფორმის სხეულებამდე. მიტოქონდრიების აგებულების დეტალები შეიძლება აღმოვაჩინოთ ელექტრონული მიკროსკოპით. მიტოქონდრიები უჯრედში გადაადგილდებიან; ამასთან ისინი უმეტესად ბირთვთან, ქლოროპლასტებთან და სხვა ორგანელებთან კონცენტრირტებიან. იქ სადაც სასიცოცხლო პროცესები შედარებით ენერგიულად მიმდინარეობს და აღინიშნება ჟანგბადის მაღალი პარციალური წნევა. მიტოქონდრიები გარშემორტყმულნი არიან ორი მემბრანისაგან შემდგარი გარე და შიგა გარსით. გარე მემბრანა მიტოქონდრიებს გამოყოფს ძირითადი პლაზმიდან. ცხოველთა უჯრედებში შიგა მემბრანიდან ცენტრისაკენ მიემართებიან თხევადი კრისტები, ხოლო მცენარეთა უჯრედებში მიტოქონდრიული დაკლაკნილი მილები ზრდიან დამჟანგავი ფერმენტების ფართობს. კრისტებსა და მილებს შორის არსებული შუალედები შევსებულია ელექტრულ-გამჭირვალე ჰომოგენური სუბსტანციით (მატრიქსი).

მემბრანები ერთმანეთისაგან დაცილებულნი არიან ვიწრო დაახლოებით 10 ნმ. სიგანის სივრცით, ე.წ. პერიმიტოქონდრიალური სივრცით, რომელიც უსტრუქტურო სახითაა შევსებული.

მემბრანის ზედაპირი (გარეგანი გარეთა მემბრანებისა და შინაგანი შიგა მემბრანებისათვის) დაფარულია უწვრილესი სფეროსმაგვარი ნაწილაკებით, რომელთაც ოქსისომები ეწოდებათ. შიგა მემბრანასთან ისინი მიერთებულნი არიან ღეროთი ანუ ფეხით.

დიდი ხანია ციტოლოგებს მიაჩნიათ, რომ მიტოქონდრიები წარმოქმნიან ერთგვარ სიცოცხლეს, სადაც იწვის იქ მოხვედრილი საკვები პროდუქტები. ეს მოსაზრება დაადასტურეს შემდგომმა ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა. მართლაც, მიტოქონდრიები თითქოს თავისებური უჯრედშიგა ლაბორატორიებია, სადაც მიმდოინარეობს სუნთქვის პროცესი. ისინი დამჟანგავსა და ენერგეტიკულ ცენტრს წარმოადგენენ. მათში ხდება საკვები პროდუქტების დაჟანგვა (ნახშირწყლები, ცხიმები და სხვა) და მაკროენერგიულ ფოსფატულ ატფ. (ადენოზინტრიფოსფორმჟავა) კავშირებში ქიმიური ენერგიის დაგროვება. ფოსფორმჟავას რადიკალების დაშლისას ატფ-ში დაგროვილი ენერგია თავისუფლდება და ხმარდება უჯრედის ცხოველმოქმედებას. უჯრედში მიტოქონდრიების რიცხვის გაზრდა შემდეგი გზით ხდება: კრისტებზე ზონრების ხელახლა შერევით (ვ.გილების დაკვირვებები) და ციტოპლაზმაში განსაკუთრებული მიკროორგანიზმების-ინიციალური ნაწილაკების-წარმოქმნის გზით. ინიციალური ნაწილაკები დიამეტრით დაახლოებით 50 ნმ-ია. მათი წარმოშობა თავიდან გაუგებრად გვეჩვენებოდა. 1961 წელს ბელმა ელექტრომიკროსკოპით დაკვირვებისას აღმოაჩინა, რომ ბირთვში ჩნდება ამონაბურცები, რომელთა წარმოქმნაში ბირთვის გარსის ორივე მემბრანა მონაწილეობს ამგვარად წარმოქმნილი ბუშტუკები ჩამოშორდებიან ბირთვს და ციტოპლაზმაში მიმოიფანტებიან. მომავალში ისინი ფუნქციონირებენ, როგორც ინიციალური ნაწილაკები პრომიტოქონდრიების წინაპრაბი.

ო. ალტმანი ვარაუდობდა, რომ მიტოქონდრიები სპეციალიზირებული სიმბიოტურ ბაქტერიებს წარმოადგენენ. ,იტოქონდრიები, როგორც უჯრედის მთავარი კომპონენტები, ასე თუ ისე, ჯერ კიდევ ფილოგენეზში უჯრედის მიტოზურ დაყოფამდე ფუნქციონირებდნენ. ამჟამად მიტოქონდრიების სიმბიოტურ ბუნებას იცავენ ჰ. როვენი, ლ. მარგულისი, დ. უილკი და სხვა. ამგვარი ვარაუდის სასარგებლოდ ბევრი რამ მეტყველებს და კერძოდ მიტოქონდრიებში განსაკუთრებული ტიპის დეზოქსირიბონუკლეინის დნმ. არსებობა.

**ლიზოსომები.** ესაა დაახლოებით 0,4 მკმ. ზომის ორგანელები. მათ სფერული ფორმა აქვთ, შემოფარგლულნი არიან ელემენტარული მემბრანით და შევსებულნი ხშირმარცვლოვანი სტრომით. ლიზოსომები შეიცავენ წყალში ხსნად ჰიდროლოგიურ ფერმენტებს (დაშლის ფერმენტები). ისინი ასრულებენ ლიზისის დაშლის ფუნქციას-უჯრედისშიგა უცხო ნივთიერებების გადამუშავებას.

ლიზოსომები გავრცელებულნი არიან ცხოველების სხვადასხვაგვარ ქსოვილებში. მცენარეულ უჯრედში ლიზოსომები აღმოჩენილნი არ არიან.

გამომგონებელთა ყურადღებას იპყრობს ციტოპლაზმის სხვა სტრუქტურებიც: მიკრო მილები, მულტივეზიკულარული სხეულები, ისინი საკმაოდ ლაბილურები და ჯერ კიდევ ნაკლებად შესწავლილნი არიან, განსაკუთრებით ფუნქციური დატვირთვის მხრივ.

**პლასტიდები.** ორგანული ბუნების ევოლუციის პერიოდში პლასტიდების მატარებელი ავტოტროფული მცენარეები გამოცალკევდნენ. პლასტიდები ფართოდ არიან წარმოდგენილნი თითქმის ყველა მწვანე მცენარეში. სწორედ პლასტიდებთანაა დაკავშირებული ნახშირწყლების პირველადი და მეორადი სინთეზი. ჯერ კიდევ გასული საუკუნის დასარულს ა. შამპერმა მოახდინა პლასტიდების კლასიფიკაცია შეფერილობის მიხედვით:

1. უჯრედები-ლეიკოპლასტები;
2. მწვანე შეფერილები-ქლოროპლასტები;
3. არამწვანენი, უმთავრესად ყვითელ-წითელი შეფერილობის ქრომოპლასტები;

ეს კლასიფიკაცია დღევანდლამდე შემორჩა. პლასტიდების სამთავე ჯგუფი ერთმანეთთან საერთო წარმომავლობით არიან დაკავშირებულნი. ეყრდნობოდა რა საყოველთაოდ აღიარებულ ფაქტებს, რომ კარტოფილის ღეროები სინათლეზე მწვანდებიან, ხოლო ნაყოფი დამწიფებისას წითლდება, შიმპერმა წამოაყენა თეორია პლასტიდების ურთიერთგარდაქმნის შესახებ. თუმცა ფრეი-ვისლინგისა (1959) და სხვა მეცნიერთა მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტული გამოკვლევებით ეს თეორია კიდევ შესასწავლი გახდა. გამოირკვა, რომ უკვე საბოლოოდ ჩამოყალიბებული, რომელიც გნეზავთ ტიპის პლასტიდები, როგორც წესი ყოველთვის არ გარდაიქმნებიან სხვა ტიპის პლასტიდებად იმიტომ, რომ ისინი განსხვავდებიან არა მარტო შეფერილობით, არამედ თავისი შინაგანი სტრუქტურითაც.

დადგენილია, რომ პლასტიდები უფერული პროტოპლასტიდებიდან წარმოიქმნებიან, რომელიც ჩანასახის უჯრედებსა და წარმომქმნელ ქსოვილებში არიან მოთავსებულნი. ფორმით პროტოპლასტიდები მიტოქონდრიებს მოგვაგონებენ; თუმცა მათგან გამოირჩევიან საკმაოდ დიდი ზომებით. გარედან პროტოპლასტიდები ორმაგი ციტოპლაზმური მემბრანით არიან დაფარულნი. პლასტიდები ჩნდებიან ჩვენს მიერ ადრევე აღნიშნულ ინიციალური ნაწილაკებისაგან, რომლებიც თავის მხრივ ბირთვის გარსის ორი მემბრანისაგან წარმოიქმნებიან.

ინიციალური ნაწილაკებისაგან, რომლებიც შემდგომ პრომიტოქონდრიებად გადაიქცევიან, შეიძლება პლასტდების გამორჩევა, მხოლოდ მას შემდეგ თუ დავაკვირდებით მათ შემდგომ განვითარებას. ამასთანავე შეიძლება შევამჩნიოთ, რომ მას შემდეგ, რაც ზრდის პროცესში ინიციალურმა ნაწილაკებმა საკმაოდ დიდ ზომებს მიაღწიეს, ისინი იღებენ ჩაჭყეტილი ელიფსოიდების (ოსპები) ფორმას, შიგა მემბრანიდან ამოიზრდებიან ნაოჭები. მიტოქონდრიების საპირისპიროდ ამ წამონაზარდებს მილისებრი კი არა, არმედ გაბრტყელებული ფორმა აქვთ და პარალელურად არიან მიმართულნი ელიფსოიდის ფართო ზედაპირზე. ისინი შევსებულნი არიან ნახევრად თხევადი მასით, რომელსაც სტრომა ეწოდება. სხვადასხვა ზომის ბრტყელი წამონაზარდები სცილდებიან შიგა მემბრანას და წარმოქმნიან ორმემბრანიან ფირფიტებს.

სტრომა ასხმულია ბრტყელი, ერთმანეთთან პარალელურად მდებარე სხვადასხვა დიამეტრის ბუშტუკების მთელი სისტემით. ონტოგენეზის ამ სტადიაზე (დიამეტრი 0,5 მკმ) მათ პროპლასტიდები ეწოდებათ. პროპლასტიდებს შეუძლიათ პლასტიდების სამი სახეობიდან რომელიმე ერთ ერთ სახეობად გარდაქმნა. მიტოქონდრიების მსგავსად ისინი შეიცავენ დეზოქსირიბონუკლეინს და შეუძლიათ გამრავლება. თუმცა გაყოფა შეიძლება მოხდეს მას შემდეგ, როცა მოხდება ან თუნდაც დაიწყება იმ ორგანელების დიფერენციაცია. სხვა სიტყვებით, რომ ვთქვათ, არასოდეს შეინიშნება ინიციალური ნაწილაკების თვითმომრავლება.

**ლეიკოპლასტიდები.** წვრილი უფერული პლასტიდები, რომელთაც არ გააჩნიათ მკაცრად განსაზღვრული ფორმა, პირველად აღმოაჩინა ვ.რიუგერმა 1854 წელს. ულტრასტრუქტურით ისინი პროპლასტიდებს უახლოვდებიან. მათი ძირითადი ფუნქცია დაკავშირებულია სამარაგო საკვები ნივთიერებების წარმოქმნასთან. ისინი უმთავრესად თავმოყრილნი არიან მცენარის ისეთ ნაწილებში, რომელთაც დაკარგული აქვთ მწვანე შეფერილობა, მერისტემატიკურ ქსოვილებში, სპორებში, გამეტებში, თესლებში, გორგლებში, ფესურებში.

მცენარეთა სამყაროში შედარებით ფართოდაა გავრცელებული სახამებელ წარმომქმნელი ლეიკოპლასტები, ანუ ამინოპლასტები. მათში შაქრიდან წარმოიქმნება მეორადი სამარქაფო სახამებლის მარცვლები, რომლებიც ფოთლებში მოედიებიან შემნახველი ორგანოებისაკენ. ამინოპლასტები თავმოყრილია უმთავრესად მცენარის მიწისქვეშა ორგანოებში-ფესურებსა და გორგლებში, აგრეთვე ღეროებში. სახამებლის მარცვლების განვითარება იწყბება ამინოპლასტის სტრომის მონაკვეთზე სახამებლის გამოჩენის შემდეგ. შიგა მემბრანის ფირფიტები (იგივე ჯიბეები ანუ ბუშტუკები) გარს ერტყმიან ამ ნაწილაკს და მის გარშემო წარმოქმნიან ღია ან დახურულ, ხშირად სფეროსებრ აფსკს. სახამებლის მარცვლები მალე იზრდებიან და ბოლოს, მთელიამინოპლასტი სახამებლად ივსება. საბოლოო მარცვლის ზომები აჭარბებენ ამინოპლასტის საწყის ზომებს.

**ქლოროპლასტები.** მწვანე ფერის პლასტიდები აღმოჩენილია 1791 წელს კომპარეტის მიერ. ქლოროპლასტები სინათლის ენერგიის დახმარებით აწარმოებენ ნახშირწყლების პირველ სინთეზს, ე.ი. ისინი ფოტოსინთეზის ორგანელები არიან მზისკენ მიმართულ მაფოტოსინთეზირებელ ორგანოებსა და ქსოვილებში (ფოთლებში, ახალ ღეროებში, უმწიფარ ნაყოფში). ქლოროპლასტებს უნდა უმადლოდნენ მცენარეები მწვანე ფერს.

ქლოროპლასტებს ხშირად სიცოცხლის ო პ ტ ი კ უ რ ფ ო კ უ ს ს უწოდებენ. მათში მზის სინათლის ენერგია გარდაიქმნება ფოტოსინთეზის საბოლოო პროდუქტების -ორგანული ნივთიერებების ქიმიურ ენერგიად. ჩ. დარნიმა კ. ტიმირიაზევთან საუბრის დროს თქვა: „ბუნების მიერ შექმნილი ყველა ორგანული შენაერთებიდან ქლოროფილი ყველაზე საინტერესოა“. ახლახან ქლოროფილის სინთეზი განახორციელეს ლაბორატორიულად შტერლისა და კოლიანოვისა (გფრ) და ვუდვორდის (აშშ) ლაბორატორიებში.

ქლოროპლასტები გვხვდება ყველა მწვანე მცენარეში, დაწყებული წყალმცენარეებიდან ყვავილოვანთა ჩათვლით. უმაღლეს მცენარეებში ქლოროპლასტებს დაახლოებით ერთნაირი ფორმა აქვთ. მრგვალი ან ოვალური, ხშირად ორმხრივ ამოზნექილი ლინზის ფორმისნი არიან. წყალმცენარეების ქლოროპლასტები რომლებსაც ქ რ ო მ ა ტ ო ფ ო რ ე ბ ი ეწოდებათ, გამოირჩევიან ზომისა და ფორმის სხვადასხვაობით. ქლოროპლასტების რაოდენობა ერთ უჯრედში 1-დან 36-მდეა. უჯრედში მათი რაოდენობა მათი ზომის უკუპროპორციულია. უმაღლეს მცენარეებში ქლოროპლასტების საშუალო სიგრძე 3-დან 7 მკმ-მდეა, სიგანე 1-3 მკმ.

უმაღლეს მცენარეების უჯრედებში ქლოროპლასტები ციტოპლაზმის უჯრედის კედელთან იმგვარად არიან მოთავსებულნი, რომ მათი მდებარეობა იცვლება განვითარების ხარისხის მიხედვით, სინათლის საუკეთესოდ დასაჭერად ისე, რომ არ მოექცნენ მზის პირდაპირი სხივების გამანადგურებელი მოქმედების ქვეშ. გაფანტულ შუქზე ისინი ზედაპირზე თავსდებიან, ხოლო პირდაპირ შუქზე-გვერდით კედლებთან. ცოცხალი ქლოროპლასტი 75%-მდე წყალს შეიცავს, ქლოროპლასტის ქიმიური შედგენილობა (მშრალი წონა) შემდეგნაირია: ცილები 50%, ლიპიდები-38%, ქლოროფილი-5-10%, კაროტინოიდები-1-2% და მცირე რაოდენობით რიბონუკლეინი და დეზოქსირიბონუკლეინი.

ქიმიური სტრუქტურით ქლოროფილი ახლოს დგას სისხლის მღებავ ნივთიერებებთან-ჰემინთან. ამ ერთიანობის დასაბუტება ეკუთვნის რუს ბიოქიმიკოსს მ. ნენცვის. მან ქლოროპლასტიდან და ჰემინიდან გამოჰყო ერთი და იგივე ნივთიერება - ჰემიპიროლი. ქლოროფილი შედარებით მაღალორგანიზებულ მცენარეებს-ფარულთესლოვანებს-მხოლოდ სინათლეზე წარმოექმნებათ.

სიბნელეში განვითარებულ მცენარეებს აქვთ არაბუნებრივად წაგრძელებული ღეროები, ღია ყვიტელი შეფერილობა ან საერთოდ უფერულები არიან. სიბნელეში ნამყოფ მცენარეებს ეთიოლირებულებს უწოდებენ, სინათლეზე კი ისინი მწვანე ფერს იღებენ.

მ. ცვეტმა ქლოროფილი ორ კომპონენტად გაყო:

1. ქლოროფილი „ა“ C55 H72 O5 N4 Mg;
2. ქლოროფილი „ბ“ C35 H70 O6 N4 Mg

ზოგჯერ ბუნებაში შეინიშნება ქლოროზული მცენარეები, ე.ი. მცენარეები, რომელთა ფოთლებს არა აქვთ მწვანე ფერი. მიზეზები, რომლებიც ქლოროზს იწვევენ, სხვადასხვაგვარია და ჯერ-ჯერობით ბოლომდე არ არის შესწავლილი. კერძოდ, ქლოროფილის წარმოქმნის პროცესში აღნიშნავენ მცენარეთა კვების გაუარესებას-კატალიზატორების-სინათლის, სითბოს ან რკინის მარილის უკმარისობას. უფრო ხშირად ქლოროზული მცენარეები გვხვდება ტუტიან, კირით მდიდარ ნიადაგებზე. ეს იმით აიხსნება, რომ რკინის მარილები უხსნადი ხდებიან და მცენარეები ვერ ითვისებენ მათ.

ქლოროფ „ა“ და „ბ“-ს გარდა ქლოროპლასტები შეიცავენ კიდევ ორ პიგმენტს; ნარინჯისფერსა და ყვითელს-კაროტინს და ქსანტოფილს. ამ პიგმენტებს კაროტინოიდების ჯგუფს მიაკუთვნებენ. ისინი მაღალმოლეკულარულ ნახშირწყალბადებს წარმოადგენენ: კაროტინი-C40H56, ქსანტოფილი C40 H56 O2 ქლოროფილი ფოტოსინთეზის განხორციელებისას მთავარი მოქმედი საწყისია. სხვა პლასტიდების მსგავსად მემბრანული აგებულება აქვთ და ციტოპლაზმიდან გამოყოფილნი არიან გარსით, რომელიც წარმოადგენს ორმაგ მემბრანას და რომელსაც გააჩნია გამჭოლობა და რომელიც არეგულირებს ნივთიერებათა ცვლას ციტოპლაზმასა და ქლოროპლასტს შორის. ადგილს გარსის გარე და შიგა მემბრანებს შორის პერიპლასტიდური სივრცე ეწოდება, მისი სიგანეა 10-30ნმ.

ქლოროპლასტის სხეული შედგება უფრო წვრილმარცვლოვანი ჰიდროფილური ცილოვან-ლიპოიდური მასის-სტრომის ანუ მატრიქსისაგან. სტრომა გამჭვალულია პარალელურად განლაგებული ორმემბრანიანი ფირფიტების (ან ბუშტუკების) სისტემით. ონტოგენეზში წარმოქმნილი პროპლასტიდებით, რომლებსაც ქლოროპლასტებში ლამელებს, დისკოებს ან ტილაკოიდებს უწოდებენ. დისკოები და ტილაკოიდები 0,3 მკმ დიამეტრით საკმაოდ მჭიდროთ ესაზღვრებიან ერთმანეთს და წარმოქმნიან შეკვრებს, რომელთაც გრანები ეწოდებათ. მსხვილი უფერული ლამელები სჭვალავენ სტრომას და გრანებს ერთიან სისტემად ჰკრავს.

ქლოროფილი და კაროტინოიდები მოთავსებულნი არიან გრანებში, დისკოს ორთავე მემბრანაში ან ტილაკოიდებში და იქვე ხდება ფოტოქიმიური რეაქციები. ახლახან გრანებში აღმოაჩინეს უფრო წვრილი სუბსტრუქტურები-კვანტოსომები, თუმცა მათი ფუნქცია ჯერ უცნობია, შესაძლოა, სწორედ ისინი შეიცავენ ფოტოსინთეზური პროცესის პირველი სტადიებისათვის აუცილებელ ქლოროფილსა და ფერმენტებს.

რედგენოსტრუქტურულმა ანალიზმა და კვლევის სხვა მეთოდებმა შესაძლებლობა მოგვცეს გამოგვემჟღავნებინა დისკოებისაგან (ტილაკოიდებისაგან) შემდგარი ლამელებისა და და გრანების სუბმიკროსკოპული სტრუქტურა.

ლამელების მემბრანები, რომლებიც გრანებს აყალიბებენ, შედგებიან ცილის მოლეკულებისაგან წარმოქმნილი გარეგანი ფენისაგან. მას მოჰყვება ქლოროფილის ფენა, შემდეგ ლიპოიდური ფენა კაროტინოიდებთან ერთაფ და შემდეგ კვლავ ცილების ფენა, შემდეგ ლიპოიდური ფენა კაროტინოიდებთან ერთად და კვლავ ცილების ფენა. გვერდით მდებარე მემბრანა ზემოთ აღწერილის სარკისებრ ანარეკლს წარმოადგენს.

ფოთლის ზრდასთან ერთად ქლოროპლასტები საგრძნობლად იცვლიან სტრუქტურას- წვრილგრანულებიანიდან მსხვილგრანულებიანამდე. ძველ ფოთლებს ემჩნევათ ცხიმისმაგვარი გრანულების დაგროვება, ქლოროპლასტების სტრუქტურის დარღვევა და ბოლოს იწყება მათი დეგრადაცია. ქლოროფილის ძირითადი ფუნქცია, რომელსაც კოსმიური მნისვნელობა აქვს-ფოტოსინთეზია. ფოტოსინთეზის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ნახშიროჟანგმა აირისა და წყლისაგან წარმოქმნას ორგანული შენაერთები. ჟანგბადის გამოყოფის ესპროცესი სინათლის ენერგიის ხარჯზე სრულდება. ამასთან, ქლოროფილი ფერმენტების სისტემასთან ერთად საკუთარი ქიმიური\ცვლილებების საფუძველზე სინათლის ენერგიას გარდაქმნის ქიმიურ ენერგიად. დღემდე მეცნიერებამ არ იცის ამ მნიშვნელოვანი პროცესის ყველა დეტალი. ფოტოსინტეზის პროცესი მრავალსაფეხურიანია, მისი რეაქციებიდან ზოგი სინათლეზე მიმდინარეობს (სინათლის ფაზა), სხვებისთვის კი სინათლე არცაა აუცილებელი (ბნელი ფაზა).

არსებული ფაქტები უფლებას გვაძლევს ისტორიულ ასპექტში გადავწყვიტოთ ფოტოსინტეზური სისტემის სპეციალიზაცია. ამგვარად, ლურჯმწვანე წყალმცენარებს ქლოროპლასტი ჯერ არა აქვთ, მაგრამ ციტოპლამის კედლისპირა ფენაზე მოთავსებულია ორი მემბრანა ფოტოსინთეზისათვის. მწვანე წყალმცენარეებს უკვე აქვთ ქლოროპლასტები (ქრომატოფიტები), რომელთაც გამმიჯნავი მემბრანები გააჩნიათ. წყალმცენარეების ქრომატოფორებს ჯერ კიდევ არა აქვთ გრანები. თუმცა მათ გააჩნიათ პირენოიდები-განსაკუთრებული ორგანელები, რომლებიც პიგმენტებს არ შეიცავენ. ესენია სახამებლის მარცვლებიანი სფერული სტრუქტურები. მათში არ ხდება ფოტოსინთეზი, სამაგიეროდ მიმდინარეობს შაქრის კონდენსაცია უფრო მაღალპოლიმერულ ნახშირწყლებად-სახამებლად ან გლიკონად.

ხავსებისა და სხვა მაღალი სპორიანების ქლოროპლასტის სტრუქტურული ელემენტია გრანა. უმაღლეს მცენარეებში ქლოროპლასტის უნივერსალურ ფორმად გვევლინება ორმხრივ ამოზნექილი ლინზა. ეს დამოკიდებულია წყალმცენარეებთან შედარებით ხმელეთის მცენარეების ქლოროპლასტის აქტიური ზედაპირის ზრდაზე.

**ქრომოპლასტები.** პირველად აღმოცჩენილ იქნა 1837 წელს. ი. ბერცელიუსის, ხოლო შემდეგ 1885 წელი ა.შიმპერის მიერ. ესენია პლასტიდები, რომლებიც კაროტინოიდების ჯგუფის სხვადასხვაგვარ პიგმენტებს შეიცავენ. ქრომოპლასტების ძირითადი ფენა-ნარინჯისფერი და წითელი. მათ არ შეუძლიათ ფოტოსინტეზის ფუნქციის შესრულება.

ქრომოპლასტების ფუნქციების უმეტესობა ჯერ კიდევ გაურკვეველია. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ფოტოსინთეზის პროცესში ქლოროპლასტებისათვის ისინი თავისებური სინათლის ფილტრის როლს ასრულებენ. გვირგვინის ფურცლების შეფერილობაში ქრომოპლასტებს არაპირდაპირი მნიშვნელობა აქვთ. ისინი იზიდავენ დამმტვერავ მწერებს. კაროტინოიდებით შეფერილ კაშკაშა ნაყოფს კარგად მიირთმევენ თესლგადამტანი ფრინველები და ცხოველები. ნივთიერებათა ცვლაში ქრომოპლასტიდების მონაწილეობა გამოკვლეული არ არის, თუმცა ზოგჯერ მათში ინახება სახამებლის მარცვლები.

ლევისა და სიკევიჩის მონაცემებით (1971) ქრომოპლასტები წარმოადგენენ მრავალი მცენარეული ელემენტის სინთეზისა და ლოკალიზაციის ადგილს.

ქრომოპლასტები ფორმით სხვადასხვაგვარი არიან: დისკოსებრნი, სფერული, ჩხირისებრნი, ლინზურ-თითისტარისმაგვარნი მათი ფორმა იმდენად საოცარია, რომ ვერც აღვწერთ. სხვადასხვაგვარობა იმასთანაა დაკავშირებული, რომ კაროტინოიდები და თვით პიგმენტი კაროტინი ადვილად განიცდიან კრისტალიზაციას და ამასთანავე ხლეჩენ პლასტიდის სტრომას. სწორედ ეს კრისტალები განსაზღვრავენ ქრომოპლასტების ფორმას.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ა. შიმპერი უშვებდა პლასტიდების გარდაქმნას ამასთანავე იგი თვლიდა, რომ ქლოროპლასტები წარმოიქმნებიან ქლოროპლასტებიდან მათი დეგრადაციის შედეგად. ცალკეულ შემთხვევებში ისინი ლეიკოპლასტებიდანაც წარმოიქმნებიან. მაგ სტაფილოს ძირხვენები ქლოროპლასტები ხშირად გროვდება ცირცელის ნაყოფში და სხვა. მცენარეებში შემოდგომისათვის ფოთლებში წარმოიწქმნება ქრომოპლასტიდების დიდი რაოდენობა, რაც მათ გაყვითლებას იწვევს. ზოგჯერ კი ქრომოპლასტები წარმოიქმნებიან ყვავილების გვირგვინის ფურცლებში და განსაზღვრავენ მათ ფერს. მაგ. მწვანე ბაია.

**1.7.** **ბირთვი**

ბირთვი 1831 წელს ღმოაჩინა რობერტ ბროუნმა. ბირთვის ფორმა, ისევე როგორც ზომა, სხვადასხვაგვარია, უმეტესად კი იგი მრგვალია. ცალკე არებული უჯრედის ინდივიდუალური განვითარების პროცესში (ონტოგენეზი) იცვლება ბირთვის ადგილმდებარეობა. ფორმა და სიდიდე. თუმცა მცენარეთა სხვადასხვა სახეობისათვის, ცალკეული ორგანოებისა და თვით სხვადასხვა სპეციალიზებული ჯგუფის უჯრედებისათვისაც კი (ქსოვილებისათვის) არსებობს თანაფარდობა პროტოპლასტის მოცულობასა და ბირთვს შორის. ამ თანაფარდობის დარღვევა იწვევს ბირთვის გაყოფას ან მის სიკვდილს. ამგვარად, ახალგაზრდა უჯრედებს შედარებით მსხვილი ბირთვები აქვთ შეფარდება 1:4-1:5, უკვე ჩამოყალიბებულსა და ძველ უჯრედებს 1:20-1:200 ფარულთესლოვანი მცენარეების ვეგეტატიური უჯრედების ბირთვის საშუალო დიამეტრი შეადგენს 5-20 მკმ. ობის სოკოებს პატარა ბირთვები აქვთ მხოლოდ-1-2 მკმ.

ჩვეულებრივ უჯრედში ერთი ბირთვია, სოკოს უჯრედებში ხშირად ორი, ზოგიერთი წყალმცენარისა და უმდაბლესი სოკოების უჯრედები კი მრავალბირთვიანია.

ბირთი მოთავსებულია უჯრედის ყველაზე მეტად ცხოველმოქმედ ნაწილში-ციტოპლაზმაში, სადაც იგი ჩვეულებრივ მიტოქონდრიებითაა გარშემორტყმული. უჯრედის კედლის ტრამვისას, ბირთვი გადაინაცვლებს ხოლმე დაზიანების ადგილზე, მაშინ შეხორცება უფრო სწრაფად ხდება.

ფიზიკურ-ქიმიური აგებულებით უჯრედის ბირთვი ციტოპლაზმის კოლოიდურ სისტემასთან შედარებით უფრო ბლანტი კონსისტენციის მქონე ჰიდროფილური კოლოიდების კომპლექსს წარმოადგენს. ციტოპლაზმის მსგავსად ბირთვიც სტრუქტურაქმნილი სისტემაა. შუქოვანი მიკროსკოპირებისას ბირთვი ელასტიკურ ბუშტუკსწააგავს, რომელიც უთხელესი გარსითაა დაფარული და რომლის შიგნით მოჩანს 1-3 ან უფრო მეტი ბირთვაკები-პატარა მრგვალი სხეულები, რომლებიც შედარებით ძლიერად გარდატეხენ შუქს. ზოგ შემთხვევაში ბირთვისძირითადი მასა უსტრუქტუროა, ზოგჯერ კი მასში თხელი მარცვლოვანი სტრუქტურა შეინიშნება. თანამედროვე შეხედულებების ბირთვის აგებულების შესახებ ემყარება ელექტრო და ფაურ კონტრასტული მიკროსკოპირებისას ჩატარებულ დაკვირვებებს.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ბირთვში გამოყოფენ შემდეგ კომპონენტებს:

1. ბირთვის გარსი;
2. ბირთვის წვენი (კარიოლიმფა);
3. ქრომატული სტრუქტურა (ქრომოსომები);
4. ერთი-ორი ზოგჯერ კი რამოდენიმე ბირთვაკი.

ქიმიური შედგენილობა: ბირთვის ძირითადი საშენი მასალაა რთული ცილები, რომელთაც პროტეიდები ეწოდებათ ძირითადი ცილების რაოდენობაა (რომელთაც უნარი შესწევთ შეუერთდნენ მჟავებ) 22,6%, სხვა ცილების- 51,3 დნმ-14%, რნმ-12,1%, ბირთვსი არის აგრეთვე ლიპიდები, წყალი, იონები Ca2+ და Mg2+  პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა აქვთ ნუკლეოპროტეიდებს-ცილებისა და ნუკლეინის მჟავების ნაერთს ნუკლეინმჟავები შედგება ნუკლეოტიდებისაგან, თითოეული მათგანი შეიცავს სამ ქიმიურ კომპონენტს:

1. ფოსფორმმჟავის ნარჩენს;
2. შაქარს (რიბოზა ან დეზოქსირიბოზა;
3. ხუთი აზოტოვანი სასუქიდან ერთ ერთს. ადენინს, გუანინს (პურინების ჯგუფიდან) და თიმინს, ურაცილის ციტოზინს (პირიმიდინის ჯგუფიდან). ბირთვში აგრეთვე ციტოპლაზმაშიც ნუკლეინმჟავათა ორი ჯგუფი გვხვდება-დეზოქსირიბო ნუკლეინი (დნმ), რიბონუკლეინი (რნმ) ამ ჯგუფებს მრავალი მსგავსება გააჩნიათ. დნმ-რნმ-საგან განსხვავებით რიბოზის ნაცვლად შეიცავს მასთან ახლომდგომი დეზოქსირიბოზას, ხოლო ურაცლის ნაცვლად თიმინს.

სპეციალური მეთოდების ქიმიური და რედგენოსტრუქტურული ანალიზის ჰგამოყენების შედეგად შესაძლებელი გახდა დნმ-ს მოლეკულის შინაგანი აგებულების განსაზღვრა და მისი თვალსაჩინოდ წარმოდგენა მოდელის სახით (უიტსონი და კრიკი, 1953).

დნმ-ს შინაგანი სტრუქტურის განსაზღვრა საბუნებისმეტყველო დარგის უდიდესი აღმოჩენაა მან ახსნა მემკვიდრეობითობის მოლეკულარული მექანიზმი, სამემკვიდრეო ნივთიერების მოლეკულების რედუპლიკაციები (თვითგაორება), სპეციფიკური ცილების ბიოსინთეზი, ბირთვის გაყოფის სხვადასხვა ხერხი და სხვა. დნმ-ს მოლეკულა წარმოადგენს ნუკლეოტიდების ორმაგ ჯჭვს, ეს ჯაჭვები ერთმანეთთან აზოტოვანი საფუძვლებითაა დაკავშირებული.

თუ დნმ-ს ორმგ ჯაჭვს გავაცალკავებთ და ისეთ გარემოში მოვათავსებთ, რომელიც შეიცავს საჭირო ნუკლეოტიდებსა და ფერმენტებს, მაშინ თითოეულ ჯაჭვს შესწევს უნარი მიიშენოს ნაკლული მეორე ჯაჭვი. ამსთან მიშენებული ჯაჭვი უეჭველად იქნება ნაკლული ჯაჭვის ასლი, წინააღმდეგ შემთხვევაში დაირღვევა დნმ-ს მოლეკულია აგებულების ქიმიური კავშირების ძირითადი პრინციპი.

სწორედ ამაში მდგომარეობს დნმ-ს მოლეკულის განსაკუთრებული თვისება თვითგანმეორებისა ანუ რედუპლიკაციისა (რეპლიკაცია). თითოეული იმჯაჭვთაგანი წარმოადგენს მაგალითს ნაკლულის წარმოსაქმნელად. დეზოქსირიბონუკლეინური მჟავა წარმოადგენს მატრიცას, რომელზეც სინთეზირდება რიბონუკლეინურ მჟავათა ყველა სახეობა: ინფორმაციული, რიბოსომული და ტრანსპორტული.

დნმ-ის მონაკვეთს, რომელიც განსაზღვრავს ცილის მოლეკულისათვის სპეციფიკური ერთი მოლეკულის სინთეზს, გენი ეწოდება. ყველა ორგანიზმისათვის დნმ-ის მოლეკულებში ნუკლეოტიდების თანმიმდევრობის თავისებურებას გ ე ნ ე ტ ი კ უ რ კოდს უწოდებენ.

ამგვარად დნმ. წარმოადგენს მცენარეთა და ცხოველთა ცხოვრებაში უმნიშვნელოვანესი ფუნქციის შემსრულებელ განსაკუთრებულ ნივთიერებას. სწორედ ამ ნივთიერების სტრუქტურაში ნუკლეოტიდური კოდის საშუალებით, თითქოსდა ჩაწერილია ყველა იმ ცილის თავისებურება, რომელთაგანსც აგებულია ორგანიზმი. ამგვარად სწორედ დნმ. განსაზღვრავს მემკვიდრეობითობას.

**ბირთვის გარსი.** ბირთვის გარსს სუბმიკროსკოპული სტრუქტურა აქვს. იგი შედგება პერინუკლეარული სივრცით გაყოფილი ორი მემბრანისაგან. ეს სივრცე შევსებულია სითხით, რომელიც ენდოპლაზმური ქსელის არხების ენხილების ჰომოლოგიურია. გარსის სისქე დაახლოებით 60-80 ნმ-ია. (შიგა დაგარე ბირთვული მემბრანების სისქე 10-10 ნმ-ია, პერინუკლეარული სივრცე 10-დან რამოდენიმე ათეულ ნანომეტრამდე) გარე მემბრანა კონტაქტშია ენდოპლაზმატური ქსელის მემბრანებთან. შიგა მემბრანის ბირთვის ზედაპირი, ისევე როგორც ენდოპლაზმური ქსელის მემბრანებისა, დაფარულია გრანულებით-რიბოსომებით. ამგვარად, შეიძლება ვილაპარაკოთ უჯრედის ორივე სტრუქტურიზებული სისტემის-ციტოპლაზმისა და ბირთვის უწყვეტი კავშირის შესახებ. ბირთვის გარსი მთლიანი არ არის. მას გააჩნია მკვეთრად გამოსახული არხები-პერფორაციები, ანუ ფორები, რომელთა აგებულება დღემდე ბოლომდე არ არის შესწავლილი. ფორების დიამეტრი 20-დან 30 ნმ-მდე მერყეობს.

**ქრომოსომები.** ქრომოსომები ეწოდებათ ძაფოვან სტრუქტურებს, რომლებიც მიტოზის დროს კარგად მოჩანან ოპტიკურ მიკროსკოპში. მოცემული სახეობის ძირითადი მასისათვის დამახასიათებელია ქრომოსომათა გარკვეული რაოდენობა. ქრომოსომების რაოდენობა ორგანიზმის სხეულის უჯრედებში ჩვეულებრივ დიპლოიდურია. იგი წარმოიქმნება ორი სასქესო უჯრედის შერწყმით, რომლებშიც სანახევროდ ყოველთვის არის-ქრომოსომების მ ო ნ ო პ ლ ო ი დ უ რ ი ან ჰ ა პ ლ ო ი დ უ რ ი რაოდენიბა. ყოველი ჰაპლოიდური ნაერთი აღინიშნება- n-ით, ხოლო დიპლოიდური-2n-ით.

ერთი ჰაპლოიდური ნაერთის ქრომოსომათა ზომა და ფორმა სხვადასხვაა, მაგრამ ერთი სახეობის ორგანიზმის ყოველ სასქესო უჯრედში, მკაცრად მეორდება არა მარტო ქრომოსომების რაოდებნობა, არამედ თითოეული მათგანის ზომაცა და ფორმაც, ამიტომ ბუნებრივია, რომ დიპლოიდურ ნაერთში, რომელიც ჰაპლოიდური უჯრედების შერწყმით მიიღება, თითოეულ ქრომოსომაში ერთმანეთს შეესატყვისება ზომითა და ფორმით ერთნაირი წყვილი ქრომოსომა.

მიტოზის ფაზაში საკმაოდ განვითარებული ქრომოსომა შედგება ორი ნარევისაგან, რომლებიც ქრომოსომების ღერძის გასწვრივ ღარით არიან გაყოფილნი, მათ ქ რ ო მ ა ტ ი დ ე ბ ი ეწოდებათ. თითოეული ქრომატიდი შედგება ორი თხელი ძაფისაგან, რომლებიც ქრომოსომის ღეროს პარალელურად არიან მოთავსებულნი, მათ ეწოდებათ ქრომონემები და შეიცავენ დნმ-ს. ქრომოსომების და დნმ-ის მოლეკუკლები სპირალიზებულები არიან. მონაკვეთს სადაც ქრომოსომეის სპირალი ძლიერ დახვეულია ქრომერები ეწოდებათ. ქრომოსომებს გააჩნიათ პირველადი სარტყელი (ნაშარტი).

ზოგჯერ ქრომოსომას გააჩნია მეორეული სარტყელი, რომელიც ქრომოსომას აშორებს თავის პატარა ნაწილს -თანამგზავრს. მეორეული გადაჭიმვა ის ადგილია, სადაც მიტოზის დამთავრებისას წარმოიქმნება ბირთვი. ქრომოსომების სწორედ იმ ნაწილს უწოდებენ ბირთვაკის ორგანიზატორს . ქომოსომების შინაგანი აგებულება იცვლება უჯრედის განვითარების ციკლში. ე.ი. მიტოზურ ციკლში. ქრომოსომების ფუნქცია მდგომარეობს მოცემული ორგანიზმისათვის სპეციფიკური ნუკლეინის მჟავათა სინთეზში, რომლებიც სპეციფიკური ცილების სინთეზს ახორციელებენ. მიტოზში ქრომოსომები ახდენენ ცოცხალი ორგანიზმების უჯრედებში მემკვიდრეობითი ნივთიერების ზუსტ განაწილებას. **ბირთვაკები.**  ბირთვაკები ბირთვის მუდმივი კომპონენტები არიან. სხვადასხვა სახეობის მცემნარეებისა და უჯრედის ტიპებისათვის მათი ზომა და რაოდენობა ასე თუ ისე მიდმივია. ბირთვაკის ფორმა დაახლოებით ბურთის მსგავსია, საზღვრები არაა გამოკვეთილი, რადგანაც ბირთვაკები შემოფარგლულნი არ არიან განსაკუთრებული მემბრანით და პირდაპირ კონტაქტში არიან კარიოლიმფასთან.

ბირთვაკის ქიმური შედეგენილობისათვის დამახასიათებელია: რიბონუკლეინ პროტეიდები, ლიპოპროტეიდები, ფოსფორპროტეიდები, მასში ცილების შედგენილობა საკმაოდ მაღალია. რნმ-ს კონცენტრაცია ბირთვაკში უფრო დიდია ვიდრე ციტოპლაზმასა და ბირთვში ბირთვაკები, როგორც ჩამოყალიბებული სხეულები, მუდმივად არ არსებობენ. ისინი შეინიშნება უძრავ ბირთვში (ინტერფაზაში), ხოლო ბირთვის გაყოფისას კი ქრებიან. გაყოფის შემდეგ ზოგიერთ ქრომოსომაში ბირთვაკები კვლავ წარმოიქმნებიან. ისინი ჩნდება მეორეულ გადაჭიმვებზე, რომლებიც ქრომოსომის სხეულს თანამგზავრთან აკავშირებენ და ბირთვაკის ორგანიზატოები ეწოდებათ. ამგვარად ბირთვაკები წარმოადგენენ ზოგი ქრომოსომის განსაზღვრულ მონაკვეთს.

**ბირთვის წვენი ანუ მატრიქსი (კარიოლიმფა)-** წარმოადგენს სუბმიკროსკოპული ციტოპლაზმის მატრიქსთან ახლო მდგომ -სხვადასხვაგვარი კონსიტენციის უსტრუქტურო მასას. ბირთვის წვენი ძირითადად შედგება მარტივი ხსნადი ცილებისაგან, აგრეთვე ნუკლეოპროტეიდებისა და გლიკოპროტეიდებისაგან. მასში მოთავსებულია ბირთვის ფერმენტების დიდი ნაწილი (სუნთქვის აეროზლი ფაზის ფერმენტები, რომლებიც ატფ-ის წარმოქმნასთან არიან დაკავშირებულნი ცილოვანი და ამინომჟავური ცვლის ფერმენტები). ბირთვის წვენის ძირითადი ფუნქცია მდგომარეობს ბირთვული სტრუქტურების ურთიერთკავშირის განხორციელებაში. ამასთან იგი ინერტულ შუალედურ გარემოში კი არ წარმოადგენს, არამედ გარდაქმნის მასში გამავალ ნივთიერებებს.

**ბირთვის ფუნქციები.** დიდი ხანია ჩამოყალიბდა საერთო წარმოადგენა უჯრედის გაყოფაში ბირთვის როლის შესახებ, განსაკუთრებით ქრომოსომების წარმოქმნასთან დაკავშირებით, თუმცა როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მნიშვნელოვანი დეტალები მემკვიდრეობითი თვისებების გადაცემაში ბირთვის ორგანელების მონაწილეობის შესახებ ამოხსნილი იქნა დნმ-ს სტრუქტურის შესწავლის შემდეგ. ამ აღმოჩენების შუზე ადვილი ასახსნელია ქრომოსომების მუდმივობა მცენარეთა დ ცხოველთა ყოველი სახეობისათვის.ჩატარებულმა გამიკვლევებმა ცხადყვეს, რომ ბირთვი უჯრედის უმნიშვნელოვანესი კომპონენტია. თუმცა მას მოქმედება შეუძლია მხოლოდ ციტოპლაზმასთან ურღვევ მთლიანობაში.

საფუძველი გვაქვს ვივარაუდოთ, რომ ბირთვი არეგულირებს უჯრედის განვითარების პროცესს, მონაწილეობს მიტოქონდრიების, პლასტიდების, ენდოპლაზმური ქსელის მემბრანების წარმოქმნაში.

**1.8.** **უჯრედის გაყოფა**

ისევე, როგორც უჯრედის სხვა ორგანლები ბირთვიც წარმოიქმნება ციტოპლაზმის ცალკეული მონაკვეთების სპეციალიზაციის და დიფერენციაციის შედეგად. თუმცა უჯრედის ინდივიდუალური განვითარების პროცესში, ბირთვი, მხოლოდ ბირთვისგან წარმოიქმნება.

ერთუჯრედიანების გამრაველბა, აგრეთვე მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების უჯრედების რიცხვის ზრდა ხორციელდება გაყოფის გზით. გაყოფის გამომწვევი მიზეზები სხვადასხვაგვარია:

1. მოცემული სახეობისათვის ბირთვისა და ციტოპლაზმის მოცულობებში ნორმალური თანაფარდობის დარღვევა, როცა ციტოპლაზმა იმდენად იზრდება, რომ ბირთვი ვერ არეგულირებს უჯრედში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესებს;
2. თანაფარდობის დარღვევა უჯრედის შიგთავსის მოცულობასა და უჯრედის კედლის საერთო ზედაპირს შორის, რადგან უჯრედის ზრდით მისი ზედაპირი იზრდება კვადრატის, ხოლო მოცულობა სიგრძივი ზომებით, კლების პროპორციულად;
3. სხვადასხვა სტიმულატორის, როგორც სპეციფიკურების-ჰორმონები, ასევე არასპეციფიკურების მანგანუმის მარილების, კალიუმის უჯრედთთა დაშლის პროდუქტების-ნეკროჰორმონებისა და სხვათა მოქმედება.

გაყოფის უმნიშვნელოვანესი პირობაა ამ პროცესისათვის თვით უჯრედის მომზადება. ე.ი. ცილების, ნუკლეინის მჟავათა და ენერგეტიკული მასალის საკმაოდ დიდი რაოდენობით დაგროვება. ბირთვის გაყოფა ყოველთვის წინ უსწრებს უჯრედის გაყოფის სამ ხერხს:

1. ამიტოზი-პირდაპირი გაყოფა;
2. მიტოზი- ანუ ეკვაციური, კარიოკინეზური-არაპირდაპირი;
3. მეიოზი-რედუქციული.

**ამიტოზი.**  გაყოფის ეს მეთოდი პირველად აღწერა ნ. უელეზნოვმა 1840 წელს. ამიტოზის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ბირთვი, ხოლო შემდეგ ამოსავალი უჯრედის შიგთავსი ორგანელის სტრუქტურის (მათ შორის, ბირთვისაც) შეუცვლელად იყოფა ორ შვილეულ უჯრედად. ყოველ შემთხვევაში ოპტიკური მიკროსკოპით დაკვირვებისას ხილვადი ქრომოსომები არ შეინიშნება. ამასთან , ბირთვი ორ და უფრო მეტ ნაწილად იყოფა, ბირთვის გარსის წინასწარი გაქრობის გარეშეც კი. ვერ ვხედავთ აქრომატული ძაფების თავისებური ფიგურის თითისტარას ჩამოყალიბებას, რომელიც ასე დამახასიათებელია გაყოფის სხვა ტიპებისათვის. ბირთვის ზონარის ხელახლა გაყრას-კარიოტომიას მოსდევს ციტოპლაზმის გაყოფა-პლაზმოტომია. ბირთვების რამოდენიმე ნაწილად გაყოფისას წარმოიქმნებიან მრავალბირთვიანი უჯრედები.

ამიტოზის დროს შვილეულ უჯრედებს შორის არ ხდება ბირთვული ნივთიერების თანაბარი განაწილება ე.ი. არ ხდება მათი ბიოლოგიური ტოლფასოვნების უზრუნველყოფა. თუმცაღა წარმოქმნილი უჯრედები, როგორც სპეციალიზებული უჯრედები, არ კარგავენ არც თავის სტრუქტურულ ორგანიზაციას, არც ცხოველმოქმედებას. დიდი ხნის განმავლობაში მეცნიერებაში გაბატონებული იყო აზრი, რომ ამიტოზი- პათოლოგიური მოვლენაა, რომელიც ბებერი და ავადმყოფი უჯრედებისთვისაა დამახასიათებელი. შემდგომმა გამოკვლევებმა ცხადყვეს, რომ ამიტოზი შეინიშნება ახალგაზრდა, საკმაოდ ნორმალურად განვითარებულ უჯრედებშიც. მაგ. ბოლქვის ძირში, ფესვის ქსოვილებში. მთლიანობაში ამიტოზი დამახასიათებელია უფრო მაღალდიფერენცირებული და შედარებით მობერებული უჯრედებისათვის.

**მიტოზი.** ორგანული ბუნების განვითარების ყველა ეტაპზე, სომატური უჯრედების ბირთვის გაყოფის ყველაზე მეტად გავრცელებული ფორმაა. იგი უნივერსალურია არა მარტო მცენარეებისა და ცხოველების ვეგეტატიური იუჯრედებისათვის, არამედ განვითარების გარკვეულ ეტაპზე -სასქესო უჯრედებისათვისაც კი. მიტოზის დროს უჯრედის გაყოფას წინ უსწრებს ციტოპლაზმის ორგანელების და განსაკუთრებით ბირთვის დიდი გარდაქმნა. ამ გარდაქმნების უმთავრესი ნიშნები გარკვევით მოჩანს შუქოპტიკური გამოკვლევებისას, როგორც ფიქსირებულსა და შეღებილ მაგალითზე, ასევე ცოცხალ უჯრედშიც. ჯერ კიდევ გაყოფის წინა მოსამზადებელ პერიოდში ამოსავალი (დედა) უჯრედის ქრომოსომებში დნმ-ის რაოდენობა იზრდება ორჯერ. მიტოზის პროცესში შვილეული უჯრედების ფორმირებისას ქრომოსომები თანაბრად ლაგდებიან ორ ბირთვში. ამგვარად, მიტოზის შედეგად შვილეული უჯრედების ქრომოსომების ფორმა და რიცხვი ისეთივეა, როგორიც ჰქონდა დედა უჯრედს. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ყველა უჯრედის გაყოფისას მოქმედებენ ბიოლოგიური მექანიზმები, რომლებიც უზრუნველყოფენ შვილეული უჯრედის მემკვიდრეობით მსგავსებას ამოსავალ (დედა) უჯრედთან. თვითმარეგულირებელი პროცესების ერთობლიობას, რომელიც უჯრედში მიმდინარეობს ერთი გაყოფიდან მეორემდე, ეწოდება უჯრედული ანუ მიტოზური ციკლი.

ორ მომდევნო გაყოფას შორის პერიოდს ი ნ ტ ე რ ფ ა ზ ა ანუ ინტერკინეზი ეწოდება. მას მოსდევს მოკლე დასკვნითი ეტაპი-მიტოზი (ბირთვისა და ციტოპლაზმის გაყოფა) ინტერფაზის განმავლობაში უჯრედი ახდენს დნმ-ის სინთეზს, მიმდინარეობს ცილებისა და ენერგეტიკული მასალის დაგროვება შემდგომი მიტოზისათვის.

დნმ-ის სინთეზი ხორციელდება ქრომოსომებში, ინტერფაზის დროს ხდება უმნიშვნელოვანესი პროცესი, რომელსაც ქრომოსომების რედუპლიკაცია ჰქვია: ქრომატული ძაფი (ქრომოსომა) იყოფა იყოფა ორ ქრომატიდად, რომლებიც ერთმანეთთან ცენტრომერით არიან დაკავშირებულნი.

ინტერფაზას სამ პერიოდად ჰყოფენ:

1. პირველი პერიოდი - პრესინთეთიკური პერიოდი, რომლის ხანგძლივობის პერიოდში ხდება შვილეული უჯრედების ზრდა, ე.ი. მათი ბირთვი და ციტოპლაზმა მოცულობაში იზრდება. ბიოქიმიური თვალსაზრისიტ ეს პერიოდი ხასიათდება ცილების აქტიური სინთეზით, რნმ-სა და ენერგიის დაგროვებით, ჰისტონებისა და დნმ-ს სინთეზი ამ დროს ჯერ არ ხდება;
2. შემდეგი პერიოდი პოსტკინეტიკური პერიოდია, როდესაც დნმ-ს სინთეზი დამთავრდა და უჯრედი თითქოს ბიძგს ელოდება გაყოფის დასაწყებად.

გამოყოფენ მიტოზის ოთხ სტადიას:

1. პ რ ო ფ ა ზ ა-მიტოზის ყველაზე ხანგძლივი ფაზაა, მასში მიმდინარეობს დიდმნიშვნელოვანი გარდაქმნები: ბირთვი ბირთვი იზრდება მოცულობაში, ძნელად შესამჩნევი ქრომატული ძაფების ნაცვლად ბირთვში წარმოიშვება ჯერ თხელი, მოგრძო, მოღუნული და ნაკლებსპირალიზებული ძაფისმაგვარი ქრომოსომები, რომლებიც გორგალს წარმოქმნიან. პროფაზის დასაწყისიდანვე ჩანს, რომ ქრომოსომები ორი ძაფისაგან შედგებიან, რაც ინტერფაზაში მათი რეპლიკაციის შედეგია. თითოეული ქრომოსომის ნახევარი ქრომატიდები - ერთმანეთის პარალელურად ლაგდებიან. პროფაზის პერიოდში ძაფები უფრო მეტად სპირალის ფრომას იძენენ. წარმოქმნილი ქრომოსომები კი თანდათან მოკლდებიან და მჭიდროვდწბიან. პროფაზის დასასრულს ვლინდება ქრომოსომების ინდივიდუალური მორფოლოგიური ნიშანთვისებები. შემდეგ ბირთვაკები ქრებიან. პროფაზის შუა ნაწილში, ან მის დასასრულს ქრება ბირთვის გარსიც, ნუკლეოპლაზმა შეერევა ციტოპლაზმას, წარმოიქმნება მიქსოპლაზმა, ბირთვისა და ციტოპლაზმის ნივთიერებიდან წარმოიქმნებიან ქრომატული ძაფები-გაყოფის თითისტარა.

გაყოფის თითისტარა წარმოადგენს არაღებვად წარმონაქმნს, რომელიც შედგება გელის მდგომარეობაში მყოფი ფიბრალური ცილებისაგან. შუალედური ნივთიერება - მატრიქსი თითისტარას ძაფებს შორისაა მოთავზებული, თავისი სტრუქტურით არ განსხვავდება თითისტარას გარშემო მყოფი ციტოპლაზმისაგან, ქიმიური შედგენილობით კი ახლოს დგას თითისტარას ძაფებთან.

2.მ ე ტ ა ფ ა ზ ა მთავრდება გაყოფის თითისტარას ჩამოყალიბება. მას უჯრედის გრძელ ღერძებზე მოთავსებული წაგრძელებული გარსის ფორმა აქვს. ქრომოსომები იღებენ მცენარეთა თითოეული სახეობისათვის დამახასიათებელ ფორმას. საერთოდ ისინი ორმხრიანები არიან და ამ შემთხვევაში გადაკეცვის ნაცვლად, რომელსაც ცენტრიმერა ანუ კინეტოქორი ეწოდება, ისინი ერთდებიან თითისტარას აქრომატული ძაფით. მეტაფაზაში გარკვევით ჩანს, რომ თითოეული ქრომოსომა შედგება ორი შვილეული ქრომატიდისაგან. ისინი უჯრედის ეკვატორიალურ სიბრტყეში მეტ ნაკლებად პარალელურად არიან განლაგებულნი. შეერთება რჩება, მხოლოდ ცენტრიმერულ მონაკვეთზე. მოგვიანებით ცენტრომერებიც განცალკავდებიან ორ დურ პენტრომეტრად, ამ დროს ეს ცენტრომერები საწინააღმდეგო პოლუსებით არიან მიმართულნი.

3. ა ნ ა ფ ა ზ ა. ყველაზე ხანმოკლე ფაზა. შვილეული ქრომოსომები-ქრომატიდები უჯრედის ურთიერთსაწინაარმდეგო პოლუსებზე თავსდებიან. მათი მოძრაობის სიჩქარეა დაახლოებით 1მკმ. წუთში. ახლა ქრომატიდების თავისუფალი ბოლოები მიმართულნი არიან ეკვატორისაკენ, ხოლო კონექტოქორები-პოლუსებისაკენ. ქრომატიდების მოწყვეტის ძალა ჯერ შესწავლილი არ არის. ვარაუდობენ, რომ ქრომატიდების დაშორება ხდება თითისტარას იმ აქრომატული ძაფების დამოკლებით, რომლებიც კინეტიქორთან შემჭიდროვდებიან. უჯრედის ცენტრში (ეკვატორით) ზოგჯერ ამ სტადიაზეც კი ჩანს უჯრედის კედლის ფრაგმენტები- ფრაგმოპლასტი.

4.ტ ე ლ ო ფ ა ზ ა - გრძელდება რღვევის პროცესი, ე.ი. დესპირალიზაცია და ქრომოსომების დაგრძელება. საბოლოოდ ისინი ოპტიკური მიკროსკოპის მხედველობის არიდან ქრებიან. აღდგება ბირთვისა და ბირთვაკის გარსი. ერთი სიტყვით იგივე პროცესი მიმდინარეობს, რაც პროფაზაში, მხოლოდ შებრუნებული რიგით. ქრომოსომებს აქ მხოლოდ ქრომატიდა გააჩნიათ. ხდება ინტერფაზული ბირთვის სტრუქტურის აღდგენა, თითისტარა გარსისებურ ფორმას იცვლის კონუსისებურზე. ამასთან კონუსების საფუძველი დევს ზუსტად უჯრედის ეკვატორზე, სადაც უკვე წარმოიქმნენ უჯრედის კედლის ფრაგმენტები.

ასე მთავრდება კ ა რ ი ო ტ ო მ ი ა-ბირთვის გაყოფა. შემდეგ იწყება პლაზმოტომია. ციტოპლაზმის ორგანელები შვილეულ უჯრედებს შორის იყოფიან, ამასთან ზოგიერთი მათგანი დიდ სახეცვლილებას განიცდის. მაგ. დიქტიოსომების გახლეჩა (გოლჯის აპარატი), მიტოქონდრიები და პალსტიდები.

**მეიოზი.** მეიოზი ისევე უნივერსალურია, როგორც მიტოზი, მაგრამ ხასიათდება ვიწრო სპეციალიზაციითა და სპეციფიკურობით. მეიოზის არსი ქრომოსომების რაოდენობის ორმაგ რედუქციაში (შემცირება) მდგომარეობს. ამის მიღწევა ხდება მიტოზის მთავარი ნიშანთვისებით, კერძოდ ორი გაყოფის- ჰეტეროტიპური და ჰომეოტიპური გაყოფის უთუო თანამიმდევრობით. ამ პროცესის ზოგადბიოლოგიური არსი დიდი ხანია აღმოჩენილია, საქმე ისაა, რომ სასქესო პროცესი ხასიათდება ზიგოტაში ორი სპეციალიზებული სასქესო უჯრედის ურთიერთშერწყმით, რომელთაც გამეტები ეწოდება. ამასთან ბირთვული ნივთიერების მოცულობა და ქრომოსომების რაოდენობა იზრდება ორჯერ. მაშასადამე რედუქციული გაყოფა არეგულირებს ქრომოსომების რაოდენობის მუდმივობას.

მეიოზი ისევე როგორც მიტოზი წარმოადგენს, ერთიან პროცესს, რომელიც მიტოზისაგან განსხვავებით შეიცავს გაყოფის ორ ტიპს: ერთი დიპლოიდური უჯრედდან საბოლოოდ ვღებულობთ ოთხეულს- შვილეული უჯრედების ტეტრადას, ქრომოსომების ერთმაგი (ჰაპლოიდური) რაოდენობით ეს ორი გაყოფა უცვლელად მოსდევს ერთმანეთს და აქვს პრინციპული განსხვავებებიც: პირველი სხვაობაა-რთული და სეციფიკური გაყოფა, რომლელსაც ქრომოსომების შემცირება მოსდებს. მას საკუთრივ რედუქციული ანუ ჰეტეროტროფლ გაყოფას უწოდებენ. მეორეა-ჰომეოტიპური ანუ ეკვაციური გაყოფა, რომელიც ხორციელდება მიტოზის ტიპის მიხედვით.

პირველ მეიოზურ გაყოფას თან მოსდევს ქრომოსომების მნიშვნელოვანი გარდაქმნები. მეიოზსაც მისი შესწავლის მიზნით მიტოზის მსგავსად რამოდენიმე ფაზად ჰყოფენ: **პროფაზა I, მეტაფაზა I, ანაფაზა I,** **ტელოფაზა I.** ბირთვის სტრუქტურული ელემენტების ურთულესი გარდაქმნები ხდება პროფაზაში, როცა მეიოზური ქრომოსომები წარმოიქმნებიან. ამასთან დაკავშირებით პროფაზა I-ს თავის მხრივ პირობითად ხუთ ეტაპად ჰყოფენ:

1.ლ ე პ ტ ო ნ ე მ ა - თხელი ძაფების სტადია. ქრომოსომები მაქსიმალურად დესპირალიზებულები და სივრცობრივად განცალკავებულები არიან. თითოეულ მათგანს მთელს სიგრძეზე მისდევს ბურთისმაგვარი გამსხვილებანი-ქრომოსომები. ქრომოსომის ცალკეულ ძაფებს მონოვალენტები ეწოდებათ. მათი საერთო რაოდენობა ეფარდება მოცემული სახეობის დიპლოიდურ რაოდენობას.

2. ზ ი გ ო ნ ე მ ა - კონიუგაციის (თაიგული) სტადია. ჰომოლოგიური ქრომოსომები (დედისეული და მამისეული) ერთმანეთის პარალელურად წყვილ-წყვილად თავსდებიან. შემდეგ ისინი შემჭიდროვდებიან და შეპირდაპირდებიან იდენტური მონაკვეთებით-შესატყვისი ქრომოსომებით (კონიუგაცია) ასე წარმოიქმნება ბივალენტები-ჰომოლოგიური ქრომოსომების ორეულები.

3.პ ა ქ ი ნ ე მ ა - სქელი ძაფების სტადია. თანდათან იზრდება ქრომოსომების სპირალიზაცია, რასაც ქრომოსომების დამოკლება და მაშასადამე მათი გასქელება მოსდევს. რის შედეგადაც ბივალენტების ცალკეული ქრომოსომები ძნელად გასარჩევი ხდებიან. ვინაიდან ბივალენტების ორმაგი ბუნება კარგად არ ჩანს, იქნება შთაბეჭდილება, რომ თითქოს ქრომოსომების რაოდენობა დიპლოიდური კი არა - ჰაპლოიდურია. ახალი ცვლილებების წარმოქმნისთანავე, რომელიც უკვე მომავალ სტადიას ახასიათებს პაქინემა მთავრდება.

4. დ ი პ ლ ო ნ ე მ ა-ორმაგი ძაფების სტადია, ანუ ოთხი ქრომატიდის სტადია. თითოეული ბივალენტის ჰომოლოგიური ქრომოსომა სიგრძეზე ორ ქრომატიდად იხლიჩება ისე, რომ ივალენტები ოთხ-ოთხ ქრომატიდს შეიცავენ.კროსინგივერის შედეგად, ამ სტადიაზე ხდება ჰომოლოგიური მონაკვეთების გაცვლა, ე.ი. ქრომატიდების გადაჯვარედინება და ქიაზმების წარმოქმნა. ქიაზმი ეწოდება ქრომატიდებიასა და სხვა ქრომოსომების შეერთების ადგილს. რადგანაც სიგრძეზე დიფერენცირებული ქრომოსომა - მემკვიდრეობითობის ორგანელაა, მაშინ მონაკვეთებოს (და მასში მოთავსებული გენების) გაცვლა-გამოცვლას მივყავართ მათ დიდ გარდაქმნებთან ახლა ბივალენტების ქრომოსომები თავიანთი შედგენილობით განსხვავდებიან ამოსავალი ქრომოსომებისაგან. ამგვარად კროსინგოვერი გვევლინება შთამომავლობის გენეტიკური სხვადასხვაგვარობის ერთ ერთ ფაქტორად.

ბივალენტის ქრომოსომების დამოკლებასა და შესაბამისად მათ გასქელებასთან ერთად, ხდება მათი ურთიერთმოცილება-დაშორება. კავშირო რჩება, მხოლოდ გადაკვეთის სიბრტყესა და ქიაზმებში. მთავრდება ქრომატიდების ჰომოლოგიური მონაკვეთებით გაცვლა -გამოცვლა.

დ ი ა კ ი ნ ე ზ ი პროფაზის დასკვნითი სტადიაა. ქრომოსომების სპირალიზაციის შედეგად ბივალენტები მაქსიმალურად მოკლდებიან და თავსდებიან ბირთვის პერიფერიებზე. ჰომოლოგიური ქრომოსომები ერთმანეთის, მხოლოდ რამდენიმე წერტილით უკავშირდებიან, რაც ბივალენტის ფორმასაც განსაზღვრავს: V-ს მაგვარი, ჯვრისებრი, თვალური და სხვა.

პროფაზას მოსდევს პირველი გაყოფის სხვა დანარჩენი ფაზები.

**I მეტაფაზა** იწყება ბირთვის გარსის გაქრობის მომენტიდან. ბივალენტები განლაგდებიან უჯრედის ეკვატორულ სიბრტყეში, ე.ი. მომდევნო გაყოფის სიბრტყეში. ყალიბდება გაყოფის აქრომატული თითისტარი.

**I ანაფაზა** გამოირჩევა ჰომოლოგიური ქრომოსომების ურთიერთკავშირის სრული დარღვევით, ერთმანეთისაგან უკუგდებითა და დაშორებით, მათი სხვადასხვა პოლუსზე განლაგებით, აღსანისნავია რომ მიტოზის დროს ცალქრომატიანი ქრომოსომები სხვადასხვა პოლუსისაკენ მიემართებიან. მეიოზის დროს კი ისინი შორდებიან ერთმანეთს, თითოეული ქრომოსომა ორი ქრომატინისაგან შედგება. ამგვარად, სწორედ ანაფაზაში ხდება რედუქცია-ქრომოსომების რაოდენობის შემცირება.

**I ტელოფაზა** საკმაოდ ხანმოკლეა და სუსტადაა გამოცალკავებული წინა ფაზისაგან. მას ხშირად განიხილავენ, როგორც მეიოზის ორ გაყოფას შორის არსებული სიმშვიდის პერიოდს. ამით მთავრდება პირველი, კერძოდ რედუქციული გაყოფა. მიტოზისაგან განსხვავებით აქ ბირთვი ქრომოსომების გაუყოფლად იყოფა.

მეორე მეიოზური ანუ ჰომეოტიპური გაყოფა იწყება **II მეტაფაზის** სტადიიდან, გვერდს უვლის **II პროფაზას** და მიტოზის ტიპის გაყოფისდაგვარად მიმდინარეობს. ამინოვალენტური ქრომოსომები (თითოეული მათგანი შედგება ორი ქრომატიდისაგან) გროვდებიან უჯრედის შუა ნაწილსი, ქრომატიდებს შორის ხშირად მოჩანს ეკვაციური ხვრელი. აქრომატული ძაფებისაგან კვლავ წარმოიქმნება თითისტარი. II ანაფაზის დროს ქრომატიდები ცალკევდებიან -განიდევნებიან და სწრაფად ლაგდებიან საწინააღმდეგო პოლუსებზე. საბოლოოდ **II ტელოფაზაში** ხდება დობილი ბირთვების წარმოქმნა (გარსითა და ბირთვაკებით), ქრომოსომების დესპირალიზაცია, ჩნდება უჯრედის კედელი.

ამგვარად, დიპლოიდური დედა უჯრედისაგან წარმოიქმნება ტეტრა და-ოთხი შვილეული უჯრედი ქრომოსომის მონოპლოიდური (ჰაპლოიდური) რაოდენობით. სხვადასხვა მცენარეთა ბუნებრივი ჯგუფებისათვის მეიოზი მიმდინარეობს ინდივიდუალური განვითარების ციკლის სხვადასხვა ეტაპზე. ყვავილოვანი მცენარეებისათვის იგი იწყება მეგასპოროგენეზის დროს. თესლკვიტრტებში საჩანასახო პარკის ჩამოყალიბების წინ და აგრეთვე მიკროსპოროგენეზის დროს, სამტვრეში მტვრიანის მიკროსპორების (ყვავილის მტვერის) ჩამოყალიბების დროს.

**1.9.** **ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებანი**

**ცილები.** მცენარეები, ისევე როგორც ცხოველები, შეიცავენ უამრავ სხვადასხვაგვარ ცილას. ცილების გარკვეული ჯგუფები შეადგენენ ციტოპლაზმის ძირითად ნაწილს-კონსტიტუციური ცილები. სხვა ცილები-ფერმენტები წარმართავენ ყველა სასიცოცხლო პროცესის მსვლელობას, ე.ი. ქიმიურ გარდაქმნებს. განსაკუთრებით დიდ ჯგუფს ს ა მ ა რ ა გ ო ცილები წარმოადგენენ.

ცილის მოლეკულა შედგება ამინომჟავებისაგან. ბუნებაში ცნობილი 150 სახის ამინომჟავიდან მხოლოდ 22-ია აღმოჩენილი ცილებში. ცილის მოლეკულაში მათი ურთიერთცვლა იწვევს მის უსასრულო სახესხაობას. მცენარის ყოველ სახეობას სპეციფიკური აგებულების ცილათა საკუთარი ნაკრები გააჩნია.

**ფერმენტები.** მაღალი ფიზიოლოგიური აქტივობის ნივთიერებებია. შედარებით კარგადაა შესწავლილი ზრდის ჰორმონები აუქსინი და გიბერელინი. აუქსინი სინთეზირდება წარმომქმნელი ქსოვილების უჯრედებში. მისი გავლენით ჩქარდება ზრდის პროცესები: უჯრედთა გაყოფა და დაგრძელება, ორგანოების ფორმირება. ამგვარად, შეგვიძლია ვილაპარაკოთ ზრდის პროცესში ჰორმონების სპეციალიზებულ როლზე.

**ვიტამინები.**  (Vita-სიცოცხლე) აღმოაჩინა ნ. ლუნინმა (1880წ) ტერმინი კი მოგვიანებით შემოთავაზებულ იქნა პოლონელი მეცნიერის კ.ფუნკის მიერ. ვიტამინებს მიაკუთვნებენ სხვადასხვა ქიმიური შემადგენლობის ორგანულ ნივთიერებებს, როგორც ფერმენტების კომპონენტები ისინი მცენარეში კატალიზატორის როლს ასრულებენ. უკვე მრავალი ვიტამინია გამოყოფილი სუფთა სახით და სინთეზირდება სამრეწველო მაშტაბებით. მოხერხებულობისათვის ზოგიერთი ვიტამინი ლათინური ალფავიტის ასომთავრულით აღინიშნება. გამოყოფენ წყალში ხსნად ვიტამინებს, მაგ,B, C, PP,H და სხვა. ისინი უჯრედის წვენში არსებობენ. ცხიმებში ხსნადი ვიტამინები კი მაგ, ADE-მოთავსებულნი არიან ციტოპლაზმაში.

ყველა მცენარე ერთიანი აქტიურობით როდი აგროვებს ვიტამინებს. ვიტამინები ჩვეულებრივ ლოკალიზებულნი არიან მცენარეთა გარკვეულ ორგანოებში. მაგალითად, B (B1B2 და ა.შ.) ჯგუფის ვიტამინები მოთავსებულნი არიან ჩანასახში, თესლის ქერქსა და ახალგაზრდა ღივებში. მაგ. ჭვავი, ხორბალი, შედარებით მაღალი კონცენტრაციისC ვიტამინი გვხვდება ასკილის, ლიმონის, შავი მოცხარის ნაყოფში, ვიტამინი E ციტრუსებში, ვიტამინი K ჭინჭრის ფოთლებში და სტაფილოს ძირხვენებში.

სულ ვიტამინის დაახლოებით 40 სახეობაა ცნობილი.

**ფიტოცინდები და ანტიბიოტიკები.** ამ რიგს მიეკუთვნებიან ნივთიერებათა ჯგუფები, რომელთაც უმდაბლესი (ანტიბიოტიკები) და უმაღლესი (ფიტონციდები) მცენარეების უჯრედები გამოიმუშავებენ. ეს ნივთიერებები იცავენ მცენარეებს ზოგ შემთხვევაში ისინი აფერხებენ მცენარე ანტაგონისტების ზრდას, განსაკუთრებით გაღივების დროს, ხოლო სხვა შემთხვევაში-კლავენ ავადმყოფობის წარმომქმნელ მიკრობს.

ანტიბიოტიკები და ფიტონციდები შეიძლება იყოს თხევად, მყარ და აირისებრ მდგომარეობაში. მათი ქიმიური ბუნება ერთნაირი არ არის. ისინი შეიძლება იყვნენ ამინომჟავები ან ალკალოიდები, ორგანული მჟავები ან ეთერის ზეთები. არის საფუძველი იმისა, რომ წყალბადციანმჟავა-ფიტოცინდური კომპლექსის ერთ ერთ კომპონენტად ჩავთვალოთ.

ფიტონციდებსა და ანტიბიოტიკებს დიდი მნიშვლნელობა აქვთ ავადმყოფობისა და მავნებლებისაგან კულტივირებულ მცენარეთა დაცვაში. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების, მათ შორის საკვები ბალახის შერეული თესვის\დროს, მათგან გამოყოფილი ნივთიერებების ბნებიდან გამომდინარე საჭიროა გავითვალისწინოთ კომპონენტების ურთიერთ შეთავსებადობა. მეცნიერებას ბუნებრივ დაჯგუფებებსა და შერეულ ნათესებში მცენარეთა ურთიერთზემოქმედების შესახებ, ალელოპათია ეწოდება.

სუფთა სახით მრავალი ანტიბიოტიკია გამოყოფილი. მედიცინასა და ვეტერინარიაში ყველაზე მეტად გამოიყენება ანტიბიოტიკები, მაგ. პელიცინინი, სტრეპტომიცინი, ტეტრაციკლინი და სხვა. იწარმოება სამრეწველო მაშტაბით. ანტიბიოტიკების მრეწველობის გაზრდარეალურ შესაძლებლობებს გვაძლევს ავადმყოფობებისა და მავნებლებისაგან დასაცავად.

**1.10. ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტები**

ცხოველმოქმედების პროცესში მცენარეთა უჯრედებში დიდი რაოდენობით გროვდება სხვადასხვაგვარი, მათ შორის მკვებავი ნივთიერება. ზოგი მათგანი იხარჯება მცენარის სხეულის ასაგებად, ზოგი კი, როგორც სასუნთქი (ენერგეტიკული) მასაკლა სხვადასხვა სასიცოცხლო პროცესებისათვის გამოიყენება. ამ ნივთიერებათა ფიზიოლოგიური როლი ყოველთვის არ არის ნათელი, ამიტომ სხვადასხვაგვარადაა განმარტებული. ზოგჯერ მცენარე ნაწილობრივ იყენებს მათ, ისინი ქიმიურ რეაქციაში როგორც წესი არ შედიან ზოგჯერ კი ეს ნივთიერებანი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ნარჩენები.

ქიმიური ბუნებით სამარაგო საკვები ნივთიერებანი შეიძლება დავყოთ სამ ჯგუფად : ნახშირწყლები, ცხიმები და ცილები.

**ნახშირწყლები.** გამოირჩევიან სხვადასხვაგვარობით. ნახშირწყლებს მათი შეხვედრის მუხედვით მცენარეებში შეიძლება პირველი ადგილი მივაკუთვნოთ. ნახშირწყლის მოლეკულა შეიცავს ნახშირბადს, წყალბადს და ჟანგბადს. წყალბადის ყოველ ორ ატომზე მოდის ერთი ატომი ჟანგბადი, მაგ. ( C6 H10 O5)n სახამებელი,C6 H12 O6 - გლუკოზა და სხვა. არჯევენ მარტივ ნახშირწყლებს ( შაქრებს), რომელთაც მიაკუთვნებენ მონოსაქარიდებს და დისაქარიდებს და რთულს-პოლისაქარიდებს.

**სახამებელი.** - შენაერთი, რომელიც ხშირად გვხვდება, როგორც სამარაგო საკვები საშუალება. სახამებელი წარმოიქმნება ქლოროპლასტებში, ფოტოსინთეზის პროცესში (ფოტოსუნთეზური, ანუ პირველადი სახამებელი), შემდეგ ხდება მისი გარდაქმნა დაშაქრება და საქრის სახით ( გლუკოზა) ფოთლიდან გადადის მცენარეთა ორგანოების ასაგებად ან გარდაიქმნება მარაგად. შაქრის მეორეული გარდაქმნა სამარაგო სახამებლად ხდება (ლეიკოპლასტებში), რაც ზემოთ უკეთ განვიხილეთ ამ პლასტიდების ფუნქციებთან დაკავშირებით.

**გლიკოგენი -**C6 H10 O5) როგორც სამარაგო ნივთიერება უმეტესად არამწვანე მცენარეებში (ბაქტერიები, სოკოები) გროვდება, გვხვდება აგრეთვე ზოგიერთ ლურჯმწვანე წყალმცენარეებშიც. ფიზიკური მდგომარეობით გლიკოგენი წარმოადგენს არა მყარ ნივთიერებას, არამედ ჰიდროფილურ კოლოიდს, რითაც განსხვავდება სახამებლისაგან.

გლიკოგენი, როგორც ცხოველების სამარაგო ნივთიერება, ძალზე ფართოდაა გავრცელებული.

**ინულინი-** დამახასიათებელია ზოგიერთი მცენარისათვის მაგალითად, ვარდკაჭკაჭა, მიწის ვაშლა და სხვა,.

ინულინი უჯრედის წვენში გროვდება და კოლოიდური ხსნარის მდგომარეობაში იმყოფება. ინულინის სემცველობა მიწისქვეშა ორგანოებში ვარდკაჭკაჭას ძირხვენებში 12%-ს აღწევს. სპირტით ზემოქმედებისას ინულინი სფეროკრისტალების სახით გამოიდევნება.

**ცხიმები-** ცხიმები (ცხიმოვანი ზეთები) ნახშირწყლების მაგვარად-ფართოდ გამოიყენებიან, როგორც სამარაგო საკვები ნივთიერებანი, ისინი გვხვდებიან წყალმცენარეებში, ლიკოპოდიუმების სპორებში, გვიმრებსა და შვირტებში, ასევე მრავალ შისველთესლოვანთა და ფარულთესლოვანთა თესლებში. ცხიმოვანი ზეთები განსაკუთრებით მაღალკალორიული ნივთიერებანია. ამის საფუძველზე ოდითგანვე მიმდინარეობს ყვავილოვანი მცენარეების თესლისა და ნაყოფის შერჩევა და ევოლუცია. წვრილთესლოვანი ნაყოფიდან- მსხვილთესლოვანებამდე (სამარქაფო პროდუქტები-სახამებელი და ცილები) მაგ, პარკოსნებისა და მარცვლოვანებიდან დაწყებული, მრავალთესლიან ნაყოფებსა და წვირლთესლოვანებამდე ( სამარაგო პროდუქტები-ცხიმები). მაგ ყაყაჩოსებრნი, ძაღლყურძენასებრნი, ჯადვარისნაირნი. ამის შედეგად მათ განუვითარდათ ქარის საშუალებით თესლის გავრცელების უნარი (აგებულების სიმსუბუქე) მრავალთესლიანობა კი ხელს უწყობდა სახეობის შენარჩუნებას.

ეს არ ნიშნავს იმას, რომ ცხიმიანი ზეთების დაგროვება სამარაგო ნივთიერებად ყოველთვის განაპირობებს წვრილთესლიანობას. საკმარისია განვიხილოთ კაკლისნაირნი. ბერძნული კაკალი- იგი მსხვილთესლიანი მცენარეა 70%-ზე მეტ ცხიმს შეიცავს ზოგიერთი პარკოსნის ( არაქისი) აგრეთვე აბუსალათინი თესლში დაახლოებით 50% ცხიმია.

**ცილები-** სამარაგო ცილები, ისევე როგორც ნახშირწყლები, წარმოადგენენ ასიმილაციის მეორეულ პროდუქტებს. ესენი ჩვეულებრივ მარტო ცილები-პროტეინები-არიან, რომლებიც წარმოიქმმნებიან ამინომჟავების ნარჩენებიდან. ყველაზე მეტად გავრცელებულია ალეირონული (პროტეინული მარცვლები), რომლებიც ვაკუოლების გაშრობის, ცილების ნალექად გამოდევნისა და მათი კრისტალიზაციის შედეგად წარმოიქმნებიან. თუმცა ეს შექცევადი პროცესია, რადგანაც თესლის გაღივებისას, როცა თესლი მდიდრდება წყლიტ და წარმოიქმნება უჯრედის წვენი. ალეირონული მარცვლები კვლავ ვაკუოლებად იქცევიან. ყოველი სახეობის მცნარის ალეირონული მარცვლები ინარჩუნებენ გარკვეულ სტრუქტურას და სახამებლის მარცვლების მსგავსად სახეობის ნიშანთვისების საიმედო საშუალებას წარმოადგენენ.

**1.11.** **უჯრედის წვენი და ვაკუოლები**

უჯრედის წვენი მცენარეული უჯრედის ცხოველმოქმედების აუცილებელი პროდუქტია. მისი მომცრო ზომის წვეთები ადვილად შეიმჩნევა შედარებით ახალგაზრდა უჯრედებშიც კი. მათ ზრდასთან ერთად საგრძნობლად იზრდება უჯრედის წვენის მოცულობაც. უჯრედის წვენი გროვდება ენდოპლაზმური ქსელის არხებში, წარმოქმნის მასში ბუშტისებურ ამონაბურცებს, რომელთაც ვაკუოლები ეწოდებათ. უჯრედის წვენი წარმოადგენს მრავალი და შედგენილობის მხრივ სხავადსხვაგვარ ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების სუსტ ხსნარს, რომელიც სინთეზირდება და გამოიყოფა პროტოპლასტის მიერ.

უჯრედის წვენში გროვდება სხვადასხვაგვარი სმარქაფო (სამარაგო) ნივთიერებანი (აზოტოვანი და არა აზოტოვანი) და სასიცოცხლო პროცესების სტიმულატორები. მათ რიგს შეიძლება მივაკუთვნოტ ვიტამინების, აგრეტვე გარკვეული ფიზიოლოგიური მნიშვნელობის ნივთიერებანიც მკვეთრად ექსკრეტირული ნივთიერებანი და მინერალური მარილები.

**ალკალოიდები.**  ძირითადი თვისებების მქონე რთული აზოტის შემცველი ორგანული ნივთიერებანი. ჩვენს დროში აღმოცენილია 700-ზე მეტი სხვადასხვა ალკალოიდი. ისინი სხვადასხვა ფიზიკურ მდგომარეობაში გვხვდებიან: აირებში, მკვრივი სახით, თხიერი და სხვა. მცენარეთა სამყარსი ალკალოიდები საკმაოდ ხშირად, თუმცა არათანაბრად გვხვდებიან. ,მაგ, ვარდისებრთა და თავაქარასებრთა (მარცვლოვნები) ოჯახებს, რომლებიც უამრავი სახეობით არიან წარმოადგენილნინ ტუჩოსანთა ოჯახებში. ზოგიერთი ოჯახი კი ძლიერ მდიდარია ალკალოიდებით: ყაყაჩოსნაირნი, პარკოსნები, ძაღლყურძენასებრნი და სხვა.

ალკალოიდები ძლიერ სხვადასხვაგვარნი არიან. მათ ფართო გამოყენება აქვთ ადამიანი ყოფა-ცხოვრებაში. ზოგი მათგანი სასარგებლოა და საკვებადაც გამოიყენება. მაგ. ტეინი-ჩაიში, ტეობრომინი-შოკოლადში, კაკაო, კოკა-კოლა, ხოლო დანარჩენებს კი დიდი სამედიცინო მნიშვნელობა აქვთ. მაგ. ქინაქინი, კოდეინი სტეროიდული ალკალოიდების ჯგუფს( სოლანინი, სოლასადინი) წარმატებით იყენებენ გულის მოქმედების რეგულაციის მედიკამენტად (კარდიოტროპული პრეპარატები). ცნობილია აგრეტვე აშკარად შხამიანი ალკალოიდები დიდი ჯგუფი, ზოგი მომწამლავი ალაკალოიდი მაგ. ანაბაზინი ან ნიკოტინი. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განსაკუთრებით კი ნაყოფის მომცემ ხეების მავნებლების წინააღმდეგ გამოიყენება.

**გლიკოალკალოიდები** (ბრეძნ. „ გლიკის- იდან- ტკბილი) ნივთიერებათა განსაკუთრებული ჯგუფია, რომლის შემადგენლობაში შედის გლიკოზასთან ნაერთები სხვადასხვა სოლანიდი. ისინი მოთავსებულნი არიან კარტოფილის ნორჩ ღივებში, ფიჩებსა და ბოლქვებში, აგრეთვე ბადრიჯანში, ძაღლყურძენას ნაყოფში და სხვა წარმომადგენლებშიც.

განსაკუთრებით ბევრ სოლანს შეიცავს შუქზე მოთავსებუკი ბოლქვები (გორგლები). ველურ კარტოფილში სოლანინის შედგენილობა და აგებულება სხვადასხვაგვარია, ამით ხსნიან მის გამრავლებას კოლორადოს ხოჭოს-კულოტურული კარტოფილის ამ საშიში პარაზიტის მიმართ.

**გლიკოზიდები.**  ეთერისმაგვარნი ნივთიერებანი, მონოსაქარიდების წარმოებულნი (გლუკოზა), რომლებიც არანახშირწყლოვანი ბუნების მქონე სპირალებთანაა მიერთებული. მათ ხშირად არომატული სურნელება ან მწარე გემო აქვთ, ზოგჯერ კი შხამიანების არიან.

ვარდისეფრთა ოჯახის წარმომადგენლებს შორის ფართოდაა გავრცელებული გლიკოზიდი ამიგდალინი, რომელიც ჰიდროლიზის დროს იძლევა წყალბადციანმჟავას.. გლიკოზიდები მნიშვნელოვანი რაოდენობითაა მწარე ნუშის, ატმის, გარგარის, ალუბლის ნაყოფებში.

**პიგმენტები.** მცენარეული უჯრედის ვაკუოლებში გლიკოზიდების სახით ფართოდაა გავრცელებული პიგმენტები. მრავალგვარი პიგმენტი გვხვდება წყალმცენარეებში (ლურჯ-მწვანეებში, წაბლისფერებში და სხვა) ფარულთესლოვანთა მრავალ სახეობასა და ოჯახშიო განუყოფლად ბატონობს პიგმენტების ერთი ჯგუფი ანტოციანები.

ანტოციანები ჰიდროლიზის დროს გლუკოზად ან ანტიციანიდებად იშლებიან იხსნებიან წყალსა და არაკონცენტრირებულ ალკოჰოლში. ზოგჯერ კი ანტოციანები კრისტალდებიან სხვადასხვა სახის სფეროებად, პრიზმებად, ნემსებად და სხვა, როგორც აღვნიშნეთ ეს პიგმენტები ფართოდაა გავრცელებლი მცენარეთა შორის, ამასთან, მცენაროს ნებისმიერო ორგანო, თვით ღივებიც კი შეიძლება შეიცავდეს ანტოციანების მაღალ კონცენტრაციას. უჯრედის წვენი და პიგმენტის კონცენტრანტები მჟავე და ტუტე რეაქციების შედეგად ფერთა და ელფერთა მთელ გამას იძლევიან, მუქი ლურჯიდან თითქმის შავამდე ( შავი მოცხარის ნაყოფი.)

ანტოციანების ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა სხვადასხვაგვარია. ვარაუდობენ, რომ ისინი იცავენ მცენარეს ზედმეტი სიტბური გამოსხივებისაგან, რაზეც უამრავი ფაქტი მეტყველებს. ვეგეტაციის პერიოდებში (გაზაფხული, შემოდგომა). ყლორტებს მნიშვნელოვანი ინტენსიური ანტოციანური შეფერილობა ეძლევათ, უფრო მაღალი ტემპერატურა ლურჯი ანტოციანის შემცველი ფოთლების მეზოფილში, ვიდრე მწვანეში, რომელთაც არ გააჩნიათ ისინი. ანტოციანები ფართოდაა გავრცელებული მაღალმთიან და ჩრდილოეთის მაღალი განედების მცენარეებში. უდუავოს დიდია ანტოციანების როლი ყვავილების ჯვარედინი დამტვერვის დროს (მწერ-დამმტვერიანებელთა მოსაზიდად), ჩიტებისა და სხვა ცხოველების-ნაყოფსა და თესლის გამამვრცელებლების ორინშიტოჭირია და ზოოქორია) მოსაზიდად.

ყვითელი პიგმენტები ფლავონები (ანტოქლორი) ძალზე იშვიათად გვხვდებიან, განსაკუთრებით ყვავილთა გვირგვინი ფურცლებში: ყვითელი ყაყაჩურა, ქერიფქლა, ფურისულა და სხვა. უფრო მცირე რაოდენობით გროვდებიან ნაყოფებსა (ლიმონი, ფორთოხალი და სხვა) და ყლორტებში.

იშვიათად გვხვდება მუქი წაბლისფერი პიგმენტი -ა ნტოფეინი. სწორე ეს პიგმენტი წარმოქმნის ლაქებს.

**მთრიმლავი ნივთიერებანი (ტანიდები)** მრავალი მცენარის უჯრედის წვენში შენიშნულია ტანიდების, მნიშვნელოვანი დაგროვება. მუხის ქერქში -20%-მდე, ჩაის ფოთლებში 20%-მდე.

**ორგანული მჟავები.** უჯრედის წვენში დიდი რაოდენობით გვხვდება ორგანული მჟავები. ისინი გვხვდებიან თავისუფალი ან მარილის სახიტ. ორგანული მჟავები ერთობლიობაში უჯრედის წვენის მჟავე რეაქციას განსაზღვრავენ. შედარებით ხშირად გვხვდება მჟაუნის, ვაშლის,, ღვინისა და ლიმონის მჟავები. მჟაუნის მჟავა მოთავსებული ფოთლებში, მწვანე ყლორტებში (ნაყარში), ნაყოფში განსაკუთრებით უმწიფარ ვაშლში. ვაშლის მჟავა გვხვდება მკვახე ჟოლოში, ციცელაში და სხვა. ღვინის მჟავა უფრო მეტად დამახასიათებელია ყურძნისთვის და პომიდორისათვის.

**ორგანული** **ნივთიერებანი.** უჯრედის წვენი შეიცავს სხვადასხვაგვარ მინერალურ მარილს. ისინო ზოგჯერ საკმაოდ დიდი რაოდენობით გროვდებიან. მათ მიაკუთვნებენ ნიტრატებს (სელიტრები), რომლებიც უმთავრესად მოთავსებულნი არიან ნაცარქათამასებრთა ოჯახის ბალახებში. ჭინჭრისნაირებში, პარკოსნებში, კალციუმისა და კალიუმის ფოსფატების (ოთორფოსფორული მჟავის მარილები) შეიცავს შედარევბით ახალგაზრდა , მზარდი ორგანოების ყველ ცოცხალი უჯრედი, ქლორიდები (ნატრიუმქლორიდი, კალიუმ ქლორიდი) უმთავრესად გვხვდება ფოთლებში, იშვიათად კი მცენარე ჰალოფიტების ე.ი. ძლიერ მარილიანი ნიადაგების ბინადართა ღეროებში.

**1.12.** **უჯრედის კედელი**

**უჯრედის კედლის განვითარება და სტრუქტურა.** უჯრედის კედლის განვითარების შესახებ უფრო ნათელი წარმოდგენა შეგვექმნება, თუ დავაკვირდებით ვეგეტაციური უჯრედის გაყოფას. ოპტიკური მიკროსკოპით დაკვიტრვებისას კარგად მოჩანნს, რომ მიტოზის გვიან ანაფაზაში და ტელოფაზაში, უჯრედის გაყოფის სიბრტყის ცენტრში, აქრომატული თითისტარას გეომეტრიულად შუა ნაწილში წარმოიქმნება ბოჭკოსმაგვარი სტრუქტურა ფრაგმობლასტი. მის ცენტრალურ ნაწილში ისახება შუალედური ფირფიტა, რომელიც ჯერ თავისუფლად ცურავს უჯრედის ეკვატორულ სიბრტყეში, შემდეგ კი იზრდება ცენტრიდანული მიმართულებით, ამასთან ფრაგმობლასტი გადაინაცვლებს უჯრედის პერიფერიისაკენ, ხოლო შუალედური ფირფიტა მიეჭრება უჯრედის კედელს და ხდება ციტოპლაზმის გაყოფა. შუალედური ფირფიტის წარმოქმნა დამოკიდებულია გოლჯის აპარატის მოქმედებაზე. მისი პექტინის ბუშტიკები ფრაგმობლასტის მემბრანებში გავლისას არღვევენ მათ უწყვეტობას, მაგრამ ამავე დროს აღადგენენ კიდეც მათ მთლიანობას. ეს იმიტომ ხდება, რომ მემბრანა, რომელიც გარს აკრავს დიქტიოსომიდან მოწყვეტილ ბუშტუკს, იქცევა „საკერებლად“ მას შემდეგ რაც ბუშტუკის შიგთავსი გამოიყოფა ცენტრალურ ნაწილდი, სადაც სხვა წვეთებს შეუერთდება და გადაიქცევა საერთო ფირფიტად. ამგვარად, შუალედური ფირფიტა წარმოადგენს გამმიჯნავ ფენას, რომელიც საერთოა ორივე შვილეული უჯრედისათვის. ეს ფირფიტა ძირიტადად კალიუმისა და კალციუმის პენქტინატებისაგან შედგება. ფიზიკური მდგომარეობით იგი გელის მდგომარეობაში მყოფ კოლოიდს წარმოადგენს. შუალედური ფირფიტა დიდხანს ცოცხლობს და შემდგომში გვევლინება შემადუღებელ ნივთიერებად, რომელიც მთლიანობაში ინახავს მომიჯნავე უჯრედებს. ე.ი. იქცევა უჯრედთაშორისო ნივთიერებად.

შვილეული უჯრედის განცალკავებული პროტოპლასტები, შუალედური ფირფიტის ორივე მხარეს წარმოქმნიან პირველად კედელს. ამ დროს თიტოეული შვილეული უჯრედთაგანი ზომაში რამდენიმეჯერ დიდდება. პირველადი კედელი შედარებით თხელია და ძირიტადად პექტინური ნივთიერებებისაგან შედგება, გარდა ამისა, მის შემადგენლობაში შედის ცელულოზა (10-დან 12%-მდე) ჰემიცელულოზა და წყალი. პირველადი კედლის სისქე უმნიშვნელთა (0,5-დან 1მკმ-მდე). მიკროსკოპით დაკვირვებისას იგი ჰომოგენურად წარმოგვიდგება. უჯრედის ზრდასთან და მისი მოცულობის რამდენიმეჯერ გადიდებასთან ერთად იზრდება უჯრედის კედლის საერთო ფართობიც. უჯრედის პირველადი კედის ზრდა ხდება მოლეკულათაშორის სივრცეში ახალი სამშენებლო მასალის-ცელულოზის-მიცელიუმის დანერგვით. უჯრედის კედლის ამგვარი გზით გაზრდას ინტუსუსცეფცია ეწოდება. უჯრედის ზრდის დამთავრების შემდეგ პირველადი კედლის შიგა მხარეზე იზრდება მეორადი კედელი. მეორადი კედლის წარმოქმნას ა პ ო ზ ი ც ი ა ეწოდება. იგი ხელს უწყობს კედლის სისქეში ზრდას.

თუმცა ფიზიოლოგიურად მაღალაქტიურ ქსოვილის უჯრედებს, აგრეთვე ემბრიონალურ უჯრედებსაც მეორადი კედელი არ უვითარდებათ.

სპეციალიზაციის მიხედვით უჯრედების სხვადასხვა ჯგუფს სხვადასხვა სიძლიერის მეორადი კედლები გააჩნიათ. შედარებით ძლიერი მეორადი კედელი აქვთ მექანიკური, ანუ არომატული ფუნქციების შემსრულებელ ქსოვილებს. წყლის გატარებაზე სპეციალიზებულ უჯრედებს მეორადი კედლის გასქელება, ისევე როგორც პირველადი კედლის ზრდა, პროტოპლასტის ხარჯზე ხდება, უჯრედის მეორადი კედლის ძირიტად საშენ მასალას წარმოადგენენ მარალმოლეკულური პოლისაქარიდები: ცელულოზა (უჯრედისი), ჰემიცელულოზა და პექტინური ნივთიერებანი, ამასთგან კედლის უმტავრეს სტრუქტურულ საფუძველს წარმოქმნის ცელულოზა. ამ საიმედო სამშენებლო მასალას, მხოლოდ მცენარეები გამოიმუშავებენ.

**გამერქნება.**  უჯრედის კედელი (იჟღინთება) განსაკუთრებული ნივთიერებით ლიგნინით, რომელიც ზრდის უჯრედის კედლის სიგრძეს, კალორიულობას, სიმკვრივეს და აქვეიტებს მის პლასტიკურობასა და ზრდის უნარს. ლიგნინი გროვდება ცელულოზის მიცელიუმის სივრცეებში პირველადსა და მეორად კედლებში, აგრეთვე შუალედურ ფირფიტაში. საინტერესოა აღინიშნოს, რომ გამერქნება შეიუძლია სხვადასხვა ორგანოებსა და ქსოვილებს, ზოგჯერ ყვავილის ფურცლებსაც კი. ამასთან უჯრედში წყლისა და ჰაერის მიწოდება არ წყდება და ისინი სიცოცხლეს განაგრძობენ. ლიგნინი წარმოადგენს სხვადასხვა ნივთიერებათა მთელ კომპლექსს. თუმცაღა მისი ქიმიური ბუნება ჯერ გამოვლენილი არ არის. ვარაუდობენ, რომ ლიგნინის საფუძველს შეადგენს არომატული რიგის მაღალპოლიმერული ამორფული შენაერთების ჯგუფი. ლიგნინის არსებობა ადვილი დასადგენია ფერადი რეაქციებით. (კონცენტრირებულ მარილმჟავაზე ფლუროგლიუცინით მოქმედებისას წარმოიქმნება ჟოლოსფერი შეფერილობა, ხოლო გოგირდმჟავა ალანინით მოქმედებისას ყვითელი).

ცნობილია უჯრედის კედლის გამერქნების ფაქტები, როცა ლიგნინი მეორედ გადნება და გაქრება უჯრედის კედლებიდან. ეს პროცესი ყველასათვის ცნობილია და შეინისნება მაგალითად, მსხლი, ატმის, და სხვა ნაყოფთა დამწიფებისას. გამერქნების პროცესი უფრო ხშირად შეინიშნება ბალახისმაგვარ მცენარეებში.

გამერქნებას განიცდიან წყალგამტარი ქსოვილების ჰისტოლოგიური ელემენტები, რომლებიც ღეროს ცენტრში არიან მოთავსებულნი. საჭიროა აღინისნოს რომ გამერქნება იწყება მაშინ, როცა ქსოვილები კარგავენ გამტარობის ფუნქციას. ყველა საფუძველი გვაქვს იმის სათქმელად, რო უჯრედის კედელში ლიგნინის არსებობა ააქტიურებს წყალგამტარობის ფუნქციას.

**გაკორპება.**  უჯრედის კედელში ქიმიურად მდგრადი ნივთიერების- სუბერინის ჭარბად დაშრევების შედეგად იწყება მისი გაკორპება. თავისი ქიმიური მუნებით სუბერინი ახლოს დგას ცხიმებთან. იგი წარმოადგენს ამორფულ ჰიდროფობულ ნაერთს, რომელიც შედგება მაღალპოლიმერული ცხიმოვანი მჟავების ნაჯერისა და რთული შედგენილობის ოქსიმჟავებისაგან. სუბერინი ძირიტადად გროვდება მეორადი საფარი ქსოვილის უჯრედის საცობის კედლებში და შესანიშნავ წყაკ და თერმოიზოლატორს წარმოადგენს. იგი მცირე რაოდენობით გროვდება სხვადასხვაგვარი ქსოვილის უჯრედების კედლებში. სუბერინი ფირფიტების ლამელების სახით ხშირად თავსდება მეორადი კელის შრეებში ან პირველადსა და მეორად კედელს შორის არსებულ სასაზღვრო ზონაში.

სუბერინის ლამელებზე დაკვირვება შეიძლება სინათლის მიკროსკოპით. ამასთან, ზოგჯერ სუბერინის ფირფიტა შეიძლება უწყვეტი იყოს და მთელ\კედელს ფარავდეს, ხოლო სხვა შემთხვევაში-დანაწევრებული და კედლის მხოლოდ ცალკეულ ნაწილებს ფარავდეს. სრული გაკორპებისას უჯრედის პროტოპლასტი კვდება, რადაგანსც სუმერინის ლამელები ხელს უშლიან წყლისა და ჰაერის შეღწევას. ნაწილობრივი გაკორპებისას პროტოპლასტი დიდხანს ცოცხლობს.

**კუტინიზაცია.**  მდგომარეობს უჯრედის კედელზე ნივთიერება-კუტინის დალექვაში, რომელიც აგრეთვე ეკუთვნის ცხიმისმაგვართა ჯგუფს. კუტინი უფრო მტკიცეა, ვიდრე სუმერინი, პროტოპლასტი კუტინს გამოყოფს უჯრედის კედლის გარეთა ფენების სახით. თუმცა შედარებით ჭარბად იგი უჯრედთა კედლების ეპიდერმის ზედაპირზე გამოიყოფა, სადაც იქცევა ერთიან უსტრუქტურო კუტიკულარულ ფენად. კუტინიზაცია იცავს მცენარის ორგანოებს ჭარბი აორთქლებისაგან. აგრეთვე ნალექების გამორეცხვისაგან, იცავს ციტოპლაზმის პროდუქტებს, იფარავს ორგანოებს პარაზიტებისა და აგრეთვე მექანიკური დაზიანებისაგან. გარდა ამისა კუტინი შთანთქავს ულტრაიისფერ სხივებს და ასრულებს ერთგვარი რადიაციული ეკრანის ფუნქციას.

**მინერალიზაცია.**  ცხოველმოქმედების პროცესში, ყლორტების ზედაპირული იჯრედების კედლებსი, შეიძლება დაგროვდეს მინერალურ ნივთიერებანი, განსაკუთრებით კაჟოვანა და კალციუმის ნახშირორჟანგი. მცენარეთა ზოგირტ ჯგუფს, მაგ. ისლის მრავალ სახეობას, მარცლოვნებს, შვიტას უჯრედის საფარი ქსოვილი-ეპიდერმები ყოველთვის ზლიერ ინკრუსტირებული აქვთ მარილებით. ამასთან ინკუსტრაცია შეიძლება ჰქონდეთ არა მარტო უჯრედის კედელს, არამედ ეპიდერმისსხვადასხვაგვარ წანაზარდებსაც-ტრიქომები(ბეწვები). გარდა ამისა მინერალური ნივთიერებები შეიზლება დაილექოს საფარი ქსოვილის უჯრედების ზედაპირზეც-ეპიდერმებზე. მინერალიზაციის შედეგად ღერძული ორგანოები იძენენ დიდ მექანკურ სიმტკიცეს. მინერალიზებულ ყლორტებს, განსაკუთრებით თუ ისინი დაფარულნი არიან მინერალიზებული ბეწვებით, ნაკლებად აზიანებს ბალახისჭამია ცხოველები ან პარაზიტები. მაგ. ნემატოდები. მინერალური მარილებით ინკუსტირებულ ყლორტებს ხშირად ღეროებისა და ფოთლების ბასრი კედლები აქვთ. ამგვარი მცენარეებით სასოფლო-სამეურნეო ცხოველების გამოკვლევისას ხშირია პირის ღრუსა და კუჭნაწლავის დაზიანების შემთხვევები, რაც ხშირად სისიხლიანი ფაღარათის მიზეზია. სანამ ასეთ მცენარეებს საკვებად გამოვიყენებდეთ, საჭიროა მათი ადრეულად მოტიბვა (გადაძოვა), ყოველ შემთხვევასი ყვავილობის დაწყებამდე.

**გალორწოვანება.**  ზოგჯერ უჯრედების კედლებში პექტინური ნივთიერებების ან ცელულოზის (ან ორთავესი ერთად) საფუძველე, წარმოიქმნებიან განსაკუთრებული კომპლექსური ნივთიერებები-ლორწო და გუმფისი.

ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით ისინი ერთმანეთის მსგავსი ნივთიერებანი არიან, თუმცა მათი ქიმიური ბუნება ჯერ-ჯერობით ძირფესვიანად არა არის შესწავლილი. ისინი ფექტინებთან ახლო მდგომი ნახშირწყლები არიან. წარმოიქმნებიან პექტინური ნივთიერებებისა და ცელულოზის ქიმიური სახეცვლილებების შედეგად. წყალსი ლორწო და გუმფისი ძლიერ იჟღინთებიან. ბოლოს კი თხევადდებიან. კანონზომიერია ზოგიერთი წყალმცენარისა და თესლის საფარი ქსოვილის უჯრედის კედლების გალორწოიანება. თესლისათვის მას შემგუებლური მნიშვნელობა აქვს, ვინაიდან ლორწო ჩანასახის გარშემო ქმნის სველ გარემოს.

**თავი**  **II**

**ქსოვილები (ჰისტოლოგია)**

მცენარეებმა ისტორიული განვითარეის გრძელი გზა განვლეს, ესაა გზა ბირთვამდელი, ეუკარიოტული სიცოცხოს ფორმებიდან უჯრენდამდელი-რთულ ძლიერ დიფერენცირებულ ორგანიზმებამდე, იგივე ითქმის წყლის ბინადრებზე, ხმელეთის დამყრობ მცენარეებზე, რომელთაც ახასიათებთ უკიდურესად სხვადასხვაგვარი ცხოვრების პირობები.

მცენარეთა გადასვლას წყლის გარემოდან ცხოვრების შედარებით ერთგვაროვანი პირობებიდან, მიწისზედა გარემოში თან ახლდა ვეგეტაციურ სხეულს ინტენსიური პროცესი-თავდაპირველად ერთგვაროვანი თესლიდან ძირითად ორგანოებამდე: ფესვი, ღერო, ფოთოლი. არსებობს კანონზომოერება, მცენარეებს, რომლებიც დიფერენცირებულნი არ არიან ორგანოებად. მაგ. წყალმცენარეებს, სხეულის ერთგვაროვანი მ ი კ რ ო ს კ ო პ უ ლ ი აგებულება აქვთ, ხოლო შედარებით მაღალორგანიზებულ, მცენარეებს, რომელთაც გააჩნიათ, როგორც ძირითადი (ფესვი, ღერო, ფოთოლი) ასევე მეტამორფოზირებული (ყვავილი, ბოლქვი, გორგლი) ორგანოები, მიკროსკოპული აგებულება სტრუქტურის დიდი სხვადასხვაგვარობით ხასიათდება. ძირითადი ერთგვაროვანი უჯრედებისგანაა აგებული, მაშინ ღეროფოთლოვანი მცენარე შეიცავს სხვადასხვაგვარი უჯრედების მთელ კომპლექსს.

უჯრედთა ამგვარ კომპლექსს ნ. გრიუს წინადადებით (1671) ქ ს ო ვ ი ლ ე ბ ი ეწოდათ. ქსოვილების წარმომქმნელ უჯრედებს, შემდეგი ნიშნები ახასიათებთ:

ა) მორფოლოგიური ერთგვაროვება ე.ი. მსგავსი აგებულება;

ბ) შესასრულებელი სამუშაოს ( ფუნქციის) მსგავსება;

გ) წარმოშობის ერთმნიშვნელობა მის ადგილმდებარეობას (ტოპოგრაფია) ენიჭება.

მაგალითისათვის გავარჩიოთ ხორბლის ან ჭიოტის თესლის ჩანასახი. როგორც ყველა ჩანასახი, იგი შედგება ჩანასახის ფესვაკის ღეროსა და კვირტებისაგან. ჩანასახის ორგანოები ყველა ამ სამ უჯრედს ახასიათებს:

1. ერთგვარი აგებულებაიესენია იზომეტრული მსხვლბირთვა ცელულოზის თხელკედლიანი უჯრედები, რომელთაც არ გააცნიათ დიდი ვაკუოლები;
2. ერთნაირი ჩამოყალიბებული (სწრაფი გაყოფა და ზრდა) ფუნქციის შესრულება;
3. საერთო წარმომავლობა რადგან ისინი ერთი უჯრედისაგან-ზიგოტისაგან არიან წარმოქმნილნი. თუმცა ჩანასახის ზოგი უჯრედი აყალიბებს მთავარ ფესვს, მეორენი - ღეროს (ლებნისვეშა მუხლი), მესამენი-ჩანასახის ფოთლებს (პრიმორდიები).

**2.1.** **ქსოვილთა კლასიფიკაცია**

ამჟამად საყოველთაოდ აღიარებული ქსოვილთა კლსიფიკაცია დაფძნებულია ორი მეცნიერული სკოლის პრინციპზე. პირველი სკოლა ითვალისწინებს განვითარების ისტორიას (ა. დებარი, 1871). მეორე-მორფოლოგიურ-ფიზიოლოგიურ თავისებურებებს ( ს. შვენდერი და გ. გაბერლანდტი, 1879).

თანამედროვე კლასიფიკაციათა უმრავლესობა დაფუძნებულია:

ა) ფიზიოლოგიური ფუნქციის ე.ი. დანიშნულების;

ბ) სტრუქტურის მსგავსების ე.ი. მორფოლოგიის;

გ) განვითარების ისტორიის ე.ი. წარმოშობის;

დ) ადგილმდებარეობის ერთიანობაზე.

მცენარეთა ორგანოების მიკროსკოპულ სტრუქტურაში ორიენტაციისათვის საკმარისია კარგად შევითვისოთ ქსოვილთა მთავარი სისტემები ( ჯგუფები). ამგვარი სისტემა ექვსია:

1. მ ე რ ი ს ტ ე მ უ ლ ი ანუ წარმომშობი;
2. მ ფ ა რ ა ვ ი;
3. ძ ი რ ი თ ა დ ი ანუ შემსრულებელი;
4. მ ე ქ ა ნ ი კ უ რ ი;
5. გ ა მ ტ ა რ ი;
6. გ ა მ ო მ ყ ო ფ ი.

**2.2.** **წარმომშობი ქსოვილი**

ერთ ერთი ნიშანი, რომელიც უმაღლეს მცენარეებს ცხოველებისაგან განასხვავებს არის ზრდა, რაც მათ მთელი ცხოვრების მანძილზე ახასათებთ. ზრდის განმსაზღვრელ ფაქტორს წარმოადგენს არა ასაკი, როგორც ეს ცხოველებსა და ადამიანებშია, არამედ სეზონურობა, სეზონურობას კი შინაგანი რითმი ან არასასურველი შინაგანი პირობები იწვევს. მაგ. ჩრდილოეთის განედებში ზამთრის პერიოდში დაბალი ტემპერატურა, ხოლო სუბტროპიკულ ზონებში წელიწადის მშრალ პარიოდში მაღალი ტემპერატურა, როცა ფოთოლმცვენ მცენარეებსა და ბუჩქებს ფოთლები სცვივათ.

მერისტემა, რომლებიც მცენარის გარკვეულ ნაწილებშია მოთავსებული, როგორც წარმომქმნელი ქსოვილების სისტემა, მცენრეთა ისტორიული განვითარების შედარებით მაღალ დონეზე აღმოცენდა. მცენარეთა სხეულის განსაკუთრებულ ნაწილებს ზრდის პროცესის განცალკავება და ლოკალიზაცია, მხოლოდ უმაღლეს მცენარეებში შეინიშნება. უმაღლესი მცენარეების სხვადასხვა ჯგუფებს ქსოვლების სისტემა არაერთგვაროვანი აქვთ. უფრო მეტიც ცალკე აღებული მცენარის მერისტემები ინდივიდუალური განვითრების მთელს მსვლელობაში მუდმივი არ არის, ამიტომ მერისტემების კლასიფიკაციას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. არსებობს კლასიფიკციის ორი გზა, ორი პრინციპი წარმოშობისა და ადგილმდებარეობის მიხედვით.

წარმოშობის მიხედვით არჩევენ: პ ი რ ვ ე ლ ა დ და მ ე ო რ ა დ მერისტემებს პირველადი მერისტემები ჯერ კიდევ დეტერმინირებულ (განსაზღვრულ) ჩანასახში განაპირობებენ ღივის განვითარებასა და ორგანოთა პირველად სიმაღლეს. ერთი სიტყვით პირველადი მერისტემები - პირდაპირი შთამომავალნი არიან იმ ემბრიონალური ქსოვილებისა, რომელთაც დასაბამიდან და ყოველთვის ახასიათებდათ დიდი აქტიურობა, როგორც სიმაღლისა და გაყოფის მიმართ, ასევე დიფერენციაციის მიმართაც ე.ი. სხვადასხვაგვარი ქსოვილის წარმოქმნის მიმართ.

მეორეული მერისტემები, როგორც წესი პირველადი მერისტემების შემდეგ წარმოიქმნებიან და განაპირობებენ ორგანოების ზრდას უმთავრესად სიგანეში. ამჟამად მერისტემის წარმოშობის კალსიფიკაციის ეს პრინციპი თანდათან ნაკლებად პოპულარული ხდება. საქმე ისაა, რომ მრავალ შემთხვევაში ძნელია და შეუძლებელიც კია იმის დადგენა, დასაწყისიდანვე მოქმედებს მოცემული მერისტემა თუ არა. ეს ეხება უპირველესად, ინტერკალარული მერისტემების პირველადობის ან მეორეულობის დადგენას.

თანდათან პოპულარული ხდება მერისტემული ქსოვილების კლასიფიკაცია მათი მდებარეობის მიხედვით.

**კენწრული (აპიკალური) მერისტემები.**  ეს ქსოვილები მოთავსებულია მცენარის ორთავე პოლუსზე, ღეროსა და ფესვის მთავარსა და გვერდითი ღერძების ბოლოებზე. ისინი უმთავრესად განსაზღვრავენ ორგანოს სიგრძეში ზრდას. აპიკალური მერისტემები სტრუქტურით ყველაზე რთული და ყველაზე უფრო სხვადასხვაგვარნი არიან. ფესვების აპექსებს აქვთ ნათესაური ენდოგენური ჩასახვა, ისინი არ წარმოქმნიან არც ფოთლებს და არც გვერდით ყლორტებს ქმნიან.

აპიკალურ მერისტემაში წარმოიქმნება სამი ბლოკი, რომელიც პირველადი სხეულის განვითარებადი სტრუქტურისთვისაა დამახასიათებელი:

ა) პ რ ო ტ ო დ ე რ მ ა- მფარავი საფარი ქსოვილის მერისტემული წინამორბედი;

ბ) პ რ ო კ ა მ ბ ი უ მ ი-გამტარი სისტემის წინამორბედი;

გ) ძ ი რ ი თ ა დ ი მერისტემა-ძირითადი ქსობვილის წინამორბედი.

**გვერდითი (ლატერალური) მერისტემები.** უმთავრესად მეორეული მერისტემებია, ტიპურ შემთხვევაში ისინი მოთავსებულნი არიან მრავალწლიანი ორგანოების ღერძის პერიფერიებზე და მათ ზედაპირზე პარალელურად არიან განლაგებულნი. გვერდითი მერისტემები განაპირობებებნ ორგანოთა სისქეშიზრდას. მათ კამბიუმი ეწოდებათ.

ინტერკალარული ჩამატებითი მერისტემები, როგორც წესი გროვდებიან ღეროებისა და ფოთლების მუხლთაშორისების საყრდენ ნაწილში. უმეტეს შემთხვევაში მაგ. კვირტების განვითარებისას მათი მოქმედება ხანმოკლეა. ზოგჯერ ინტერკალარული მერისტემები დიდი ხნით მოქმედებენ. მაგ. შვიტას, მარცვლოვანების და სხვა ერთლებლიანების მუხლთაშორისების ფუძესთან, აგრეთვე ზოგიერთ ორლებლიანებშიც, მაგ. ნიახურისმაგვარნი (ქოლგოსანნი). ინტერკალარული სიმაღლე-მცენარეთა სამყაროში ფართოდ გავრცელებული მოვლენაა. მუხლთაშორისების ფუძესთან ყველა ვეგეტაციური ყლორტი ხასიათდება ინტერკალარული ზრდით. მხოლოდ სხვადასხვა სახეობის მცენარეებს აქვთ გამოსახული ზრდის პერიოდის ინტენსივობა და ხანგძლიბვობა სხვადასხვაგვარად. ინტერკალარული მერისტემის მთავარ განმასხვავებელ თავისებურებას აქტიური მოღვაწეობის პერიოდში, გამტარი ქსოვილის არსებობა წარმოადგენს. მაგ. მრავალი, ერთლებლიანის აგრეთვე მიწის არაქისის გინოფორი. არაქსის ყველაზე აქტიური ინტერვალური მერისტემა ლოკალიზებულია ნაყოფის ფუძესთან. ამ მერისტემის ხანგძლივი მოქმედების ხარჯზე განვითარებადი ნაყოფი ენერგიულად იჭრება ნიადაგში.

საინტერესოა აღინიშნოს, რომ მარცვლოვანებში. მას შემდეგ რაც მუხლთაშორისების და ფოთლის ხალთის ზრდა წყდება, მათი ფუძის ვიწროდლოკალიზებულ ზონებში (სახსრებში და ხალთის გამსხვილებულ ადგილებში) კიდევ დიდხანს ცოცხლობს ზრდის უნარი. ეს პოტენციური მერისტმული უნარი შეიძლება გამომჟღავნდეს მარცვლოვანთა ღეროების ჩაწოლის პერიოდში. ინტერკალარული ზრდის შედეგად ღეროები მაღლა იწევენ.

**ჭრილობის (ტრავმატული) მერისტემები.** წარმოიქმნება მცენარის სხეულის ნებისმიერ დაზიანებულ მონაკვეთში. ისინი სხვადასხვა პარენქიმული ქსოვილის ცოცხალი უჯრედებისაგან წარმოიქმნებიან.

ნებისმიერი მერისტემა შედგება ინტენსიურად გამყოფი, ერთმანეთთან მჭიდროს მიჯრილ პარენქიმული უჯრედებისაგან. უჯრედის შიგთვსი სავსეა ციტოპლაზმით. ცენტრში მოთავსებუია მსხვილი ბირთვი, ვაკუოლების საერთოდ არ ჩანან. ისინი ჩასახვის მდგომარეობაში არიან. უჯრედის კედლები ძალიან თხელია პექტინოვანურ-ცელულოზური მერისტემის უჯრედებს ორი ძირითადი თვისება გააჩნიათ: ინტენსიური გაყოფა და დიფერენციაცია. ე.ი. სხვადასხვა ქსოვილის ჰისტოლოგიურ ელემენტებად გარდაქმნა.

ამგვარად აქტიურად მოქმედ მერისტემაში, განსაკუთრებით აპიკალურში, არჩევენ ორ ნაწილს:

ა) უ ჯ რ ე დ ე ბ ი ს ს ე რ ი ა, რომლებიც მუდმივად გაყოფის მდგომარეობაში იმყოფება (ინიციალური უჯრედები);

ბ) ი ნ ი ც ი ა ლ უ რ ე ბ ი ს წ ა რ მ ო ე ბ უ ლ ნ ი, რომლებიც იცვლიან ფორმას, ქიმიზმს და ქსოვილთა ყველა დარჩენილ სისტემაში გარდაიქმნებიან სპეციალიზებულ ელემენტებად. უფრო დაწვრილებით მსჯელობა წარმოქმნილი ქსოვილების შესახებ იხილეთ „ მცენარეთა ანატომიის“ სპეციალურ კურსში მცენარის ფესვისა და ღეროს შესწავლისას.

**2.3.** **მფარავი ქსოვილი**

მფარავი ქსოვილების მთავარი დანიშნულებაა მცენარის ორგანოების გამოშრობისაგან დაცვა-აგრეთვე გარემოს ისეთი მრავალი სხვა არასასურველი ზემოქმედებისაგან დაცვა, როგორიცაა: ძლიერი განათება, გადახურება, მექანიკური დაზიანება და სხვა. დროისა და წარმოქმნის ადგილის მიხედვით განარჩევენ მფარავი ქსოვილების სამ ძირითად ჯგუფს (ტიპს) : ეპიდერმას, საცობსა და ქერქს.

მფარავ ქსოვილებს ფარულად შეიძლება მივაკუთვნოთ აგრეთვე ეპიბლემა, რამდენადაც იგი ფარავს ახალგაზრდა ფესვებს. თუმცა ეპიბლემა, მხოლოდ ტოპოგრაფიულად ე.ი. ადგილმდებარეობის მიხედვით წარმოადგენს საფარს. ფუნქციონალურად იგი ტიპიური შემწოვი ქსოვილია. როგორც გამონაკლისი, ტროპიკული მცენარეების საჰაერო ფესვებს-ეპიფიტებს, ასევე ზოგიერთ მიწისზედა ერთლებლიანებშიც გვხვდება მრავალფენიანი ეპიბლემა-გელამენი-მკვდარი, მჭიდროს მიჯრილი, სქელკედლიანი უჯრედები. თავისი მოქმედებით გელამენი ეპიდრემას უახლოვდება. ზოგჯერ მას განიზიდავენ, როგორც წყალმომმარაგებელ სტრუქტურას.

**ეპიდერმა (ეპიდერმისი).** ეპიდერმის ძირითადი ფუნქციაა-ახალგაზრდა ორგანების დაცვა გამოშრობისაგან (ორგანული ტრანსპირაციები), მექანიკური დაცვა და აირმიმოცვლა.

წარმოშობით ეპიდერმა-პირველადი მფარავი ქსოვილია, რადგანაც წარმოიქმნება უშუალოდ პროტოდერმების (დერმატოგენის) ღეროს აპიკალური მერისტემების ზედა ფენისაგან.-ეპიდერმა ფარავს მცენარის მწვანე ორგანოებს-ფოთლებსა და ნორჩ ღეროებს, გვხვდება აგრეთვე მცენარე პარაზიტების უქლოროფილო ორგანოებში. ხშირად იგი შედგება მჭიდროდ მიჯრილი უჯრედების ერთი ფენისაგან. უჯრედთა კედლები დაკლაკნილია, რისი წყალობითაც ხერხდება მათი ერთმანეთთან მჭიდროდ შეკავშირება. ეს მსხვილვაკუოლიანი ცოცხალი უჯრედები, როგორც წესი, არ შეიცავენ ქლოროპლასტებს. ეპიდრემის უჯრედების დამახასიათებელი თვისებაა -კედლების არათანაბარი სისქე. ის კედლები, რომლებიც გარე სამყაროს ატმოსფეროს ესაზღვრებიან, დანარცენზე უფრო სქელია. გარდა ამისა ისინი დაფარულნი არიან კუტიკულის მთლიანი ფენით, ზოგჯერ კი ცვილის ნაფიფქითაც. კუტიკულა წარმოადგენს წყალ და აირგაუმტარ ნივთიერების შემცველ უფერულ აპკს. კუტინის ფენა ზოგჯერ მნიშვნელოვან სისქეს აღწევს.

ზოგი მცენარის ცვილის ნაფიფქის სისქე, მაგ. პალმისა 5მმ-მდე აღწევს და ბოლოს ეპიდერმის დაცვითი ფუნქციები შეიძლება გაძლიერდეს მისი უჯრედების ყოველგვარი გამონაზარდებით-ბუსუსები (ტრიქომები) ბუსუსები აგებულების და მიხედვით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან-მფარავი ფუნქციის გარდა ისინი ზოგჯერ გამომყოფ ფუნქციასაც ასრულებენ (ჯირკვლოვანი ბუსუსები).

მაშ როგორ ხდება მცენარის მწვანე ორგანოებში ნივთიერებათა ცვლა გარე სამყაროსთან, თუ ისინი ეპიდერმის ასე შეუღწავი ფენით არიან დაფარულნი? როგორ აღწევს ჰაერი მცენარის ტანში და როგორ აორთქლებს წყალს? ეს პროცესი ბ ა გ ე ე ბ ი ს დახმარებით ხორციელდება.

ბაგე-ნახევარმთვარის ფორმის გამჭოლი ხვრელია ეპიდერმაში, შემოფარგლული ორი ჩამკეტი უჯრედით. ჩამკეტი უჯრედის კედლები არათანაბრადაა გასქელებული, ბაგის ხვერლის მოსაზღვრე კედლის მონაკვეთი სხვებთან შედარებით სქელია ჩამკეტი უჯრედები-განსხვავდებიან ეპიდერმის სხვა უჯრედებისაგან ქლოროპლასტების შემცველობით.

საერთო სტრუქტურის ყვლა ელემენტის -ბაგეების, ბაგისქვედა ფოსოების, ჩამკეტი უჯრედების მთლიანობას, ხშირად ბაგის აპარატს უწოდებენ. ეპიდერმის უჯრედებს, რომელიც გარს აკრავს ჩამკეტ უჯრედებს-გვერდითი ანუ მოსაზღვრე უჯრედები ეწოდებათ. ისინიც შეიძლება მივაკუთვნოთ ბაგის აპარატს. სინათლეზე საკმაო ხილვადობისას როცა ფოტოსინთეზის პროცესი მიმდინარეობს, ბაგეები გახსნილია, ხოლო ღამე კი ფოტოსინთეზის შეწყვეტისას , შუადღისას, დღის ყველაზე ცხელ დროს, როცა მცენარეს ინტენსიურ აორთქლებასთან დაკავშირებით წყლის დეფიციტი ემუქრება, ბაგეები უმეტესად დახურულია. დიდხან გამოცანად რჩებოდა ბაგეების გახსნისა და დახურვის მექანიზმის არსი. ამ საიდუმლოს ამოსახსნელი გასაღები-საკეტი უჯრედების ქლოროპლასტებშია.

როგორც კი სინათლის სხივი მწვანე მცენარის ზედაპირს მოხვდება, ჩამკეტ უჯრედებში იწყება ფოტოსინთეზი. გროვდება ფოტოსინთეზის საბოლოო პროდუქტები: სახამებელი და შაქარი. სინათლის ენერგიის ხარჯზე მიმდებარე უჯრედებიდან ჩამკეტ უჯრედებში შეიწოვება კალიუმი („კალიუმის ტუმბო“). მაშასადამე, ჩამკეტი უჯრედეის ბაგეების უჯრედის წვენის კონცენტრაცია მკვეთრად იმატებს ეპიდერმის სხვა (უქლოროფილო) უჯრედის წვენის კონცენტრაციასთან შედარებით. ოსმოსის კანონის მიხედვით ეპიდერმის მეზობელ უჯრედებიდან იწყება წყლის მოდენა ჩამკეტ უჯრედებში, რის შედეგადაც იზდება მათი მოცულობა, მკვეთრად იზრდება ტურგორი და ჩამკეტი უჯრედების კედლები იჭიმება. გაწიმვა შეუძლიათ, მხოლოდ იმ თხელ მონაკვეთებს, რომლებიც ბაგისებრ (გვერდით) უჯრედებთანაა მიჯრილი, ისინი როგორღაც თითქოს მიათრევენ ბაგეთა ხვრელისაკენ მიმართულ გასქელებულ კედლებს. სწორედ ეს უკანასკნელი განაპირობებს ბაგეთა გახსნას.

ფოტოსინთეზის შეყწვეტასთან ერთად (ღამის სიბნელე ან გაუწყლოება ცხელ ამინდში შუადღისას) ჩამკეტ უჯრედებსა და ეპიდერმის მიმდებარე უჯრედებში წყლის კონცენტრაცია თანაბრდება. ჩამკეტი უჯრედებიდან ხდება წყლის გაწოვა და ბაგეები იხურებიან.

ნაჩქარევი იქნებოდა, რომ ჩამკეტ და გვერდით უჯრედებში ტურგორის ცვლილება მხოლოდ ქლოროპლასტების მოქმედებასთან დაგვეკავშირებინა. ცნობილია შემთხევევები, როდესაც ჩამკეტ უჯეედებში მოთავსებული ქლოროპლასტები საერთოდ სუსტად დიფერენცირდებიან. გვიმრების ქლოროპლასტები არა მარტო ჩამკეტ, არამედ ეპიდერმის სხვა უჯრედებშიც აქვთ მოთავსებული. არის საფუძველი იმის სავარაუდოდ, რომ ბაგის ხვრელის სიგანის ცვლილებაზე გავლენას ახდენს ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის აირის კონცენტრაციაც.

მცენარეთა სხვადასხვა ბუნებრივი ჯგუფის ბაგის აპარატის აგებულების დიდი სხვადასხვაგვარობა საფუძველს გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ ბაგეთა გახსნისა და დახურვის მექანიზმი სხვადასხვაგვარად მიმდინარეობს. მაგ. მარცვლოვანებსა და ისლებში ჩამკეტ უჯრედებს გაფართოებული, თითქმის დაბერილი პოლარული ნაწილები აქვთ, მათი შუა ნაწილი სწორია, რკალისებური ღუნის გარეშე. ჩამკეტი უჯრედების კედლის შუა ნაწილი კი ძლიერ, მაგრამ არათანაბრადაა გასქელებული, გაფართოებულ პოლარულ მონაკვეთებს თხელი კედელი აქვთ. ტურგორის გაზრდისას ეს გაფართოებული მონაკვეთები აშკარად ინბერებიან. ამასთან ჩამკეტი უჯრედების კედლები უჯრედის შუა ნაწილში ერთმანეთს შორდებიან, ბაგეები ფართოვდებიან.

ჩამკეტი და გვერდითი უჯრედები ძალზე განსხვავებულია ერთმანეთისაგან. ამასთან ჩამკეტი უჯრედების გეომეტრიული ფორმა, ზომა, ურთიერთმდებარეობა გვერდითი უჯრედების მიმართ. წარმოადგენს საიმედო მორფოლოგიურ ნიშანს მცენარეთა სახეობების დასადგენად. უფრო მეტიც, ეპიდერმის სტრუქტურის ნიშნები მთლიანად განსაკუთრებით ჩამკეტი და გვერდითი უჯრედების აგებულება და ურთიერთმდებარეობა, ახასიათებს არა მარტო მრავალ სახეობას, არამედ გვარსაც და ზოგჯერ ოჯახსაც კი. საქმე ისაა, რომ ეს ნიშნები საცრად კონსერვატიულები არიან, ისინი ინარჩუნებენ სიცოცხლეს-თვით მცენარის სიცოცხლის პირობების შეცვლის დროსაც კი. მაგ. სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების ინტროდუქციის სხვა რაიონებში დანერგვისას.

ინდივიდუალური განვითარების პროცესში ჩამკეტი უჯრედები შემდეგნაირად წარმოიქმნებიან: პროტოდერმის ერთი უჯრედი ხდება დედა, გაყოფის შედეგად წარმოიქმნება ორი შვილეული უჯრედი. სწორედ ისინი ვითარდებიან ჩამკეტ უჯრედებად. დროთა განმავლობაში ისინი იზრდებიან და იღებენ განსაზღვრულ მოცემული სახეობისათვის ტიპურ ფორმას. ამასთან ერთად ყალიბდება ბაგის ქვედა ფოსოები, რომლებიც დიდ უჯრედშორის წარმოადგენს. გვერდითი უჯრედებიც პრტოდერმიდან წარმოიქმნებიან. მაშასადამე ჩამკეტ და გვერდით უჯრედებს საერთო წარმომავლობა აქვთ.

ბაგისებური აპარატის სტრუქტურის დიდი სხვადასხვაგვარობის მიზეზი, აგრეთვე მისი ფუნქციონირების მექანიზმი (ბაგეთა გახსნა და დახურვა) დაკავშირებულია იმასთან, რომ მცენარეთა სხვადასხვა ბუნებრივ ჯგუფებში მისი ჩამოყალიბება სხვადასხვაგვარად მიმდინარეობს.

ბაგის აპარატი დიდი როლს ასრულებს მცენარის სოცოცხლეში. შეიძლება ითქვას, რომ მთელი ჰაერისა და წყლის ურთიერთცვლა მცენარეებსა და ატმოსფეროს შორის, ბაგეების მეშვეობით ხდება. ისინი ატარებენ დიდი მოცულობის აირსა და ორთქლს, რომლებიც ურთიერთ საწინააღმდეგო მიმართულებით არიან მიმართულნი.

ბაგეთა რიცხვი და სიდიდე ფოთლის ზედაპირის ერთეულზე, ასევე დამოკიდებულია სახეობის ბიოლოგიურ თავისებურებებზე და მცენარის ადგილ სამყოფელზე, მის ეკოლოგიაზე. მაგ. უფხო შრიელას ფოთლის 1მმ2-ზე მოდის დაახლოებით 30 ბაგე, თუ მზესუმზირა მზიან ადგილევბში იზრდება, მაშინ აქვს 220-250 ბაგე, ხოლო ჩრდილიან ადგილსამყოფელში კი დაახლოებით 140 ბაგე გააჩნიათ მხოლოდ.

ამგვარად სხვადასხვა ადგილას გაზრდილი მოცემული სახეობის ბაგეთა რიცხვი და სიდიდე წარმოადგენს ცვლადი სასიცოცხლო პირობებისდმი მცენარის რეაქციის მაჩვენებელს.

ბაგეები უმთავრესად ფოთლის ფირფიტის ქვედა მხარეს არიან მოთავსებულნი. წყლის მცენარეების მოცურავე ფოთლების ბაგეები ბუნებრივია, მხოლოდ ზედა მხარეზე აქვთ მოთავსებული.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ტიპური ეპიდერმა ახასიათებს ახალგაზრდა მწვანე ორგანოებს, მაშასადამე იგი მოქმედებს დაახლოებით 1 წელს, უფრო სწორად-სავგეტაციო პერიოდში.

ჩვეულებრივ ეპიდერმა შედგება უჯრედთა, მხოლოდ ერთი ფენისაგან თუმცა ზოგ მცენარეს მაგ. ოლეანდრს ორფენიანი ეპიდერმა აქვს. იშვიათ შემთხვევაში ეპიდერმამ შეიძლება რამდენიმე წელი იმოქმედოს მაგ. ფითრის ფოთლებში, ფიკუსისა და წიწოვანთა უმრავლესობაში. დროთა განმავლობაში განსაკუთრებით კი შემოდგომით, მცენარის ღეროზე ეპიდერმის ნაცვლად წარმოიქმნება მეორეული მფარავი ქსოვილი-პერიდერმის კომპლექსში შემავალი კორპი. მას საკმაოდ რთლი აგებულება აქვს და უფრო საიმედოდ იცავს მცენარის ახალგაზრდა (მწვანე) მიწისზედა ორგანოებს.

**პერიდერმა.** ისევე როგორც ეპიდერმა მფარავი ქსოვილია, მაგრამ ისახება, მხოლოდ ღერძის ორგანოებზე-ღეროებსა და ფესვებზე. გამონაკლისის სახით შეიძლება აღვნიშნოთ მხოლოდ მოზამთრე შიშველთესლოვანთა და ზოგიერთი ორლებლიანის კვირტების ქერქლი. ეპიდერმოსაგანა განსხვავებით პერიდერმა -მეორეული მფარავი ქსოვილია, რომელიც ეპიდერმას ცვლის მისი დაშლის შემთხვევაში. ეპიდერმა კი იშლება მერქნიანი ორლებლიანებისა და შიშველთესლოვანი მცნარეების ფესვების ან ღეროს წრეხაზის ზრდასთან ერთად.

პერიდერმა ვითარდება მეორეული მერისტემიდან-ფლოგენიდან, რომელიც ჩვეულებრივ აღმოცენდება უშუალოდ ეპიდერმის ქვეშ მოთავსებული პარენქმის უჯრედების ერთი რიგიდან, ზოგჯერ კი უფრო ღრმა ფენებიდან. თვით ეპიდერმის წარმომქმნელი უჯრედებიდან ფეოგენის უჯრედები ღერძის ზედაპირზე პარალელურად იყოფიან და ცენტრიდანული მიმართულებით გამოყოფენ შვილეულ ორგანოებს. (კერძოდ კორპს).

შედარებით მცირე რაოდენობის უჯრედებს წარმოქმნიან ცენტრისკენული მიმართულებით (ფელოდერმა). ამგვარად, პერიდერმა სამი ქსოვილისაგან შემდგარ კომპლექსს წარმოადგენს: კ ო რ პ ი, კ ო რ პ ი ს კ ა მ ბ ი უ მ ი და ფ ე ლ ო დ ე რ მ ა.კორპოვანი პარენქიმა.

კორპი შედგება მჭიდროდ განლაგებული უჯრედების სწორი რადიალური რიგებისაგან, რომელთა კედლები კორპდებიან. კედლების გაკორპების შედეგად უჯრედის შიგთავსი ფელემები (კორპები) კვდება. წარმოიქმნება მკვდარი უჯრედების შრე უჯრედშორისები გარეშე, რომელიც სრულებით არ ატარებს არც წყალსა და არც აირს. ეს ფენა საიმედოდ იცავს მცენრარის ორგანოებს ჭარბი აორთქლებისა (გახმობისაგან) და არასაურველი გარეგანი ზემოქმედებისაგან. ფელოდემის უჯრედები არ ასრულებენ დამცველ ფუნქციას, ისინი ცოცხალი ქლოროფილისმატარებელი უჯრედებია. ნიადაგის ზედმეტი ტენიანობა აფერხებს ფელემების წარმოქმნას. ეს შენიშნეს კარტოფილის ბოლქვებზე ჩატარებული ექსპერიმენტით.

**მეჭეჭები.**  მეჭეჭები წარმოადგენენ კორპის სპეციალურ წარმონაქმნებს. ისინი აირცვლასა და ტრანსფორმაციას ემსახურებიან. ზემოდან მეჭეჭებს პატარა ბორცვენების ფორმა აქვთ შუაგულში მზარით. მათი ზომები მერყეობს 1 მილიმეტრიდან 1 სმ-მდე და მეტზედაც. ასაკთან ერთად იზრდება მათი ზომებიც. მეჭეჭები პერიდერმის განცალკავებული სტრუქტურებია. მათ ახასიათებთ მსხვილი, მეტ-ნაკლებად მრგვალი პერინქემული უჯრედების შედარებით ფაშარი განლაგება. მათი ფორმა ხელს უწყობს უჯრედშორისების წარმოქმნას, რომელთაც კავშირი აქვთ ღეროს (ფესვის) შიგა ნაწილების უჯრედშორისებთან, რომლებშიც წყლის ორთქლი და აირი გადის. მეჭეჭები ხშირად იმ ადგილებში ჩნდებიან, სადაც ბაგეები იყვნენ განლაგებულნი, ამგვარად მეჭეჭებსა და ბაგეებს შორის ისევე როგორც ტრანსფორმაციისა და აირცვლის ორგანოებში მემკვიდრეობითი ფუნქციონალური კავშირია. თუმცა მთელ რიგ მცენარეებს მაგ. მოცხარი, კოწახური, ფელოგენი და შესაბამისად პერიდერმაც ქერქის უფრო ღრმა ფენებში ესახებათ. ადვილია მეჭეჭების აღმოჩენა და შესწავლა ანწლისა და ალუბლის ტოტებზე.

**ქერქი.** ქერქი კორპის ნაცვლად წარმოიქმნება: ამიტომაა, რომ ზოგჯერ მას მესამეულ მფარავ ქსოვილს უწოდებენ. ტიპიურ შემთხვევებში ქერქი ხე მცენარეებს გააჩნიათ, რადგანაც ხის ღეროები და ტოტები წლიდან წლამდე სქელდება, პერიდერმა სიგანეში მზარდი ღეროს დაწოლით ორი სამი წლის შემდეგ იხიჩება. ცენტრალური ცილინდრიდან იზოლირებული ქსოვილების მკვდარი ფენები მჭიდროვდებიან, დეფორმირდებიან და წარმოქმნიან ქერქს. ამგვარად ქერქი არსებიტად სხვადასხვაგვარი მკვდარი ქსოვილის მთელ ბლოკს წარმოადგენს. ზოგ შემთხვევაში რიტოდომში ჭარბობს კორპპის პარენქიმა და უჯრედები, სხვა შემთხვევებში ბოჭკოები, რომლების განლაგებული იყვნენ ფლოემაში, მაგ. ცაცხვი.

ქერქის დამცავი თვისებები უფრო საიმედოა, ვიდრე კორპისა. ხეების ქერქზე სახლდება მრავალი სახეობის სოკო, მღიერი, ხავსი. ტროპიკულსა და სუბტროპიკულ ტენიან ტყეებში ქერქზე სახლობენ აგრეთვე უმაღლესი მცენარეები-ეპიფიტები: სხვადასხვაგვარი გვიმრა, ჯადვარასნაირნი. დროთა მსვლელობაში ქერქის ცალკეული მონაკვეთები იქერეცლება. ამის წყალობით მცენარე თავისუფლდება მტვერისა და ყოველგვარი „მოსახლეებისაგან“, რომლებიც ზოგჯერ ისეთ მკვრივ ფენას ქმნიან, რომ ხელს უშლიან მცენარის ცხოველმოქმედებას.

**2.4.** **ძირითადი ქსოვილი**

ძირითად ქსოვილებს ჩვეულებრივ შემსრულებლებს უწოდებენ, რადგანაც ისინი შეადგენენ ორგანოთა საფძველს და ავსებენ გამტარსა და საარმატურო ქსოვილებს შორის, ძირითად ქსოვილს პარენქიმულსაც უწოდებენ, თუმცა ეს ტემინი ნაკლებ შესაფერია.

ძირითად ქსოვილთა სახელწოდება, რომელიც გამოჩენილმა მეცნიერმა ი. საქსმა შემოგვთავაზა, საოცრად პერსპექტიული აღმოჩნდა. ეს ქსოვილები წარმოადგენენ ძირითადს, როგორც მოცულობითი, ასევე სუფთა მორფოლოგიური თვალსაზრისით და აგრეთვე ფუნქციონალურადაც, ისინი შეადგენენ ყველა ორგანოს ძირითად მასას, რომლებშიც თითქოსდა ინგრუსტირებულია გამტარი და სხვა ქსოვილები. ძირითადია ეს ქსოვილები იმ მხრივაც, რომ ონტოგენეზის დროს თესლიდან ღივის განვითარებისას, აპექსების მორფოლოგიურ საფუძველს წარმოადგენენ, რომელთაგანაც ვითარდება მცენარის სხვადასხვაგვარი სტრუქტურა. და ბოლოს მცენარეთა სამყაროს ისტორიული განვითარების მსვლელობაში პარენქიმული ქსოვილები წარმოადგენენ ყველა მრავალუჯრედიანი ორგანიზმის საფუძველს და წინ უსწრებენ სხვა ქსოვილებს.

ფილოგენეტიკური განვითარების უფრო მაღალ საფეხურზე მდგომი მცენარეების ძირითადი ქსოვიები გნიცდიდნენ მრავალმხრივ სპეციალიზაციას. შესაბამისი ფუნქციების შესასრულებლად, როგორიცაა: ფოტოსინთეზი, სათადარიგო პროდუქტების შენახვა, წყლისა და ორგანული შენაერთების ტრანსპორტირება და სხვა. ამიტომ ქსოვილთა მიერ შესრულებული ფუნქციები საიმედო საფუძველს წარმოადგენენ ქსოვილთა კლასიფიკაციისათვის, რა თქმა უნდა მათი სტრუქტურის, ადგილმდებარეობის (ტოპოგრაფია) და წარმომავლობის გათვალისწინებით.

ძირითადი ქსოვილები სპეციალიზაციის სხვადასხვაგვარსა და თვით უმაღლეს დონეზეც კი ინარჩუნებენ თავის უმთავრეს „დამახასიათებელ ნიშნებს, ასე მაგალითად, ისინი ინარჩუნებენ მერისტემული აქტივობის მაღალ პოტენციალს მაგ. გულგულიდან კალიუმის წარმოქმნა. ძირითადი ქსოვილების ყველა უჯრედი ფორმით როდიამეტრულ მრავალწახნაგას წააგავს. ტიპურ შემთხვევებში ამ ქსოვილებში კარგადაა განვითარებული უჯრედშორისები. გამოყოფენ ძირითადი ქსოვილის ოთხ ჯგუფს:

1. ს ა ა ს ი მ ი ლ ა ც ი ო, ქლოროფილის მატარებელი პარენქიმა (ქლორენქიმა)- ყველაზე უფრო ტიპიურ ფოთლებში ან მწვანე გაასიმილირებულ ღეროებში. საასიმილაციო პარენქიმის უჯრედები შიცავენ ქლოროპლასტებს და ასრულებენ ფოტოსინთეზის ფუნქციას. ფოთოლში ქლოროფილის მატარებელი პარენქიმას ყოფენ სვეტისებურ ანუ მესრისებრ, ღრუბლისებრ და ნაოჭებიან პარენქიმად, ფოთლის რბილობის უჯრედების (მეზოფილი) ფოტოსინთეზური აქტივობა პროპორციულია ქლოროპლასტების იმ რიცხვისა, რომელსაც ისინი შეიცავენ. ქლოროპლასტების რიცხვის შეფარდება მესრისებული და ღრუბლისებური პარენქიმის უჯრედებში ასეთია: მსესუმზირა 73 და 27%, მარწყვი 86 და 14%.

ქლორენქიმის სტრუქტურაში დიდი მნიშვნელობა აქვთ უჯრედშორისებს. ისინი მკვეთრად ზრდიან ფოთლის მწვანე ეკრანს, ე.ი. ჰაერთან მეზოფილის უჯრედების შეხამების ფართობს. მეზოფილის უჯრედების ამგვარ ზედაპირს ფოთლის შინაგან ზედაპირ უწოდებენ. ფოთლის გარეთა ზედაპირი ეპიდერმის ზედაპირს ჰქვია. შინაგანი და გარეგანი ზედაპირების შეფარდების მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ კატალპა. 20 წლის ასაკსი მისი ფოთლების ფართობი შეადგენს 390მ2-ს, ხოლო შინაგანი ფართობი 5100მ2-ს მცენარის ადგილმდებარეობის მიხედვით ეს შეფარდება შეიძლება ძლიერ შეიცვალოს.

1. ს ა მ ა რ ა გ ო პარენქიმა საასიმილაციო პარენქიმისაგან გი განსხვავდება ქლოროპლასტების უქონლობით, აგრეთვე ტოპოგრაფიულადაც ე.ი. ადგილმდებარეობით. სამარაგო პარენქიმა უმთავრესად მცენარის ღერძის ორგანოებშია განვითარებული (გულგულში, რეროს გულის სხივებში), აგრეთვე რეპროდუქციული და ვეგეტაციური გამრავლების ორგანოებში-თესლში, ნაყოფში, ბოლქვებში, გორგლებში, ძირხვენებში და სხვა.

ფესვი უფრო მეტ პარენქიმას შეიცავს, ვიდრე ღერო და უფრო მეტად ემარჯვება პროდუქტების მომარაგებლის ფუნქციის შესრულება.

სამარაგო ქსოვილებს ფართო გაგებით შეიძლება მივაკუთვნოთ მცენარე სუკულენტების წყალმომარაგებელი ქსოვილები, მაგ. კაქტუსები და ალოე.

1. შ ე მ წ ო ვ ი პარენქიმა. ყველაზე დამახსიათებლად ეს ქსოვილი წარმოდგენილია ფესვის ასიმილირებულ ზონაში-ფესვის ბუსუსებს ეპიდერმებით, აგრეტვე ქერქის პირველადი პარენქიმით. შთანმთქავ შემწოვ სისტემას შეიძლება მივაკუთვნოთ პარაზიტული მცენარეების, აგრეთვე სპოროფიტებისა და მწერიჭამიების შემწოვი ქსოვილის მისაწოვარი (ჰაუსტორიუმი) შემდგომ კარგად განვითარებული შემწოვი ქსოვილები ვითარდებიან გასაღივებელ მარცვლებში, რ ი ზ ო ი დ ე ბ შ ი და ზოგიერთ სხვა წარმონაქმნში. (ფოთლების წყალმშთანთქავი ბუსუსები, საჰაერო ფესვების ბუდე და სხვა)

რიზოიდები გვხვდება უდაბლეს მცენარეებში, ხავსებში და ზოგიერთ სხვა მცენარეშიც. ეს წარმონაქმნები იგივე ფუნქციას ასრულებენ, რასაც ფესვები, მაგრამ მათი აგებულება გაცილებით უფრო მარტივია. ფესვებისაგან განსხვავებით, ისინი შედგებიან ერთგვაროვანი არადიფერენცირებული უჯრედებისაგან.

შემწოვ ქსოვილებს შეიძლება მივაკუთვნოთ აგრეთვე მიკორიზა.

1. საჰაერო პარენქიმული ქსოვილი ხშირად მეტნაკლებად მრგვალი ფორმის უჯრედებით. ყველა ადრე განხილული ქსოვილისაგან განსხვავდება დიდი ზომის უჯრედშორისწბით, რომელიც ერთმანეთს ერთ სავენტილაციო ქსოვილად უერთდებიან. მცენარეთა ზოგიერთ ჯგუფში, კერძოდ წყლის ფარულთესლოვანებში საჰაერო პარენქიმა გადაჭიმულია ფესვიდან-ღეროს გავლით-ფოთლებამდე. ღეროს შიგნით და ფოთლებში მოთავსებული საჰაერო ღეროები აერაციის გარდა მცენარეებს ეხმარებიან წყალში თავისუფლად ცურვაში. აერენქიმა აგრეთვე მექანიკურ ფუნქციას ასრულებს. პარენქიმის სტრუქტურა, რომელიც ფუტკრის ფიჭას მოგვაგონებს, ყველაზე უფრო მტკიცედ და ეკონომიურად უზრუნველყოფს წყლის გარემოში მცენარეთა ორგანოების სიმტკიცესა და ელასტიურობას.

**2.5.** **მექანიკური ქსოვილი**

ძირითად ქსოვილთა საერთო მასაში და ზოგჯერ მათ პერიფერიაზე მკვეთრად გამოირჩევიან განსაკუთრებული აღნაგობისა და დანიშნულების ქსოვილები-მექანიკური ქსოვილები. ისინი შედგებიან სქელკედლიანი ხშირად კი (მაგრამ არა ყოველთვის) გამერქნებული უჯრედებისაგან.

მექანიკურ ქსოვილებსი უმეტესად მკვდარი ქსოვილებია. ძალზე „სხვადასხვაგვარია მათი ფორმა, მაგრამ მთლიანობაში ორგანოებში ვითარდებიან პროზენქიმური უჯრედები, ხოლო ფოთლებსა და ნაყოფებში-მეტ ნაკლებად პარენქიმული. მექანიკური ქსოვილები მთლიანობაში წარმოადგენენ ჩონჩხს ან კარკასს, რომლებიც ამაგეებენ მცენარის ყველა ორგანოს და ხელს უსლიან მათ დამტვერვასა და გახლეჩას. ცნობილმა საბჭოთა მორფოლოგმა ანატომმა ვ. რაზდორკიმ (1934) ამიტომ უწოდა სამართლიანად უწოდა ამ ქსოვილებს არმატურული ქსოვილები.

უჯრედთა ფორმის, უჯრედის კედლის ქიმიური შედგენილობის და მათი გასქელების უნარის, აგრეთვე ადგილმდებარეობის მიხედვით არმატურული ქსოვილების სისტემას შემდეგ ჯგუფებად ყოფენ:

**კოლენქიმა.** არმატურული ქსოვილია, რომელიც ჩვეულებრივ მოზარდი ორგანოების ზედაპირთან ეპიდერმისის ქვეშ შედარებით ძველი უჯრედები აუცილებელი ორგანელების გარდა შეიცავენ აგრეთვე ქლოროპლასტსაც. უჯრედის კედელი სხშირად ძალიან გასქელებულია, მაგრამ ყოველთვის ინარჩუნებს დადებით რეაქციას ცელულოზაზე.

კოლენქიმის ყველა საარმატურო ქსოვილზე მეტად შეუძლია გაწელვა და ამიტომ იგი მზარდი ორგანოების საყრდენს წარმოადგენს.

ინდივიდუალური განვითარების მსვლელობაში ეს პირველი არმატურული ქსოვილია უმაღლესი მცენარეების ღეროებში, ფოთლებსა და ფესვებში. კოლენქიმა მრავლი ორლებლიანის ფოთლებისა და ბალახისმაგვარი ღეროების ძირითადი საარმატურო ქსოვილია. მნისვნელოვან განვიტარებას აღწევს იგი სინათლეზე მზარდ ფესვებში. ერთლებლიანი მცენარეების კოლენქიმის შესასწავლ ობიექტს ტრადენსკაცია წარმოადგენს. ერთლებლიანი მცენარეების უმრავლესობას, მათ შორის მარცვლოვანებს, კოლენქიმა არ უვითარდებათ.

კოლენქიმა უმეტესად მოთავსებულია ისეთი ორგანოების პერიფერიებზე, როგორიცაა ღერო და ფოთოლი. ზოგჯერ იგი უშუალო ეპიდერმის ქვეშ ისახება, ზოგჯერ კი პარენქიმის სუბეპიდერმულ ფენებში.

უჯრედის კედლების გასქელბის ფორმების მიხედვით განარცევენ კუტხოვან და ფირფიტის მსგავს კოლენქიმას.

**სკლერენქიმა.** სკლერენქიმა უმაღლესი მცენარეების მიწისზედა ვეგეტაციური ორგანოების ყველაზე მეტად გავრცელებული მექანიკური ქსოვილია. წყლის მცენარეებს იგი არ გააჩნიათ. პირველად ი სკლერენქიმა ფართოდაა წარმოდგენილი ერთლებლიანთა ყველა ვეგეტაციურ ორგანოში. ორლებლიანებში ღერძის ორგანოების პირველადი წყობის დროს, სკლერენქიმა შედარებით ნაკლებია. განსაკუთრებით ტიპურია და ფართოდაა იგი წარმოდგენილი ორგანოთა მეორეული წყობის დროს, რომელშიც სკლერენქიმა უფრო სპეციალიზებულია და მკაფიოდ დიფერენცირდება როგორც ტოპოგრაფიულად, ასევე უჯრედის კედლების ქიმიური შედგენილობის მიხედვითაც:

ა) ლ ა ფ ნ ი ს ბოჭკოები ანუ კამბიფორმები-ლაფნის ან ფლოემის მეორეული ზრდის დროს, უჯრედის კედლები შეიძლება ცელულოზისანი იყვნენ.

ბ) მ ე რ ქ ნ ი ს ბოჭკოები ანუ ლიბრიფორმები-მეორეულ მერქანში ანუ ქსილემაში, უჯრედის კედლები ყოველთვის გამერქნებულია.

სკლერენქიმის განსაკუთრებულ ჯგუფს ქმნის ღერძის ორგანოების თავისებური ქსოვილი-პერიციკლი. პერიციკლის სკლერენქიმა კარგადაა განვითარებული, როგორც ღეროს პერიფერიაზე, ასევე გამტარი კონების მახლობლადაც.

სკლერენქიმა შედგება თანაბრად გასქელებული კედლების მქონე პროზენქიმული უჯრედებისაგან. ამასთან უჯრედის სიგრძე შეიძლება 100-ჯერ და უფრო მეტად ამეტებდეს სიგანეს. სკლერენქიმა ძლიერ მტკიცეა. მისი ზოლი 1მმ2 გადაკვეთის ფართობით უძლებს 15-20 კგ-მდე დატვირთვას, ე.ი. ორჯერ და უფრო მეტად ნაკლებს, ვიდრე სანაკეთოფოლადი (50კგ/მმ2), ხოლო დრეკადი დეფორმაციით აჭარბებს მის თვისებებს.

იმ შემთხვევაში, როცა ლაფნის ბოჭკოების უჯრედის კედელი ცელულოზისაა, მათ როგორც ნედლეულს დიდი სარგებლობა მოაქვთ საფეიქრო მრეწველობასი. ლიგნის ბოჭკოების საშუალო სიგრძ 1-2 მმ, ხოლო სელის ბოჭკოების სიგრძე შეიძლება 40 მმ-ს აღწევდეს. კიდევ უფრო გრძელი ბოჭკოები აქვს (350 მმ-ზე მეტი) რამს, ლიბრიფორმის ბოწკოები სიგრძეში 2მმ-ს არ აღემატებიან.

**სკლერეიდები** როგორც წესი, ტიპური პარენქიმული უჯრედებია ძალიან სქელი, მაგრამ ტანაბრად გასქელებული კედლებით, რომელიც დასერილია პოროვანი არხებით, სკლერეიდები გვხვდება სხვადასხვა ორგანოებში განსაკუთრებით ახასიათებს ნაყოფს. სკლერეიდები წარმოადგენს არმატურული ქსოვების სისტემის სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ელემენტების ნაკრებ ჯგუფს. მათგან ყველაზე მეტად ტიპურია გაქვავებული უჯრედები. ისინი წარმოადგენენ ერთგვარ არმატურას მსხლის ნაყოფის, კომშისათვის და სხვა. ამ ნაყოფების საკვები ხარისხი დამოკიდებულია სკლერეიდების რაოდენობაზე. სელექცია მიმდინარეობს იმ ჯიშებზე, რომელთა ნყოფის დამწიფებისას ხდება გაქვავებული უჯრედების გაუმერქნების პროცესი. სკლერეიდები სევე ამაგრებენ ფაშარ ქსოვილებს, როგორც სამაგრები თმებს.

**2.6.** **გამტარი და გამომყოფი ქსოვილების სისტემა**

გამტარი ქსოვილები მცენარეული სამყაროს განვითარების პროცესში იმთავითვე არ გაჩენილან ამ სახით, რა სახითაც ახლა გვხვდებიან ჭურჭლოვან მცენარეებში. უფრო მარტივად ორგანიზებულ უდბლეს მცნარეებს საერთოდ არ გააჩნიათ გამტარი ელემენტები, მხოლოდ ზოგიერთ წყალმცენარეს, მაგ. წაბლისფერ წყალმცენარეებს უჩნდებათ უმარტივესი გამტარი კონები, თესლოვანებს როგორც წესი, გამტარი სისტემა კარგად აქვთ განვითარებული. გამონაკლის წარმოადგენენ ზოგიერთი წყლის მცენარეები, იგი მასში რედუცირებულია.

ჭურჭლოვანი ავტოტროფული მცენარე თავის ორივე პოლუსზე ახდენს ასიმილაციას: ხეების ზედა პოლუსზე (ვარჯი) მიმდინარეობს საჰაერო კვება-ფოტოსინთეზი, ქვედა პოლუსზე ნიადაგიდან კვება ფესვთა სისტემით ხდება წყლისა და მასში გახსნილი მინერალური მარილების შეწოვა, იქვე ხორციელდება მრავალი სასიცოცხლო ბიოსინთეზი. ნივთიერებათა ასიმილაციის ცენტრებია; მწვანე სფერო (უმთავრესად ფოთლები) და რიზოსფერო (ფესვთა სისტემა) მათი მოხმარების ან მარაგად გადანახვის ცენტრები სივრცობრივად არ ემტხვევიან ერთმანეთს. სწორედ აქედან მომდინაეობს ასიმილაციის პროდუქტების ტრანსპორტირების აუცილებლობა.

ასიმილაციის ორი პოლუსის შესაბამისად არჩევენ ნივთიერებათა ტრანზიტის ორ ძირითად გზას:

1. გზა, რომლითაც ფესვებით ასიმილირებული წყალი, მინერალური მარილები და ორგანული ნივთიერებანი ღეროს გავლით ადიან მაღლა ფოთლებსი- ‘“აღმავალი დენი“;
2. გზა, რომლითაც ორგანული ნივთიერებანი ფოთლებიდან მიემარტებიან მცენარის დანარჩენ ორგანოებში, სადაც ისინი გამოიყენებიან ან გადაინახებიან მარაგად- „დაღმავალი დენი“

ქსოვილთა გამტარი სისტემა ნივთიერებათა ორპოლრული ტრანსპორტირების ფუნქციის შესაბამისად ორი ნაწილისაგან შედგებაა:

1. ქ ს ი ლ ე მ ა ა ღ მ ა ვ ა ლ ი დენისათვის;
2. ფ ლ ო ე მ ა დ ა ღ მ ა ვ ა ლ ი დენისათვის.

**ქსილემა.** (მერქანი) ქსილემის შედგენილობაში შედიან შემდეგი ჰისტოლოგიური ელემენტები:

1. ტ რ ა ქ ე ე ბ ი და ტ რ ა ქ ე ი დ ე ბ ი;
2. მ ე რ ქ ნ უ ლ ი პ ა რ ე ნ ქ ი მ ა;
3. მ ე რ ქ ნ უ ლ ი ბ ო ჭ კ ო ე ბ ი.

დიდი ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა აქვთ ტრაქეებსა და ტრქეიდებს; ისინი ქმნიან ტრაქეალურ სისტემას, რომლითაც ხორციელდება „აღმავალი დენი“

ტრექეიდები ერთ ვერტიკალურ რიგში განლაგებული მერისტემული ჯგუფის უჯრედებიდან წარმმოიქმნებიან პირველად ქსილემაში-პროკამბიუმის უჯრედებიდან, ხოლო მეორეულ ქსილემაში-პროკამბიუმის წარმომშობი უჯრედებისაგან. პერფორაციის წარმოქმნის შემდეგ უჯრედების ქლოროპლასტები კვდებიან. ფარულთესლოვან მცენარეთა ტრაქეები-ქსილემის ძირითადი, მაგრამ არა ერთადერთი ჰისტოლოგიური ელემენტებია, შიშველთესლოვანებს სადინარები არა აქვთ და აღმავალი დენი მხოლოდ ტრაქეიდებით ხორციელდება.

ზოგ შემთხვევაში სადინარების ნაწევრების განივი კედლების პირაპირი მთლიანად იშლება. წარმოიქმნება ერთი დიდი გამჭოლი ხვრელი, რომელსაც მარტივი პერფორაცია ეწოდება. ზოგჯერ კი უჯრედის კედელი მთლიანად არ იშლებ და წარმოქმნის რამოდენიმე პერფორაციას. ბოლო შემთხვევაში პერფორაციების ურტიერთმდებარეობა შეიძება უწესრიგო იყოს (გაფანტული)-ბადისებური პერფორაცია, ან ხვერელების შეიძლება მოთავსებულნი იყვნენ სწორ რიგებად-კიბისებური პერფორაცია.

ზოგჯერ მაგალითად, ეფედრასთან, გვხვდება რამოდენიმე მგვრალი ხვრელი -ეფედროიდული პერფორაცია. ეფედროიდულიმ ბადისებური და კიბისებური-პერფორაციები ახასიათებენ დაწყებით ე.ი. პრიმიტული მცენარეების იმ ჯგუფების ორგანიზაციას, სადაც ისინი გვხვდებაინ.

სადინარების საშუალო სიგრძე დაახლოებით 10 სმ-ია, გამონაკლის შემთხვევებში მაგ. მუხა 2ნმ-მდე. რათქმაუნდა მცენარის, მხოლოდ რამოდენიმე მილია ასე გრძელი.

სადინარების სიგანე (დიამეტრი) კი ცვალებადია. ყველაზე გრძელი სადინარები აქვთ ხვიარა მცენარეებს ( გოგრა-0,3, 0,5მმ. როტანგის, პალმები-0,5მმ) სადინართა დიდი ზომები და მაშასადამე, მათი წარმომქმნელი უჯრედები, საშუალებას გვაძლევენ ვივარაუდოთ ავტოპოლიპლოდი, ე.ი. მათი წარმოქმნის დროს ქრომოსომების რიცხვის გაორკეცება.

სადინარების კედლებს მნიშვნელოვანი მეორეული გასქელება ახასიათებთ. გასქელების ფორმები სხვადასხვანაირია. ისინი გამოირჩევიან სახეობითი სპეციფიკით და ღეროში მდებარეობენ. ხშირად მათ გეომეტრიულად სწორი რკალის (ხვიარას) რგოლების, სპირალის ან წერტილის მსგავსი პოროვანი შრეების, ხვრელების და ბადეების ფორმა აქვთ. მაის მიხედვით განარჩევენ; რგოლისებრ, სპირალისებრ, კიბისებრ, ბადისებრ, წერტილოვან სადინარებს. პირველი ორი სადინარი შედარებით ადრე-ღერძის ორგანოების განვითარებისას ჩნდება და გამოირჩევა დიამეტრით.

ამგვარად ტერმინით სადინარი (ტრაქეა) აღინიშნება ერთმანეთთან მიჯრილი უჯრედების (ნაწევრების) ჯაჭვით შედგენილი მილი. მათი საერთო კედლები პერფორირებულია. სადინარების კედლების სტრუქტურის უმთავრეს ნიშანს პერფორაციული ფირფიტები და ფორები წარმოადგენენ.

**ტრაქეიდები.**  თითისტარასმაგვარი ფორმის ერთუჯრედიანი წარმონაქმნები, მათ წვეტიანი ბოლოები აქვთ. გარეგნულად კი მოგვაგონებენ მერქნისეული ბოჭკოების უჯრედებს-(ლიბრიფორმის), რომელთაგან განსხვავდებიან გარშემორტყმული ფორების არსებონბით.

ტრაქეიდების სისქე საშუალოდ 1მმ-ია, ტუმცა ხშირად გაცილებით უფრო დიდი ზომისანი არიან. ფიჭვის ტრაქეიდების სიგრძე 4მმ-ია, ზოგჯერ 7 მმ-ს აღწევს, საგოვანებისა- 9,5 მმ-მდე, არაუკარიების 10მმ-მდე, ლოტოსის 12 სმ-მდე. ტრაქეიდების სიგანეც სხვადასხვაგვარია: კანას და ბანანის 0,08-დან 0,1 მმ-მდე, ლოტოსისა 0,5 მმ.

სტრუქტურით ტრაქეიდებს მრავალი საერთო აქვთ ტრაქეებთან. ტრაქეების მსგავსად ისინიც მკვდარ უჯრედებს წარმოადგენენ, აქვთ გამერქნებული და ხშირად არათანაბრად გასქელებული რგოლის, სპირალი, ბადისა და სხვა ფორმის კედლები. ეს ერთობლიობა აიხსნება ერთიანი ფუნქციით-სითხის გატარებით, ძირითადად ფესვებიდან ფოთლებისაკენ. ტრაქეები და ტრაქეიდები აგრეთვე მექანიკურ ფუნქციასაც ასრულებენ, მცენარეს ანიჭებენ სიმტკიცეს, რასაც ხელს უწყობს სქელი გამერქნებული კედლები. ტრაქეები პირველად ლიკოპოდიუმისებრნში, კერძოდ სელაგინელებთან გაჩნდნენ. კარგად განვითარებული სადინარები აქვს აგრეთვე ზოგიერთ გვიმრას. შისველთესლოვნებიდან კარგად განვითარებული ტრაქეები აქვთ, მხოლოდ გნეტუმისნაირებს-ფარულთესლოვანთა კლასიდან.

**მერქნის ბოჭკოები.** ტრაქეიდებისაგან განსხვავდებიან უფრო სქელი კედლებითა და გარშემორტყმული ფორმების რედუქციით. ხშირად ძალიან ძნელდება მათი ტრაქეებიდან გამორჩევა. ამის მიზეზია გარდამავალი სტრუქტურების მთელი გამა. ამიტომაა, რომ ზოგჯერ მათ ერთი სახელწოდებით აერთიანებენ- „არაპერფორირებული ტრაქეალური ელემენტები“. ვარაუდობენ, რომ ევოლუციის შედეგად ტრაქეიდებიდან მერქნია არმაურის მაღალსპეციალიზებული ელემენტების სახით გამოცალკავდნენ ბოჭკოები.

**მერქნის პარენქიმა.**  მერქნის პარენქიმის უჯრედები მორფოლოგიური აგებულებითა და დანიშნულების მიხედვით განსხვავდებიან ერთმანეტისაგან. ისინი ტრაქეალურ ელემენტებთან და ბოჭკოებთან ერთად წარმოიქმნებიან. უჯრედებს შორის არიან, მხოლოდ მარტივი ფორების წყვილები. უჯრედი შიგთავსი სხვადასხვანაირია. მათში ხშირად გროვდება სახამებლის ან ცხიმების, ტანინის და სხვადასხვა სახის კრისტალების და სხვა. მარაგი.

ტრაქეალური ელემენტების-სადინარებისა და ტრაქეიდების აგებულებას დიდი მნიშვნელობა აქვს უმარლესი მცენარეების ფილოგენიის სხავგვარად-ტრაქეალურების შესასწავლად. ტრაქეიდა -შედარებით პრიმიტიული და უფრო ძველი ჰისტოლოგიური ელემენტია, ვიდრე სადინარის ნაწევარი.

მოძღვრება მერქნის ჰისტოლოგიური ელემენტების ანუ ტრაქეალურ სისიტემის შესახებ წარმოადგენს მიკროსკოპული მორფოლოგიის მტელ დარგს-მცენარეთა ანატომიას. მცენარეების ეს პროგრესული დარგი წყვეტს მერქნის პრაქტიკულ გამოყენებასთან დაკავშირებულ მრავალ საკითხს. ამასთან ერთად მეცნიერება ტრაქეალური სისტემების, მათი სტრუქტურისა და განვითარების კანონზომიერებათა შესახებ ხელს უწყობს შესადარებელ მცებნარეთა ბუნებრივი ჯგუფების ნათესაური ურთიერთდამოკიდებლებისა და ფარულთესლოვანთა ევოლუციის საერთო მიმდინარეობის გგარკვევას.

ხმელეთის უმაღლესი მცენარეების მთავარი ჰისტოლოგიური წყალგამტარი ელემენტი თავდაპირველად ტრაქეიდები იყვნენ. მოგვიანებით ფილოგენტიკური ცვლილებების შედეგად წარმოიქმნენ სადინარები. მერქნის ზმოთ ჩამოთვლილი ელემნეტები ფარულთესლოვანთა ევოლუციის პროცესში მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდიდნენ გამტარი ფუნქციების ინტენსიფიკაციის მხრივ, რაც გარდაუვალად იყო დაკავშირებული ღრეჩოს დიამეტრის გაზრდასთან.

ამგვარად, მერქნის ტრაქეალური სისტემის სრულყოფის საერთო მიმართულება ისეთი სტრუქტურის შექმნანმდე მიდის, რომლებიც საუკეთესოდ ასრულებენ წყალგამტარ ფუნქციას.

ტრაქეალური ელემენტების მეორეულმა კედელმაც განიცადა მნიშვნელოვანი ცვლილებები. უძველესი (პრიმიტიულ) უჯრედის კედლის რგოლისებრი და სპირალისებრი გასქელებებიდან შემდგომში წარმოიქმნენ კიბისებური, ბადისებური და წერტილოვანი გასქელებები.

პირველი ხმელეთის მცენარეების-რინეოფიტების ქსილემა შედგებოდა მხოლოდ რგოლისებური და სპირალიზებული ტრაქეიდებისაგან. ევოლუციის შედეგად სტრუქტურის ეს პრიმიტიული ელემენტი მთლიანა როდი ისპობა. მცენარეთა ორგანოების განვითარების ადრეულ ეტაპზე ისინი ყოველთვიას აღმოცენდებიან ხოლმე. მაგ. ღერძის ორგანოების( ღერო, ფესვი) წვერში ( აპექსებში).

თანამეროვე მცენარის ორგანოს ინდივიდუაური განვითარების შედეგად, წარმოიქმნებიან სრუქტურულად უფრო სრულყოფილი ტრაქეალური ელემენტები.

ამგვარად, ინდივიადუალური განვითარების სწრაფი ტემპით მსვლელობისას (ზოგჯერ შემოკლებითაც) ტრაქეალური სტრუქტურების ფორმირების იგივე თანმიმდევრობა მიმდინარეობს, როგორც მაგალითად, ფილოგენეზში (ისტორიული განვითარება), რომელიც მთელი გეოლოგიური ეპოქის განმავლობაში გრძელდებდა.

სადინარების სპეციალიზაცია (ისევე, როგორც ტრაქეიდებისა) მიმდინარეობდა ნაწევრებით დამოკლების და მათი ღრეჩოების ერთდროული გაზრდის გზით. ცნობილია ფარულთესლოვანი მცენარეები, რომელთა მერქანში არ არის სადინარები და წყლის გატარება ტრაქეიდების მეშვეობით ხდება. მაგ. დრიმის ჯიშები, ამბორელა და სხვა.

სადინარების უქონლობა-სიძველისა და პრიმიტიულობის მაჩვენებელია, ამასთან ეს პრიმიტიულობა არ უნდა ავხსნათ რედუქციის პროცესებიტ. ზოგ ფარულთესლოვანს გააჩნია ბოლოებწაწვეტებული სადინარები, რომლებიც ძალიან გვანან ტრაქეიდებს. უფრო გრძელ სადინარებს, როგორც წესი კიბისებურრ პერფორაცია აქვთ- შედარებით პრიმიტიული, მოკლე სადინარების კი მარტივი პერფორაცია აქვთ. ევოლუციურად წინ წარსული ოჯახებისა და ჯიშების ტრაქიალური სისტემის სტრუქტურა უფრო სრულყოფილია. ამის მაგალითია, მუხის, ქვაყურას და სხვა. ბოჭკოსმაგვარი სადინარების ნაწევარები მარტივი პერფორაციით.

თესლოვანი მცენარეების შედარებით პრიმიტიულ ჯგუფებში- შიშველთესლოვანებში-წყალი ტრაქეიდებით მიემართება. გამონაკლისები იშვიათია. მაგ. გნეტუმისნაირები, (შიშველთესლოვნები) მეორეულ მერქანში არის ნამდვილი სადინარები.

მიუხედავად იმისა, რომ ევოლუციური განვითარების მსვლელობაში პირველადი ტრაქეიდები შედარებით პრიმიტიულ წარმონაქმნებს წარმოადგენენ (სადინარებთან შედარებით აქვთ უმნიშვნელო სიგრძე, ვიწრო ღრეჩო), მრავალი შიშველთესლოვანი მცენარე მაინც აღწევს უზარმაარ ზომებს. მაგ. სექვოიას ღეროს სიგრძე 150 მ-მდეა, დიამეტრი 9-10 მ. როგორც ჩანს, ტრაქეიდების უქონლობა ხელს არ უშლის გიგანტიზმს. თუმცაღა ასეთი გიგანტების ზრდა ნელ-ნელა მიმდინარეობს.

ტრაქეები და ტრაქეიდები საკმაოდ დიდხანს-რამოდენიმე წლის განმავლობაში არსებობენ, სანამ არ მოხდება მათი დაცობა. დაცობა კი იმ შემთხვევაში ხდება, თუ მათ ღრუში ამოიზრდებიან გარშემომყოფი პარენქიმის ცოცხალი უჯრედები. ასეთი უჯრედების ამონაზარდებს, რომლებიც ავსებენ ტრაქეის ღრუს, თ ი ლ ე ბ ი ეწოდებათ. თილების წარმოქმნასთან ერთად წყდება ტრაქეებისა და ტრაქეიდების, როგორც გამტარი ელემენტების მოქმედება.

**ფლოემა.** ტერმინი ფლოემა, ისეცე როგორც ტერმინი „ქსილემა“ შემოიღო ვ. ნეგელმა (1858). ახლაქც, ხშირად ფლოემას და ყველა ქსოვილი ერთობლიობას , რომელივც მის პერიფერიებსი -ღეძის ორგანოშია მოთავსებული ქერქს უწოდებენ.

ტიპიურ შემთხვევაში ფლოემა, ისევე, როგორც ქსილემა, რამოდენიმე ჰისტოლოგიური ელემენტისაგან შედგება. მათგან ძირითადია შემდეგი ელემენტები:

1. ს ა ც რ ი ს ე ბ უ რ ი მ ი ლ ე ბ ი თანამგზავრი უჯრედებით;
2. დ ა ფ ნ ი ს ბ ო ჭ კ ო ე ბ ი;
3. ს კ ლ ე რ ე ი დ ე ბ ი, სხვადასხვაგვარის სტრუქტურის დაფნის პარენქიმა.

დასახელებული ელემენტები მორფოლოგიურად და ფუნქციურად მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ღეძის ორგანოებში ფლოემა, როგორც წესი, ქსილემიდან გარეთ ე.ი. აბაქსიალურად (ღერძიდან მოშორებული) ვითარდება, თუმცა ორლებლიანთა ოჯახების ზოგიერთ სახეობას, მაგ. გოგროვნებს, ხვართქლასებრთ, ძაღლყურძენასებრთ და სხვა. ლოემის კიდევ ერთი შინაგანი ჭიმი უვითარდებათ. შიგა ფლოემა ქსილემისადმი ადაქსიალურად ვითარდება, ე.ი. ღერძთან ახლოს, მხოლოდ გარეგან ფლოემას შეუძლია მეორეული ზრდის დროს კამბიუმის ხარჯზე მატება.

**საცრისებური მილები.**  ამ ტერმინით აღნიშნავენ უჯრედების ვერტიკალურ რიგს-საცრისებური მილის ნაწევრებს, რომლებიც შემჭიდროვებულია ტორსული ბოლოებით. კედლების საერთო მონაკვეთები საცრისებურ ფირფიტებს უკავიათ. სტრუქტურის უმნისვნელოვანეს ნიშანთვისებას საცრისებური ფირფიტები და საცრისებური მინდვრები წარმოადგენენ.

საცრისებური მინდვრები მოგვავგონებენ პირველად ფოროვან მინდვრებს უჯრედის პირველად კდელში. ესენი საერთო კედლის შედარებით უფრო თხელი საცრისებური მილის ორი ნაწევარის შემაერთებელი მონაკვეთებია. ზემოდან დათვალიერებისას ისინი ჩაღრმავეული საცრისებური ფირფიტებია. საცრისებურ მინდორზე მეტნაკლებად მჭიდროდაა მიმოფანტული შემაერთებელი არხები. მათი დიამეტრია მიკროდან 12-15 მკმ-მდე, შემაერთებელი არხები წარმოადგენენ გამჭოლ ხვრელებს-პერფორაციებს, რომლებიც კალოზითაა მოფენილი და შევსებულია პროტპლასტის ჭიმით.

**საცრისებური ფირფიტები.**  საერთო კედლების (ნაწევრების) მონაკვეთებისა, რომლებთაც ქმნიან საცრისებური მინდვრები. სადინარებისაგან განსხვავებით, საცრისებური მილები ცოცხალ უჯრედებს წარმოადგენენ. საცრისებური მილების პროტიპლასტი იმყოფება მაღალი, დადებითი ტურგორული წნევის ქვეშ, რომელიც 30 ატმოსფერომდე აღწევს. ნივთიერებათა გადაადგილება დიდი სიჩქარით ხდება 100 სმ/სტ და უფრო მეტადაც.

შაქრების ტრანსპორტული ფორმაა-საქაროზა და მონათესავე პოლისაქარიდები, საცრისებურ მილებში მათი კონცენტრაცია შეიძლება 40%-მდე აღწევდეს.

საცრისებური მილების კედელი ცელულოზისაა, მწიფე ნაწევარებში ბირთვი საერთოდ არა არის, მაგრამ არსებობს ციტოპლაზმის კედლისპირა ფენა, ხოლო მის შიგნით-უჯრედის წვენისა და დეზორგანიზებული ციტოპლაზმის (ცილები) ნაერთი. საცრისებური მილების გვერდით არიან განსაკუთრებული ფორმისა და აგებულების ცოცხალი უჯრედები, რომლებთაც თანამგზავერები ან თანმხლები უჯრედები ეწოდებათ. საცრისებული მილი და მასთან მიმდებარე თანმხლები უჯრედი ზოგჯერ მათი რიცხვი რამოდენიმეს აღწევს. ისინი საცრისებურ მილში სიგრძეზე თავსდებიან. ძალზე იშვიათად კი ისინი საერთოდ არ ჩანან წამოიქმნებიან კამბიუმის ან პროკამბიუმის ერთი დედა უჯრედიდან, ამიტომ შეიძლება ითქვას, რომ საცრისებური მილი და თნმხლები უჯრედი დობილი უჯრედები არიან. შიშველთესლოვანთა ფლოემა არ შეიცავს უჯრედ-თანამგზავრებს. გადადგილებაში მხოლოდ სავარაუდოა.

მეცნიერებას ჯერ კიდევ არ გააჩნია ზუსტი მონაცემები მცენარეთა სიცოცხლეში მათი დანიშნულების შესახებ, მაგრამ შეიძლება ვიფიქროთ, რომ საცრისებური მილი და მისი თანამგზავრი ერთიან ფიზიოლოგიურ სისტემას „შეადგენენ, რადგანაც ერთი წარმომავლობა აქვთ და პროტოპლასტის მილების ნაწევრების სიკვდილით თანამგზავრი უჯრედის სიკვდილსაც იწვევენ.

საცრისებული მილები უმეტესად ერთი წლის განმავლობაში მოქმედებენ. ცნობილია ამის არა ერთი შემთხვევა. მაგ . ვაზზი, ცაცხვი და სხვა. როდესაც ეს ვადა 2-3 წელს აჭარბებს, ხოლო ზოგიერთი ერთლებლიანის საცრისებურმა მილმა შეიძლება უფრო დიდხანს იმოქმედოს.

საცრისებური მილების დაბერებისას, განსაკუთრებით შემოდომით მკვეთრად იზრდება ნახშირწყლების რაოდენობა. შედეგად ფოროვანი მინდვრები, რომლებიც გაზაფხულზე უჯრედის კედლის ზედაპირის საერთო დონეზე დაბლა იყვნენ მოთავსებულნი, თავდაპირველად სწორდებიან, ხოლო შემდეგ მასზე მაღლა წამოიმართებიან.

საცრისებური ფირფიტები პლასტიკური ნივთიერებებისათვის შეუღწევადი ხდებიან. შედეგად საცრისებული მილების მოქმედება წყდება. ზოგ შემთხვევაში მაგ. გაზაფხულზე ვაზის საცრისებული მილები კვლავ იწყებენ მოქმედებას.

**გამტარი კონები.**  საცრისებური მილები, აგრეთვე ტრაქეები და ტრაქეიდები მცენარის სხეულში უწესრიგოდ კი არ არიან მოთავსებულნი, არამედ შეკრულნი არიან განსაკუთრებულ კომპლექსურ წარმონაქმნებად-გამტარ კონებად. გამტარი კონების სისტემასაც გააჩნია თავისი განვითარების ისტორია. ისინი არმოიქმნენ და იხვეებოდნენ მცენარეთა ხმელეთის პირობებში არსებობისა და სეგიუების პროცესში. არჩევენ კონათა ოთხ ჯგუფს:

1. მ ა რ ტ ი ვ ი კონები- თავიანთი სტრუქტურით ყველაზე პრიმიტიულნი არიან. ისინი შედგებიან ერთგვაროვანი ჰისტოლოგიური ელემენტებისაგან:

ა) მხოლოდ ტრაქეიდებისაგან მრავალი მცენარის ფოთლებში, განსაკუთრებით ფოთლის ფირფიტის ნაპირებთან ახლოს;

ბ) მხოლოდ საცრისებული მილებისაგან, როგორც მაგ. ხახვის ყვავილის ისრებში და სხვა.

1. ს ა ე რ თ ო კონები: ტრაქები, ტრაეიდები და საცრისებური მილები გევრი-გვერდ არიან მოთავსებულნი;
2. რთული კონები - გამტარი ელემენტების გარდა შეიცავენ პარენქიმულ უჯრედებსაც;
3. ს ა დ ი ნ ა რ ბ ო ჭ კ ო ვ ა ნ ი კონები-ყველაზე სრულყოფილი და ფართოდ გავ რცელებული კონებია, ისინი კონათა მეოთხე ჯგუფს შეადგენენ და გამოირჩევიან მაღალი სიმტკიცით. ისინი იმ ძარღვებს შეადგენენ, რომლებიც ადვილი აღმოსაჩენია ბალახოვანი მცენარეების ფოთლებსა და ღეროებზე. სადინარ-ბოჭკოვანი კონები ორი ნაწილისაგან შედგებიან: ქსილემისა და ფლოემისაგან.

გამტარი კონების კლასიფიკაციისათვის არსებობს ორი, ერთმანეთთან დაკავშირებული და ერთმანეთის შემვსები ხერხი. პირველ შემთხვევაში ყურადღება ექცევა კონების ორ ძირითად ბლოკს-ფლოემასა და ქსილემას შორის კამბიუმის არსებობას ან არარსებობას. ამასთან დაკავშირებით არჩევენ ღია და დახურულ კონებს.

ღია კონებში ფლოემასა და ქსილემას შორის არის მერისტემული ქსოვილი-კამბიუმი. კამბიუმის მოქმედების შედეგად ქსილემასა და ფლოემას ახალი ელემენტები წარმოიქმნებიან, რის შედეგადაც დროთა განმავლობაში კონა იზრდება. სქელდება აგრეთვე მცენარის ორგანოც. ღია კონები დამახასიათებელია ორლებლიანი და შიშველთესლოვანი მცენარეებისათვის.

დახურულ კონებში ფლოემასა და ქსილემას შორის კამბიუმი არ არსებობს და ზრდაც არ ხდება. დახურული კონები გააცნიათ ერთლებლიან მცენარეებს, ზოგჯერ კი იშვიათად როგორც გამონაკლისი, ზოგიერთ ორლებნიანებსაც, რომელთა კამბიუმი ძალიან ადრე წყვეტს მოქმედებას. მაგ. ბაია.

**გამომყოფ ქსოვილთა სისტემა.** ბოტანიკის თითქმის ყველა სახელმძღვანელოში წერენ მცენარეთა გამომყოფ სისტემაზე, რომელსაც მიაკუთვნებენ უამრავ ს ა რ ძ ე ვ ე ს, ს ხ ი ზ ო გ ე ნ უ რ და ლ ი ზ ო გ ე ნ უ რ სათავსს, სანექტრეებს, სხვადასხვაგვარ ჯირკვალს. ეჭვს გარეშეა, რომ მცენარის სხეულის ყველა ეს წარმონაქმნი დეტალურად განხილვას მოითხოვს თუმცა მათ არ გააჩნიათ არავითარი საერთო გამომყოფი საყოველთაოდ მირებულ სისტემასთან, როგორც ეს მაგალითად ცხოველებშია. ამ მნიშვნელობით მცენარეებს არც გამომყოფი ორგანოები, არც ქსოვილები, თვით უჯრედებიც კი არ გააჩნიათ.

ცვლის პროცესში ცხოველებში აუცილებლად წარმოიქმნებიან ორგანიზმის მიერ შეთვისებული, ხშირად შხამიანი აზოტოვანი შენაერთები, რომლებიც აუცილებლად უნდა გამოიდევნონ შარდმჟავასა და შარდოვანას სახით. მცენარეები კი აზოტს ორგანიზმში აგროვებენ. ფოთლების ჩამოცვენის წინ, როგორც ეს კ. მოტესმა გვიჩვენა, აზოტის მნიშვნელოვანი ნაწილი ფოთლებიდან მომდევნო რეუტილიზაციისათვის გადადის დანარცენ ორგანოებში.

მცენარეთა გამომყოფი ორგანოს ამგვარ ფუნქციად შეიძლება განვიხილოთ საწყლე ბაგეებიდან (ჰიდატოდები) ჭარბი წყლის გამოდევნა და ფესვის გამონადევნები, მაგრამ მათი მექანიზმი და მაშასადამე, მცენარეთა სხეულის სპეციალიზებული სტრუქტურული ელემენტები, ჯერ კიდევ სუსტადაა შესწავლილი.

რაც შეეხება სარძევეებს, ფისის სადინარებს, სანექტრეებს და სხვა. ისინი ფუნქციით არა გამომყოფ, არამედ უფრო ცხოველთა სეკრეტორულ სისტემას მოგვაგონებენ. ანალოგიურნი არიან იმ სისტემისა, რომელიც მწერებში აგროვებს ნაღველს, მუშკს, პანტოკრინს და მრავალ სხვა ნივთიერებას.

მცენარეებს „გამომყოფ სისტემასთან“ დაკავშირებით განუვითარდათ ქსოვილთა ორი ჯგუფი: შინაგანი სეკრეცის ქსოვილები და გარეგანი სეკრეციის ქსოვილები.

პირველ ჯგუფს მიეკუთვნებიან განსაკუთრებული სათავსები-სხიზოგენური და დიზოგენური თვითსავალები, სპეციალიზებული უჯრედები-იდიობლასტები, უნაწევრო, ნაწევრიანი ან რთული სარძევეების სახით. შინაგანი სეკრეციის პროდუქტებად გამოიყენებიან მთრიმლავი ნივთიერებანი: ფიფი, ეთერის ზეთები, კრისტალები და სხვა.

გარეგანი სეკრეციის ელემენტებს მიაკუთვნებენ სხვადასვაგვარ ჯირკვლოვან ბეწვებსა და ჯირკვლებს, რომლებიც მოთავსებულნი არიან, როგორც ვეგეტაციური, ისევე რეპროდუქციული ორგანოს ზედაპირზე. გარეგანი სეკრეციის ნივთიერებებად გვევლინებიან ეთერის ზეთბი, ნექტარი, წყალი და სხვა.

**სარძევეები ანუ სარძევე სადინარები.** ცალკეული უჯრედები და შეწყვილებული უჯრედების სიგრძივი ჯაჭვებია, რომლებიც შეიცავენ სარძევე წვენს, ანუ ლატექსს (ლატექსი-ლათინურად წვენი) სარძევეები, როგორც ფარულტესლოვანი მცენარეების გამომყოფი ორგანოების ელემენტები, საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული. მცენარეთა დაახლოებით 12 500 სახეობა შეიცავს ლატექსს. მას შეიცავენ ფილოგენეტიკური განვითარების სხვადასხვა დონეზე მდგომი სახეობები და სხვადასხვა სასიცოცოხლო ფორმები: ხეები და ბალახები, ლიანები და ბუჩქნარები. სარძევეებს დიდი სხვადასხვაგვარობა ახასიათებთ. სტრუქტურის მხრივ ლატექსს კი ქიმიური შედგენილობის მხრივ.

**სარძევეები ცოცხალი უჯრედებია.** ელექტრონული მიკროსკოპით ექსპერიმენტის შედეგად დადგინდა, რომ საკმაოდ ჩამოყალიბებული და მოქმედი უჯრედები შიცავენ ციტოპლაზმის კედლისპირა ფენას უამრავი ბირთვით, ღრუს ძირითადი სივრცე კი შევსებულია ვაკუოლის წვენით-ანუ ლ ა ტ ე ქ ს ი თ.

სარძევეების კედელი მაღალი ელასტიურობით გამოირჩევა. იგი უჯრედებისაგან შედგება და გამერქნება არ ემუქრება, ფორები ჩვეულებრივ შეუმჩნეველია.

სხვადასხვა სახეობათა ოჯხებში სარძევეები განსაკუთრებით ფართოდაა გავრცელებული და მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ. მაგ. ასტერისერბინი, ყაყაჩოსებრნი, რძიანასებრნი. წარმომავლობისა და სტრუქტურის მიხედვით სხვადასხვაგვარი სარძევეები შესაძლოა ორ დიდ ჯგუფად გაიყოს: დანაწევრებულნი და დაუნაწევრებელნი.

**დანაწევრებულნი ანუ რთული სარძევეები-**მრავალუჯრედიანები მათ განვითარებაზე დაკვირვება ჩანასახშივე (ლებნისქვეშა მუხლებსა„და ლებნებში) შეიძლება სარძევეების მთელი სისტემის განვითარება ხდება აკროპეტალური მიმართულებიტ აპიკალური მერისტემის დიფერენციაციის მსვლელობის დროს ახალი უჯრედების მიერთების ხარჯზე.

სარძევეები თანდათანობით აღწევენ ყვავილებსა და ნაყოფშიც. ასეთი ფორმა ახასიათებს: ყაყაჩოსებრთა, ლობელისებრთ, მაჩიტასებრთ ოჯახებს და აგრეთვე მათთან ახლოს მდგომნი, საპოტისებრნი.

მეცნიერულ-ექსპერიმენტული გამოკვლევების საფძველზე მიღებული მონაცემების შეჯამებით დაადგინოს, რომ სარძევეები რამოდენიმე ფუნქციას ასრულებენ. მათგან უმთავრესი ალბათ სამია: გამტარი, მომმარაგებელი და ექსკრეტორული (გამომყოფი).

გამტარი ფუნქცია მაშინ სრულდება, როდესაც სარძევეები აკავშირებენ პლასტიკური (ორგანული) ნივთიერებების გამომუშავების ცენტრებს. (მაგალითად, ფოთლები მოთხოვნების ცენტრებით). ამ შემთხვევებში გამტარი კონის ფლოემური ნაწილის სუსტი განვითარება-შეინიშნება.

მსჯელობა სარძევეების გამომყოფი (ექსკრეტორული) და მომმარაგებელი ფუნქციების შესახებ შეიძლება სარძევეების წვენის -ლატექსის შედგენილობის საფუძველზე. მრავალი მცენარის სარძევეების წვენი შეიცავს არა მარტო ექსკრეტებს-მეტაბოლიზმის საბოლოო პროდუქტებს (ტანიდები, ალკალოიდები, ორგანული მჟავები, კალიუმისა და კალციუმის მარილები), არამედ გვერდით მეტაბოლიზმის არაფუნქციონალურ პროდუქტებსაც (ტერპენები, კაუჩიკი, ფისი და სხვა.) ამასთან ერთად, ლატექსი შეიცავს ტიპურ სამარაგო საკვებ პროდუქტებს, ხოლო ზოგჯერ კი ფერმენტებსაც კი. მცენარეთა სხვადასხვა ბუნებრივი ჯგუფის (გვარების და ოჯახები). სარძევეთა წვენი შეიცავს ნივთიერებებს, რომლებიც ბუნებრივი ქიმიური შენაერთების სხვადასხვა კლასს განეკუთვნებიან. ზოგიერთი სისტემატიკური ჯგუფის სარძევე წვენი შეიცავს მწარე და შხამიან ნივთიერებებს, ზოგიერთი სრძევე წვენის შედგენილობა კი ძროხის რძეს ჩამოგავს. მაგ. ძროხის ხე (სამხრეთ ამერიკა).

ზემოთქმულიდან ჩანს, რომ სარძევეების ფიზიოლოგიური როლი ისევე სხვადასხვაგვარია, როგორც მათი მორფოლოგიური სტრუქტურა. აღნიშნავენ სარძევეების მნიშვნელოვან როლს მცენარის ჟანგბდისა და წყლის ბალანსის რეგულაციაში. ვინაიდან ლატექსი იოლად შთანთქავს მეზობელ ქსოვილებისწყალსა და ჟანგბადს. გვაქვს აგრეთვე მონაცემები, რომ ლატექსი იცავს მცენარეებს ცხოველებისაგან. როგორც ჩანს, მცენარეთა სხვადასხვა ჯგუფის სარძევეები, მათი განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე, სხვადასხვაგვარ როლს ასრულებენ.

**გარეგანი სეკრეციის სტრუქტურები.** გარეგანი ზედაპირული სეკრეტორულ სტრუქტურებს საერთო წარმომავლობა ახასიათებთ. ისინი წარმოიქმნებიან ეპიდერმის უჯრედებისაგან, ან მათ წარმოქმნაში მონაწილეობენ სუბეპიდერმული ან უჯრედის უფრო ღრმა ფენებიც.

**ჯირკვლოვანი ბეწვები (ტრიქომები)-**ეპიდერმის წარმონაქმნებია, რომლებშიც ექსკრეტორული ნივთიერებები გროვდება. სხიზოგენური და ლიზოგენური სავალებისაგან განსხვავებით ჯირკვლები არაა მარტო ფისების, ეთერის ზეთებისა და სხვათა სათავსს, არამედ გამომყოფ სისტემებსაც წარმოადგენენ. მათ შრუძლიათ მცენარის ტანიდან გამოდევნონ სხვადასხვაგვარი ექსკრეტიული ნივთიერებანი-აირის მაგვარი, თხევადი და მყარი სახთ. ამიტომ მათ შეიძლება გამომყოფი ბეწვები ვუწოდოთ. აგებულების მხრივ ისინი საკმაოდ სხვადასხვაგვარნი არიან, მაგრამ მცენარეთა ყოველი მუნებრივი ჯგუფისათვის ინარჩუნებენ მორფოლოგიურ მიდმივობას.

ჯირკვლების დახარისხება ასე შეიძლება:

ა) გარეგანი და შინაგანი აგებულებისა და ადგილმდებარეობის მიხედვით-თავიანი ჯირკვლები ერთუჯრედიანი თვით (მაგ. ბალბიფოთოლა) და მრავალუჯრედიანი თვით (სვია);

ბ) გამოყოფის პროდუქტების მიხედვით-მარილის, გუმფისის, ცხიმის, ლორწოსი. ჯირკვლების მიერ გამოყოფილ ექსკრეტორულ ნივთიერებებს ხშირად მნიშვნელოვანი სამრეწველო (პარფიუმერია, საკონდიტრო წარმოება) ან სამკურნალო მნიშვნელობა აქვთ მწერიჭამია მცენარეების ჯირკვლოვან ბეწვებს. მაგ. დროზერას მომნელებელი ჯირკვლები.

**ჰიდატოდები.** -წყლის ბაგეები, ჰიდატოტი გამოყოფის ერთ ერთი ყველაზე აქტიური ორგანოა. რეკორდულ შემთხვევებში ერთი ფოთოლი წუთში გამოყოფს 180 წვეთ წყალს. გამოყოფის ასეთი ენერგია ახასიათებს მაგ. ქოთნისყურა კოღკაზიას, ნესტიანი ტროპიკები. თუმცა ჰიდატოტებს, მხოლოდ ფორმალურად თვლიან გამომყოფ სისტემად, რადგანაც გამოსაყოფ ნივთიერებას წარმოადგენს წყალი და არა ექსკრეტორული ნივთიერებანი.

ჰიდატოტების შეგროვების ადგილი ფოთლის ნაპირია, უმეტესად კბილანების თავები. ჰიდატოტების სტრუქტურაც სხვადასხვაგვარია. ჩვეულებრივ ისინი ბაგეებს წარმოადგენენ, რომელთაც უახლოვდება ეპიტემა ე.ი. ფოთლის მეზოფილის ფაშარი თხელკედლიანი უჯრედების ჯგუფი. ეპიტემას ეხება გამტარი კონის ქსილემური ნაწილი, ძირითადად ტრაქეიდები, ზოგჯერ პიდატოდა წარმოადგენს ტრიქომას-მრავაუჯრედიან ბეწვს, როგორც მაგალითად ლობიო.

წვეთების მდგომარეობაში წყლის გამოყოფის პროცესს მ უ ტ ა ც ი ა ეწოდება. ვეგეტაციის დროს გამოყოფილი წყალი შეიცავს მარილს, შაქარს და სხვა. ორგანულ ნივთიერებებს.

**სანექტრეები.**  წარმოადგენენ, ნექტრის გამომყოფ სპეციალიზებულ ჯირკვლებს. წარმოშობისა და ადგილმდებარეობის მიხედვით არცევენ სანექტრეების ორ ტიპს-ფლორალურსა და ექსტრაფლორალურს. პირველნი მოთავსებულნი არიან ფოთლებზე, მეორენი-ვეგეტაციურ ორგანოებზე. თითოეული დასახელებული ტიპი შეიცავს უფრო დანაწევრებული ფორმების მთელ სერიას, რომლებიც აგრეთვე განსხვავდებიან ადგილმდებარეობით. ამგვარად, ორლებიანებს ფლორალური სანექტრეები შეიძლება მოთავსებული ჰქონდეთ მტვრიანების ფუძესთან-ან მტვრიანების ქვეშ (მიხაკისნაირნი, ნაცარქათამასებრთა და სხვა) ნასკვის ფუძესთან მათ რგოლის ან დისკოს (ტუჩოსნები, ძაღლყურძენასებრნი და მრავალი სხვა), ნასკვის წვერში კი განსაკუთრებული მილისებური სტრუქტურის ფორმა აქვთ (ასტერისებრნი) სანექტრეები ზოგჯერ მეტამორფოზირებულ სამტვრეებს ან სტამინოდიუმებს წარმოადგენენ ( ფარვანასებრნი, კოწახურისებრნი). გვხვდება სანექტრეების სხვა ფორმებიც. ექსტრაფლორალური სანექტრეები ზოგჯერ ყვავილის ყუნწებზეც ვითარდებიან, თანაფოთლებზე, ღეროებსა და ფოთლებზე.

სანექტრეების სეკრეტორული ქსოვილი ზოგჯერ წარმოიქმნება, მხოლოდ ეპიდერმის უჯრედებით. ხშირად იგი სუბეპიდერმულ ფენებშიც ჩნდება, სეკრეტორულ ქსოვილს ჩვეულებრივ აკრავს გამტარი ქსოვილი. ნექტარი ექსკრეტირდება ბაგეებიდან ან უშუალოდ უჯრედის კედლიდან. ასეთ შემთხვევაში კუტიკულა იხლიჩება.

**ოსმოფორეზი.** სპეციალიზებული ორგანოები, რომლებიც ყვავილსაფარის ეპიდერმის უჯრედებში წარმოქმნიან ეთეროვან ზეთებს. სწორედ ისინი ქმნიან შესაბამისი ყვავილების სურნელებას. საერთოდ მფრინავი ექსკრეტის გამოყოფა ხანმოკლეა. იგი იზიდავს დამმტვერავ მწერებს. ხანგძლივად აყვავებული სახეობების მაგ. მრავალი ჯადვარასნაირთა ყვავილის ნაწილი და მათი ქსოვილი გარდაიქმნება სპეციალიზებულ ორგანოებად, რომლებიც წარმოქმნიან და გამოყოფენ მფრინავ არომატულ ნივთიერებებს-ოსმოფორებს. ამ წარმონაქმნებს, რომელთაც ზოგჯერ კი ბეწვის ან წამწამების ფორმა აქვთ, გააჩნიათ მრავალფნიანი სეკრეტორული ქსოვილი.

**თავი III**

**ორგანოგრაფია**

**მცენარის ვეგეტაციური ორგანოები**

ვეგეტაციური აგებულების მიხედვით მცენარეებს ორ დიდ ჯგუფად ყოფენ: უდაბლეს და უმაღლს მცენარეებად. უდაბლესი მცენარეების აგებულება ერთფეროვანი და პრიმიტიულია ეს კი აიხსნება მათი წყალში ცხოვრებით ან ჰეტერომორფოზმით, მათი სხეული ერთგვაროვანი თალუსია, რომელიც არ დიფერენცირდება (არ იყოფა) ორგანოებად და ქსოვილებად, ხოლო უმაღლესი მცენარეების იყოფა ორგანოებად, ორგანოები კი ქსოვილებად.

მცენარის ძირითადი ვეგეტაციური ორგანოებია: ფესვი, ღერო და ფოთოლი, რომელიც უდაბლესი მცენარეების თავდაპირველი ერთგვაროვანი სხეულის დიფერენციაციის-ტალომის შედეგად წარმოიქმნენ.

**3.1.** **ფესვი**

ფესვი მცენარის ღერძული ე.ი. ორთოტროპული მიწისქვეშა ორგანოა, რომელსაც ზრდა-მატების წვერო ქვევით აქვს მოქცეული (გააჩნია დადებითი გეოტროპიზმი). ფესვი არასდროს არ წარმოქმნის ფოთლებს; იგი ღეროს მსგავსად არ ამრავლებს სხვადასხვა ფორმისა და დანიშნულბის მქონე გარეთა კვირტებს.

ფესვებზე შეიძლება წარმოიქმნას დანამატი კვირტები, რომლებიც შემოეწყობიან უმეტესად ენდოგენურად. გვერდითი ფესვების მსგავსად, დანამატ კვირტებს შეუძლიათ ეგზოგენურად წარმოქმნან (ფელოგენის კოლუსის მსგავსად).

დანამატი კვირტებისაგან შეიძლება განვითარდეს ყლორტები-ფესვის ამონაყარი. ზოგიერთი სარეველა, ღიჭა ან ნარი ძირფესვიანად ძნელი ამოსაგდებია იმ თვისების გამო, რომ მათი ფეავების მცირე ანაჭრებსაც კი შეუძლიათ შექმნან დანამატი კვირტები, რომლებისგანაც ახალი ყლორტები წარმოიქმნება.

ფესვითა ამონაყარს იძლევა არა მარტო ბალახოვანი მცენარეები (პირშუშხა, ბაბუაწვერა, ნარი და სხვა), არამედ ბუჩქებიც და ხეებიც (მაყვალი, ალუბალი, ქლიავი, ალვის ხე და მრავალი სხვა.).

ღეროსაგან განსხვავებით ფესვს როდი ახასიათებს ვერტიკალური ზრდა-განვითარება. პირველადი აპიკალური მერისტემა არსებითად აპიკალური როდია, ვინაიდან ზემოდან ფესვის შალითა აქვს გადაფარებული. ფესვი და ღერო კი როგორც ორთოტროპული ორგანოები ევოლუციური განვითარების შედეგად ერთდროულად ჩამოყალიბდნენ და თესლოვან მცენარეთა ჩანასახშივე შეადგენდნენ მცენარეთა მთლიან სტრუქტურულ ღერძს. ეს მორფოლოგიურ-ფიზიოლოგიური მსგავსება მათ ნათესაობაზე მიუთითებს. მიუხედავად ამისა, აღსანიშნავია, რომ ონტოგენეზში მცენარეთა სხვადასხვა ბუნებრივ ჯგუფს ფესვები სხვადასხვაგვარად უყალიბდებათ. შიშველთესლოვანებსა და ორლებლიანთა უმეტესობას იგი ჩანასახოვანი ფესვაკის განვითარების ხარჯზე უყალიბდებათ.

ფესვს ახასიათებს მაღალი მერისტემული აქტიურობა, ჩანასახოვანი ფესვაკის მერისტემიდან ვითარდება მთავარი ფესვთა სისტემა. უმაღლესი სპოროვანებისა და ერთლებლიანების ჩანასახოვანი ფესვაკის მერისტემული აქტიურობა მცირეა და საერთოდ ადრე სუსტდება, ამიტომ ფესვთა ძირითადი მასა ვითარდება მთავარი ფესვის ზემოთ ჰიპოქტიტლზე ღეროების უბეებბში და ეპიკოტილზე ე.ი. ღეროზე.

ასეთ ფესვებს დამატებით (ადვენტურს) უწოდებენ. მათი ერთოებლიობა ქმნის დამატებით ფესვთა სისტემას.

სხვადასხვაგვარი წარმოშობის მქონე ე.ი. მთავარი (ჩანასახოვანი წარმოშობის) და დამატებითი (ნაყარული წარმოშობის) ფესვების გამოცნობას დიდი პრინციპული მნიშვნელობა აქვს.

ფესვი გააჩნია ყველა ჭურჭლოვან და უმაღლეს მცენარეს. გამონაკლისს წარმოადგენს , მხოლოდ შედარებით პრიმიტიული მცენარეები.

ფესვები არც ხავსს გააჩნია. მათ დანიშნულებას ასრულებენ რიზოიდები, რომლებიც ფესვისაგან ეგზოგენური და არა ენდოგენური წარმოშობით და კიდევ იმით განსხვავდებიან, რომ არ გააჩნიათ ქსოვილები. (სფაგნურ) ხავსებს კი რიზოიდბიც კი არ აქვთ.

არც პირველ მიწისზედა მცენარეებს - რინიფიტებს გააჩნდათ ფესვები. ამ სახმელეთო მცენარეების მიწისქვეშა ორგანოები წარმოდგენილი იყო ფესურასმაგვარი წარმონაქმნებით რიზომოიდებით- სქლად დაფარული რიზოიდებით.

ფესვი ასრულებს სხვადასხვაგვარ ფიზიოლოგიურ და მექანიკურ ფუნქციას.:

1. ნიადაგიდან შთანთქავს მინერალურ და ნაწილობრივ ორგანულ ნივთიერებებს და მათ აწვდის ღეროსა და ფოთლებს. ამ მნიშვნელოვანი ფუნქციის შესრულება ფესვის ახალგაზედა (ნორჩ) მონაკვეთებს აკისრიათ, რომელთაც შენარჩუნებული აქვთ პირველადი აგებულება. მათ გამოაქვთ ფესვის ბუსუსები ანუ მიკორიზები;
2. მცენარეს ამაგრებს სუბსტრატში, თუ რამდენად კარგად ასრულებს ფესვი ღუზის ფუნქციას იქიდანაც ჩანს, რომ მცენარეს ძალზე იშვიათად თუ ამოაგდებს ნიადაგიდან ქარი. ფესვებს საოცარი გამძლეობა გააჩნიათ. მათი ამოგლეჯა არც თუ ისე ადვილია. ამის მაგალითად, გამოდგება ოთხთვიანი სიმინდის ნათესი. მის ამოსაგლეჯად ან ამოსათხრელად დაახლოებით 130 კგ. ძალის გამოყენება დაგვჭირდებოდა;
3. ახდენს ზოგიერთი ორგანული ნივთიერების სინთეზს. დე-რომპა, დ. საბინინმა, ი. თუმანოვმა და სხვა მეცნიერებმა თავიანთ ნაშრომებში დაადგინესფესვის განუმეორებელი და შეუნაცვლებადი როლი ორგნულ ნივთიერებათა შექმნაში;
4. მცენარეს აკავშირებს ნიადაგში არსებულ ორგანიზმებთან. გამონაყოფებით ფესვი ხელს უწყობს სოკოებთან და ფესვის ბაქტერიებთან სიმბიოზს (თანაცხოვრებას), რომლებიც აგრეთვე მონაწილეობენ ნივთიერებათა შთანთქმასა და გარდაქმნაში.;
5. აგროვებს სათადარიგო ნივთიერებებს, ფესვი ხშირად გარდაიქმნება ხოლმე სათადარიგო (სამარქაფო) ორგანოდ. მაგალითად. ბოლოკი და სხვა.
6. ვეგეტაციური გამრავლება.

დისლოკაციის მიხედვით ფესვში განარჩევენ ფესვთა ზედაპირულ სისტემას (უმეტესად დამატებითი ფესვები), სიღრმისეულ ფესვებს, რომლებიც ზოგჯერ ნიადაგქვეშა წყლებამდებაც აღწევენ (აქლემის ეკალი, იონჯა და სხვა) ისინი თანაბრად ვიტარდებიან სიგანესა და სიღრმეში (კარტოფილი, მარცვლეული და სხვა). ჭვავის, ხორბლისა და შვრიის ფესვთა სისტემა 100-150 სმ. სიღრმემდე აღწევს. სიმინდისა 150-200 სმ-მდე, იონჯისა-10მ-მდე. სარეკორდო შემთხვევაში კი 15მ-მდე და უფრო მეტადაც (აქლემის ეკალი)

თესლბრუნვისას აუცილებელია წინამორბედი კულტურების ფესვთა სიღრმის გათვალისწინება. ფესვს, როგორც „მიწის მთხრელ“ ორგანოს, დიდი დანიშნულება აკისრია ნიადაგის სტრუქტურის შექმნასა და და ნიადაგის ჰაერით მომარაგების საქმეში.

**3.2. ფესვთა კლასიფიკაცია, ფესვთა სისტემები.**

მცენარეთა ფესვები ძალზე განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან დატოტვის უნარით, მორფოლოგიური და ეკოლოგიური ტიპებით, წარმოშობის მიხედვით განარჩევენ: მ თ ა ვ ა რ ს, გ ვ ე რ დ ი თ ს ა და დ ა მ ა ტ ე ბ ი თ ფესვებს. როგორც აღვნიშნეთ მთავარი ფესვი წარმოიშობა, მხოლოდ და მხოლოდ თესლის ჩანასახოვან ფესვაკზე. რაც შეეხება დამატებით ანუ ადვენტიურ ფესვებს, ისინი საწყის იღებენ მცენარის მრავალი ორგანოდან, ფოთლებიდან, გორგლებიდან, ბოლქვებიდან, მაგრამ მათი ჩანასახოვანი ფესვაკიდან, მთავარი ფესვიდან ან მისი სისტემიდან კი არა. მთავარი და დამატებითი ფსვებიდან შესაბამისად გამოდის გვერდითი ფესვები, რომლებიც დატოტვის მეორე და მომდევნო რიგის ღერძს წარმოადგენენ, პრაქტიკოსები მთავარ ფესვს ხშირად პირველადს უწოდებენ. მისი პირველი რიგის განშტობებს (ე.ი. მეორე რიგის ღერძი) -მეორად ფესვებს, მესამედს და ა.შ. ბოტანიკური მორფოოგიის თვალსაზრისით კი ასეთი კლასიფიკაცია დაუშვებელია.

ძალზე მრავალფეროვანია ფესვთა ფორმები და ხშირად იმდენად თავისებური და ზოგჯერ ფანტასტიკურიც კი, რომ ძნელდება მათი გეომეტრიული აღწერილობა. ძირითადი ფორმები შემდეგია: ძაფისებური, თასმისებური, კონუსისებური, შოლტისებური, თითისტარისებური, ბოლოკისებური, თალგამისებური, ბოლქვისებური და სხვა.

იმ სუბსტრაქთაგან, რომელშიც ფესვებია მოთავსებული და რომლიდანაც ისინი წყალსა და საკვებს იღებენ, განარჩევენ ფესვთა ოთხ ტიპს:

1. მ ი წ ი ს ქ ვ ე შ ა;
2. წ ყ ლ ი ს ანუ (მოცურავე);
3. ს ა ჰ ა ე რ ო ფესვები;
4. ჰ ა უ ს ტ ო რ ი ე ბ ი.

ამჯერად განვიხილოთ ფესვთა კლასიფიკაცია ეკოლოგიური თვალსაზრისით.

მიწისქვეშა ფესვები მთლიანად ან ნაწილობრივ მაინც ნიადაგში (გრუნტში) მდებარეობს. ასეთი ფესვები გააჩნიათ უმაღლეს მცენარეთა უმრავლესობას დაახლოებით 70%-ს.

წყლის ფესვები მდებარეობენ ყოველთვის წყლის სიღრმეში და არასდროს არ აღწევენ წყალსაცავის ფსკერს (ლემნა, წყლის სურო და ზოგოერთი სხვა.).

საჰაერო ფესვები განლაგებულია ატმოსფეროში და ვერასდროს ვერ აღწევს ნიადაგამდე. ასეთი ფესვები აქვთ მცენარე ეპიფიტებსა და ტროპიკული ტენიანი ტყეების მკვიდრთ.

ჰაუსტორიები-პარაზიტული მცენარეების მისაწოვარი ფესვებია. მაგალითად, აბრეშუმას, ან ფითრის სახეები.

მოტანილი კლასიფიკაცია ფესვთა სრულ მრავალფეროვნებას როდი მოიცავს. არსებობს აგრეთვე ფესვთა შეკუმშული ან კონტრაქტული ფესვების განსაკუთრებული ჯგუფი; გვხვდება ფუნჯა ფესვები და სხვა.

კონტრაქტილური ფესვები შედარებით ექსტრემალურ (უკიდურეს) პირობებში არსებულ მცენარეებს გააჩნიათ (მშრალი ჰავა ან მკაცრი ზამთარი), როგორც გამოირკვა, კონტრაქტილური ფესვები უფრო ხშირად გვხვდება და უფრო მეტადაცაა გავრცელებული, ვიდრე ეს წინათ ეგონათ. ასეთი ფესვები უმეტესად მრავალწლიან ბალახოვან ორლებლიან მცენარეებს ახასიათებთ.

ნათეს-მოყვანილ მცენარეთაგან შეიძლება დავასახელოთ; სამყურა, წიწიბურა, იონჯა, შაქრის ჭარხალი, სტაფილო, ჟენ-შენი და სხვა. კონტრაქტილური ფესვები ნიადაგში ითრევენ ლებნისქვეშა მუხლსა და ყლორტების ბაზალურ ნაწილს განახლების კვირტებითურთ. შეკუმშვის ზომებია რამდენიმე მილიმეტრიდან 15-20 სმ-მდე.

კონტრაქტილურ ფესვებს ახასიათებთ პარენქიმიზაციის მაღალი ხარისხი და ქსოვილთა ძალზე სუსტი გამერქნება: ცენტრალურ ქსილემას სიგრძივ ანაჭრებზე კარგად გამოხატული ბოჭკოვნება გააცნია. გარეგნულად კონტრაქტულობა ვლინდება ფესვის მთავარ ღერძზე განივი რგოლისებრი ნაოჭების დაგროვებით, რომლებიც ქერქის პერიფეიულ ვენებსაც მოიცავენ. ეს კი იმასთანაა დაკავშირებული, რომ შეკუმშვის დროს ასეთი ფესვები სქელდება, მაგრამ ასაკის მომატებისას პარენქიმა იშლება,. კონტრაქტილურ ფესვებში, რომლებიც ამვე დროს სამარაგო ორგანოთა ფუნქციებსაც ასრულებენ, მაგალითად, სატაცურის ფესვებში-პარენქიმა არ იშლება, ხოლო განივი, რგოლისებრი ნაოჭები მკაფიოდ შეიმჩნევა.

ხანმოკლე (ეფემერულ) ძაფისებრ ფესვებს, რომლებიც ნიადაგის ზედაპირთან ახლოს, ჩონჩხის ღერძზე ვითარდებიან, სეზონური დანესტიანების (წვიმების) ან მორწყვის დროს - ჩ ი ნ ჩ ლ ი ეწოდებათ. კარგადაა შესწავლილი ხეხილისა და ბუჩქნარების, ვაშლის, მსხლის, ლიმონის და სხვათა ( ვ. კოლესნიკოვი, 1942) ჩინჩლი.

ფესვის ერთ ერთი ბიოლოგიური თვისებათგანია ის, რომ ღეროს მსგავსად მასაც დატოტვა ახასიათებს, ამის შედეგად ძალზე იზრდება ფესვთა საერთო ზედაპირი.

განარჩევენ ფესვთა სისტემის სამ ძირითად ტიპს:

1. მთავარი ფესვის სისტემა- ვითარდება თესლის ჩანასახის ფესვისგან და შედგება მთავარი (პირველი რიგის ღერძი) და სხვადასხვა რიგის გვერდითი ფესვებისაგან. ფესვთა სისტემის ასეთი ტიპი დამახასიათებელია ორლებლიან და შიშველთესლოვან მცენარეთა უმეტესობისათვის;
2. დამატებითი ფესვების სისტემა. იგი ვითარდება მცენარის სხეულის ნებისმიერი ნაწილისაგან (გარდა ჩანასახის ფესვის მერისტემისა და მთავარი ფესვისა) . მთავარი ფესვი ამ დროს ან კვდება, ან სუსტადაა განვითარებული და არ გამოირჩევა დამატებითი ფესვებისაგან.

დამატებითი ფესვთა სისტემა ერთლებლიანებისთვისაა დამახასიათებელი საერთოდ. მაგალითად, იგი გააჩნიათ მარცვლოვანებს, ისლისებრთ, შროშანასებრთ და სხვა. უფრო იშვიათად კი გვხვდება ორლებლიანებშიც. მაგალითად, ბაია. ერთლებლიანთა დამატებითი ფესვები საკმაოდ ერთგვაროვანია, ისინი დიდ ცვლილბებს არ განიცდიან მეორეული ზრდის არქონის შემთხვევაშიც და ჩვეულებრივ ავითარებენ ფუნჯისებრ სისტემას.

1. შერეული ფესვთა სისტემა, როდესაც განვითარებულია და ერთდროულად მოქმედებს ორივე ზემოხსენებული სისტემა. იგი გააჩნია მრავალ ბალახოვან ორლებლიანებს.

ფესვთა სისტემის ზომები დამოკიდებულია, როგორც მცენარის სასიცოცხლო ფორმაზე (ხე, ბუჩქი, ბალახი), ისე გარეშე პირობებზეც. წყლისა და ჭაობის მცენარეებს ფესვთა სისტემა სუსტად აქვთ განვითარებული.

გვალვიანი ადგილმდებარეობის მრავალი მცენარე, მაგალითად სტეპის ან უდაბნოს მცენარეები ძლიერ ფესვთა სისტემას ივითარებენ.

ფორმის მიხედვით ფესვთა სისტემები შერიძლება იყოს ღერძისებრი, ფუნჯა და დატოტვილი; ღერძისებრ ფესვებს ძალზე კარგად გამოხატული მთავარი ღერძი გააჩნიათ, რომელზედაც გვერდითი ფესვებია განლაგებული. დატოტვილი ფესვები კი უმეტესად მერქნიან მცენარეებს აქვთ.

**3.3. ფესვის მიკროსკოპული აგებულება**

მთლიანობაში ფესვებს (მთავარი, გვერდითი და დამატებითი) საკმაოდ მსგავსი აგებულება გააჩნიათ. ეს კარგად ჩანს სიგრძივ ანაჭრებზე ჩვეულებრივ განარჩევენ ფესვის სამ ზონასა და შალითას, განსაკუთრებულ მორფოლოგიურ სტრუქტურას, რომელიც დამცავ ფუნქციას ასრულებს.

შალითა ძირითადად დამცავ ფუნქციას ასრულებს ნიადაგის ან გრუნტის ნაწილებიდან ფსვის ამოწვერვისას. შალითას ზრდა-მატება ხდება ან სპეციალიზებული მერისტემის კალიპტროგენის (ერთლებლიანთა უმეტესობას) მოქმედების ხარჯზე, რომლებიც დისლოცირებულია ფესვის წვერსა (ზრდის კონუსი) და შალითას შორის, ან საერთო მერისტემის-კალიპტროდერმატოგენის ხარჯზე, რომელიც ეპიბლემასაც ქმნის (ერთლებლიანთა უმეტესობა). ფესვის შალითა შედგება ცოცხალი პარენქიმატური უჯრედებისაგან. ისინი ხშირად შეიცავენ სახამებელს. პერიფერიული უჯრედების კედლებს აქვთ გალორწოვანების უნარი, რაც ძალზე აადვილებს ფესვის ნიადაგში შეღწევას.

ზრდა-მატებისა და დაჭიმვის ზონას მიაწერენ ზრდის კონუს-გაყოფის ქვეზონასა და უჯრედთა მცირე ფენას, ხოლო ზრდა-მატების ქვეზონას, რომელიც უშუალოდ აკრავს მომდევნო ზონას, მიაკუთვნებენ -ფესვთა ბეწვის ზონას.

ზრდის კონუსი შედგენილია ასე თუ ისე ერთგავროვანი მერისტემური ქსოვილებით-ესენია თხელკედლიანი, მსხვილბირთვული ქსოვილები, რომლებსაც არ გააჩნიათ უჯრედშორისები. ფესვთა დღეღამური ნამატი სხვადასხვა ხარისხის პურეულ მარცვლოვნებშიც ერთნაირი როდია. მაგალითად, ხორნბალსა და შვრიაშიც კი 6,5 სმ. გვალვაგამძლე ჯიშების გამოყვანისას არჩევენ ზრდის მაქსიმალური ენეგიის მქონე ფესვებიან მცენარეებს, განსაკუთრებით კი აღმონაცენის განვითარების საწყის ეტაპებზე, როდესაც გვალვა უფრო საშიშია.

ფესვის ახალი მზარდი მონაკვეთები გარედან დაფარულია უჯრედთა ერთგვაროვანი ფენით-ტუნიკით (ჰერანგი) იგი შედგება უჯრედთა ერთი შრისაგან, ეს უჯრედები ზედაპირის მიმართ პერპენდიკულარულად (ანტიკლინალურად) იყოფიან. გამოყოფის ეს ფორმა უზრნველყოფს ზედაირის ზრდას. ტუნიკის ქვეშ მდებარე უჯრედებს კორპუსებს უწოდებენ.

ტუნიკისაგან განსხვავებით კორპუსის უჯრედთა გაყოფა სხვადასხვა სიბრტყეზე ხდება, რაც უზრუნველყოფს ზრდას.

ზრდა-მატების საერთო ხაზობრივი განფენილობა არ აღემატება 1-1,5მმ; ტუნიკისა და კორპუსის თეორიის თანახმად, ტუნიკისაგან ვითარდება ფესვის ქსოვილის შთანმნთქავი ეპიბლემა (რიზოდერმა), ხოლო კორპუსიდან ვითარდება ცენტრალური ცილინდრი და ქერქი.

ფესვთა ბუსუსების ან შეწოვის ზონა- განფენილობისდა მიხედვით მცირე ზონაა-სულ 1,5-2მმ სიგრძისა. ფესვის ზრდასთან ერთად იგი თანდათანობით წინ მიიწევს. ერთი მცენრის შემწოვის ზონის (ფართობის) ჯამი საკმაოდ დიდია; ყოველ შემთხვევაში იგი აჭარბებს მცენარის მიწისზედა ორგანოების ზედაპირს. ფესვთა საერთო შემწოვი ზედაპირი მკვეთრად ფართოვდება ამასთან დაკავშირებით, რომ ეპიბლემად წოდებული გარეთა ქსოვილების შრე ქმნის ამონაზარდებს-ფესვთა ბუსუსებს.

თითოეული ცალკე აღებული ბუსუსი სიგრძეა საშუალოდ დაახლოებით 1 მმ მარცვლეულისა 1,5 მმ-მდე, ზოგიერთი შვრიისა 2,4 მმ-მდე). გამოანგარიშებულია, რომ სიმინდის ფესვის მზარდი ზონა 1მმ2 ნაკვეთზე დაახლოებით 1900 ბუსუსია. საშემოდგომო ხორბლის ფესვთა საერთო ზედაპირი შეადგენს დაახლოებით 4,2 მ2 , რაც 130-ჯერ აღემატება მიწისზედა ორგანოების ზედაპირს. ერთი მცენარის ფესვთა ბუსუსების საერთო სიგრძე ხშირად 3-4 კმ. აღწევს, ხოლო გოგრისა-25კმ-ს. 1 ჰა ნათესზე ფესვთა შემწოვი ზედაპირი შეადგენს 100 ათას მ2-ს.

როგორც ცნობილია, მცენარეთა ზრდისა და განვითარებისათვის აუცილებელია მინერალური კვება: აზოტი, ფოსფორი, გოგირდი, კალიუმი, მაგნიუმი, რკინა და აგრეთვე მიკროელემენტები: მანგანუმი, თუთია, ალუმინი, იოდი, ქლორი და სხვა. ჩამოთვლილ ელემენტებს, რომელიც იონების სახით შედიან ნიადაგის ხსნარში, შთანთქავს ფესვთა ბუსუსები. მათ უნარი აქვთ თავიანთი გამონაყოფით გაადნონ ზოგიერთი ქიმიური შენაერთი, მაგალითად ფოსფორმჟავები (ლუპინის ბუსუსები).

თუ მცენარეს არ გააჩნია ფესვთა ბუსუსები, ნიადაგის ხსნარის შთანთქმა ზოგჯერ უშუალოდ ეპიბლემის ქსოვილებით (ციტრუსები) ხორციელდება, უფრო ხშირად მიკორიზის დახმარებით მიმდინარეობს. ფესვტა ბუსუსები არ გააჩნიათ წყლისა და ჭაობის მცენარეებს: დუმფარებს და სხვა.

ფესვის ბუსუსები ხანმოკლე წარმონაქმნია. 10-20 დღის შემდეგ იგი კვდება მაგალითად, გლედიჩიას და სხვა. ისინი უხევდებათ და ორ წლამდე ცოცხლობენ მხოლოდ.

ფესვთა ბუსუსების გახევება უფრო ხშირად შეინიშნება დიდი გვალვის ან პირიქით წყალუხვობის, ხსირი წვიმების შემთხვევებში.

ფესვთა ბუსუსების ზონის მომდევნოა და ფესვის ძირთან უფრო ახლოს მდებარეობს გამტარი ან იგივე დატოტიანების ზონა (გაწაბლისფერებული ზონა), რომელიც დაფარულია კორპს ქსოვილით. ფესვები მთელ სიგრძეზე დაფარულია გაწაბლისფერებული უზნებით. ეპიბლემა და ფესვთა ბუსუსები ამ ზონას არ გააჩნია

**3.4.** **ფესვის პირველადი აგებულება**

შედარებითი მორფოლოგიის მეთოდებით დადგენილია, რომ ფესვის პირველადი აგებულება წარმოადგენს ამოსავალსა და შედარებით მარტივს, როგორც ონტოგენეტიკურ, ისე ფილოგენეტიკური განვითარების თვალსაზრისითაც.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ ფესვის პირველადი აგებულება ერთნაირია ყველა შიშველთესლოვანი, ფარულთესლოვანი და სპოროვანი მცენარისათვის. ზემოდ დასახელებულ მცენარეთა ყველა ჯგუფს პირველადი აგებულება ფესვთა ბუსუსების ზონაში გააჩნიათ.

ფესვის განივ ანაჭერზე ადვილად შეიმჩნევა ორი ძირითადი ნაწილი (ორი ბლოკი) ეპიბლემით დაფარული პ ი რ ვ ე ლ ა დ ი ქ ე რ ქ ი და ც ე ნ ტ რ ა ლ უ რ ი ც ი ლ ი ნ დ რ ი.

**პირველადი ქერქი -** ჩვეულებრივ წარმოდგენილია ანაჭერის პერიფერიულ ნაწილში მდებარე სქელი ფენით, შისველთესლოვანებისა და ორლებლიანების პირველადი ქერქი უმტავრესად შედგება უჯრედთა რამდენიმე ფენის-ეგზოდერმისაგან, პარენქიმის სქელი ფენის-მეზოდერმისაგან და ქსოვილთა შინაგანი ფენის-ენდოდერმისაგან, რომელიც ცენტრალურ ცილინდრს ესაზღვრება. შესაძლოა აგებულების სიმარტივე სიცოცხლის ხანმოკლეობასთან იყოს დაკავშირებული. კამბიუმის ჩასახვასა და მეორეულ ზრდას ჩვეულებრივ მივყავართ ქსოვილთა სწრაფი დიფერენციაციისა და პირველადი ქერქის გაქერცვლამდე. ქერქი დიდხანს ძლებს, ამ შემთხვევაში მასში ვითარდება მექანიკური ქსოვილი-სკლერენქიმა, ქერქის სწორედ ასეთი სტრუქტურა შეიმჩნევა მარცვლოვანებსა და სხვა მრავალ ერთლებლიანებში, რომელთა ფესვები არ მსხვილდება და მთელი სიცოცხლის მანძილზე ინარჩუნებს თავდაპირველ საწყის აგებულებას.

ამრიგად, პირველადი ქრქი შედგება, ძირითადად პარენქიმის სქელი შრისაგან, მისი ყველაზე გარეთა ფენა, რომელიც ეპიბლემაზეა მოფენილი და დიფერენცირებულია, როგორც ეგზოდერმა. ცენტრალური ცილინდრის მოსაზღვრე ყველაზე შიდა ფენა, კი როგორც ენდოდერმა.

სტრუქტურულ და ფიზიოლოგიურ ასპექტში ეგზოდერმა დამცავ ქსოვილად გვევლინება, იგი შედგება ცალმწკრივა ან მრავალმწკრივიანი ფენისაგან პოლენდრიული ე.ი. ისეთი ტოლგვერდა მრავალწახნაგა ქსოვილებისაგან, რომლებიც დამცავ ფუნქციას ასრულებენ, ეპიბლემის კვდომის შემდეგ ეგზოდერმა შესაძლოა გაკორპდეს.

ფესვის პარენქიმა (მეზოდერმა), როგორც წესი, შედგება მსხვილი, ასე თუ ისე მომრგვალო ცოცხალი ქსოვილებისაგან. ხშირად ეს ქსოვილები სახამებელს შეიცავენ. ქლოროფილი კი, მხოლოდ იმ ფესვთა უჯრედებს გააჩნია, რომლებიც სინათლეზე აღმოცენდებიან (წყალმცენარეებს, საჰაერო ფესვების მქონე ეპიფიტებს).

ფესვის პარენქიმას, ტიპიური სქიზოგენური სავალები აქვს. ისინი განვითარების ადრეულ ეტაპებზე ჩნდებიან. ასე მაგალითად, ხორბლის ფესვებში ასეთი სავალები (უჯრედშორისები) აპიკალური მერისტემის ზედა საზღვრიდან 50-100 კმ-ის მანძილზე გვხვდება. აღმოჩნდა, რომ ეს უჯრედშორისები ნახშირორჟანგითაა სავსე. ენდოდერმის უჯრედები ერთ რიგზეა განლაგებული. ისინი უმეტესად მკვდარი უჯრედებია და დანარჩენებისაგან გამოირჩევიან ანტიკლინარულ კედელზე კასპარის ლაქების სიმრავლით. ეს ლაქები პირველადი უჯრედოვანი კედლის რამდენადმე გამსხვიოლებული ნაწილიებია, რომლებიც ლიგნინით ან სუბერინით, ზოგჯერ კი ერთდროულად ორივე მათგანითაა გაჟღენთილი. ლაქები განვითარებია ადრეულ სტადიებზე ჩნდება პირველ კედელზე.

კასპარის ლაქები ქსოვილთა ენდოდერმის შინაგან-ტანგენციურ კედელზე იქმნება. განვითარების შემდგომ სტადიებზე ისინი ლიგვნითა და სუმერინით ინკრუსტირდებიან და მომდევნო გამსხვილება არა მარტო მთელ ანტიკლინურ, არამედ შინაგან ტანგენცურ კედელზეც შესაძლოა გავრცელდეს. ამის შედეგად კედლების ასეთი მნიშვნელოვანი გამსხვილება ინიღბება კასპარის ლაქებით და შეუმჩნეველი ხდება.

ვარაუდობენ, რომ კასპარის ლაქები კეტავენ ქსოვილის კედლების სუბმიკროსკოპულ კაპილარებს. ისინი შეუღწევადი ხდება, ასე, რომ ნიადაგის ხსნარმა უნდა გაიაროს ციტოპლაზმაში, რომელსაც ამორჩევითი გამჭოლობა გააჩნია.

მჭიდროდ შეკრული ეპიდერმის ქსოვილთა განუწყვეტელ ჯაჭვში შეიმჩნევა ცოცხალი ცალკეული ქსოვილები, რომელთა კედლები გასქელებული როდია. ეს გამტარი უჯრედებია, რომლებიც დიდ როლს ასრულებენ-შთანთქმული ნიადაგის ხსნარის რადიალური მიმართულებით ე.ი. ფესვთა ბუსუსებიდან ელემენტთა რადიალურ ჭურჭელბოჭკოვანი კონისაკენ გატარებაში. გამტარი ქსოვილები ჩვეულებრივ ქსილემის გამტარი ელემენტების რადიუსზევეა განლაგებული.

**ცენტრალური ცილინდრი (ღერძული ცილინდრი ანუ სტელა)-** ყველა მცენარის ფესვისა მკაფიოდაა გამიჯნული და გარკვეულად გამოცალკავებულიც კი ფესვისაგან. დასახელებულ ორ სტრუქტურას შორის დემარკაციული ზოლი გადის პერიციკლზე-ცენტრალური ცილინდრის უჯრედების გარეთა ქსოვილებსა და ქერქის შიგა ფენაზე. ეს დემარკაციული ზოლი, როგორც წესი მონოლითურია, მას ღეროს მსგავსად როდი აქვს ფოთლოვანი ხვრელები, ეს იმიტომ, რომ ფესვს ფოთლები არ გააჩნია.

**პერიციკლი პერიკამბიუმი -** უმეტესად თხელკედლიანი პარენქიმული უჯრედების, მხოლოდ ერთ შრეს შეადგენს. ზოგჯერ შეინისნება მრავალშრიანი პერიციკლიც-უფრო ხშირად შიშველთესლოვნებსი. ფარულთესლოვნებში კი შეინიშნება ერთლებლიანებში (ზოგიერთი მარცვლოვანი, აგავები, პალმები და სხვა), მაგრამ ვინაიდან ერთლებლიანებს არ აქვთ მეორეული ზრდის უნარი ორლებლიანებში მრავალშრიანი პერიციკლი შედარებით იშვიათად გვხვდება (კაკალი, თუთა, პარკოსნების ცალკეული სახეები). ზოგიერთ წყალმცენარესა და პარაზიტს საერთოდ არ გააჩნია პერიციკლი.

პერიციკლის უჯრედებს მაღალი მერისტემული აქტივობა ახასიათებს. სწორედ პერიციკლში იწყებს ჩამოყალიბებას გვერდითი ფესვები. აი რატომ უწოდებენ პერიციკლს აგრეთვე ფესვმბად შრესაც.

ფესვის გამტარი სისტემა წარმოდგენილია რადიალური ჭურჭელბოჭკოვანი კონით. ქსილემის რადიუსის რაოდენობის მიხედვით განარჩევენ ორსხივიან სტელას, მაგალითად კომბოსტო, ოთხსხივიან სტელას-პარკოსნები, ხუთსხივიან სტელას-ბაია, ექვსხივიან სტელას-ხახვი, წყლის კაკალს კი ქსილემის მხოლოდ ერთი ჭიმი გააჩნია.

დროის მიხედვით პირველად წარმოქმნილი მილები-პროტოქსილემა ყველაზე გარეთაა მოთავსბული. ისინი პერიციკლს ეკვრიან. ცენტრში განლაგებულია მეტაქსილემის მილები. ფესვსი მილების ჩასახვა ცენტრისკენული მიმართულებით ხდება; მდებარეობისდა მიხედვით მათი ასეთი თანმიმდევრობა სეინისნება: რგოლური, სპირალური, ბადისებრი, კიბისებური, ფორებისებური. ქსილემის პერიფერიიდან ე.ი. პერიციკლიდან ცენტრისაკენ განვითარებას ეკზარქულს უწოდებენ.

ფლოემაც ჭიმების სახითაა განლაგებული და ენაცვლება ქსილემის უბნებს. მისი განვითარებაც ეკზარქულია ე.ი. ცენტრისკენული, პროტოფლოემა ცენტრთან ახლოს მდებარეობს. ფლოემასა და ქსილემას შორის თხელკედლიანი პარენქიმაა. ღეროსაგან განსხვავებით ფესვებს, როგორც წსი არ გააჩნიათ გულგული.

**ფესვის მეორეული აგებულება.** ეთლებნიანი მცნარეების ფესვებს, მხოლოდ პირველადი აგებულება გააჩნიათ ყოველთვის. ონტოგენეზის პროცესში არ შეინიშნება არავითარი არსებითი ცვლილება, გარდა იმისა, რომ წარმოიქმნება აგრეთვე პირველადი აგებულების გვერდიტი ფესვები. ყველა შიშველთესლიანი და ორლებნიანთა უმეტესობა ონტოგენეზისას მნიშვნელოვან ცვლილებსბს განიცდის, რის შედეგადაც შეინიშნება მეორეული ზრდა და შესაბამისად მეორეული აგებულებაც. მაგრამ ფესვთა ბუსუსების ზონაში, სადაც შესაძლებლია, მხოლოდ პირველადი ზრდა-ორლებნიანებიცა და შიშველთესლიანებიც ყოველთვის მხოლოდ პირველადი აგებულებისა არიან.

მეორეული ზრდის გამო გამოწვეული ფესვის სტრუქტურული ცვლილებები დაკავშირებულია მეორეული მერისტემის-კამბიუმის წარმოქმნასთან, ფესვის მეორეული აგებულება ადვილად გასაგები იქნება, თუ შევისწავლით ჩასახვის თანმიმდევრობასა და კამბიუმის მოქმედებას.

კამბიუმი უჯრედთა ერთი ფენის სახით შემოეწყობა თხელკედლიან პარენქიმაში ცენტრალურ ცილინდში უჯრედთა გაყიფის შედეგად ქსილემასა და ფლოემას შორის მდებარე ქსოვილებს.

თავდაპირველად ჩნდება კამბიუმის მცირე ზომის, თხელი ზოლები (უბნები) შიგნითა მხარეს ფლოემას წიმებია. ეს უბნები თანდათანობიტ გროვდებიან (განსი), შემოერკალებიან ფლოემას და ებჯინებიან პერიციკლს. ამ დროისათვის კამბიუმის სეგმენტებს შორის მოთავსებული პერიციკლის უბნები ასევე იწყებენ გაყოფას ე.ი. კამბიალურნი ხდებიან. ამის შედეგად ფესვში იქმნება უჯრედების ერთიანი ფენა-განივ ანაჭერზე კი კამბიალური მთლიანი რგოლი. მაშასადამე კამბიალური რგოლი წარმოშობით წარმოშობით არაერთგვაროვანია; მის შექმნაში მონაწილეობს კამბიუმის დიდი ნაწილის მაფორმირებელი (ჩამმოყალიბებელი) თხელკედლიანი პარენქიმა, ხოლო პერიციკლიდა ქწარმოიქმნება უჯრედები, რომლებიც საერთო რგოლის მცირე წევრებს წარმოსობენ, ამგვარად წარმოქმნილი კამბიუმის შეკრული რგოლი აქტიურად მოქმედებს. მისი უჯრედები ორგანოს ზედაპირის პარალელურად მხებად (ტანგენციალურად) იყოფა და მაშინვე ფდიფერენცირდება სხვადასხვაგვარ ჰისტოლოგიურ ელემენტად. ცენტრისკენული მიმართულებით იდება მეორეული ქსილემა, პერიფერიისაკენ კი ე.ი. ცენტრიდანული მიმართულებით-მეორეული ფლოემა. გარდა ამისა, კამბიუმიდან იჩეკება პარენქიმული უჯრედები, რომლებიც გულგულას ან რადიალურ სხივებს წარმოქმნიან. მათ კი აჩენს პერიციკლიდან წარმოქმნილი რგოლის უბნები.

მეორეული ქსილემის ელემენტთა დალექვა შედარებით ნაკლებად ინტენსიურად ხდება, ვიდრე მეორეული ფლოემისა. კამბიუმი უჯრედთა შორის სახით მერისტემულ აქტუიურობას ორგანოს მთელი სიცოცხლის მანძილზე ინარჩუნებს, მაგრამ მუსაობის პერიოდულად, სეზონისდა მიხედვით.

მეორეული ზრდის დროს პერიციკლი ფესვის ირგვლივ მერისტემულ აქტიურობას იზენს. პარენქიმული უჯრედების ნაილიდან, რომელიც პერიციკლს ქმნის, ცენტრიდანული მიმართულებით წარმოიქმნება კორპის კამბიუმი-ფელოგენი, რომლის წარმოქმნაში ენდოდერმის უჯრედებსაც შეუძლიათ მონაწილეობის მიღება. ასეთ შემთხვევებში ენდოდერმა, ისევე როგორც პერიციკლის უჯრედები ტანგეციალურად იყოფა, შედეგად კი წარმოიქმნება პერიდერმა- მეორეული საფარველი ქსოვილი. პირველადი ქერქის ფენები, რომლებიც პერიდერმის პერიფერიებში მდებარეობენ კვდება და იქერცლება ფესვის ცვენა, აყრა).

ფელოგენის უმეტესადპერიციკლის დონეზე ჩასახვს გამო მთელი პირველადი ქერქი ენდოდერმასთან ერთად აშრევდება.

კორპოვან კამბიუმს უფრო ღრმა ფენებშიც შეუძლია ჩაისახოს. ეს კი იწვევს არა, მხოლოდ პირველადი ფესვის, არამედ ნაწილობრივ ცენტრალური ცილინდრის ქსოვილებისა და მეორეული ფლოემის პერიფერიული ფენების კვდომასაც.

ამგვარად, მეორეული მერისტემის-კამბიუმის მოქმედების შედეგად წარმოიქმნება:

ა) მეორეული ქსილემა, მისი ტიპიური ჰისტოლოგიური ელემენტებითურთ, მილები, ტრაქეიდები, მერქნის ბოწკოები-ლიბროფორმი, მერქნის პარენქიმა, მათ შორის გულგულას სხვივის უჯრედები; პარენქიმული უჯრედები ზოგჯერ ქმნიან მაგარ ქსოვილს, ნივთიერებათა მარაგის სათავსს.

ბ) მეორეული ფლოემა, რომელიც შედგება საცრისებური მილების, თანამგზავრი უჯრედების, ლაფნის ბოჭკოების- კამბიფორმებისა და და ლაფნის პარენქიმისაგან; ამ უკანასკნელის უჯრედებშიც ასევე შესაძლებელია პროდუქტების ჩაწყობა. ფლოემაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს პარენქიმის უჯრედებისაგან შედგენილ გულგულა სხივებს. მეორეული ფლოემა გულგულა სხივების პარენქიმასთან ერთად კამბიუმის პერიფერიისაკენ განლაგდება და ქმნის ფესვის მეორეულ ქერქს.

**3.5.წყლის შეღწევის მექანიზმი**

ფესვის, როგორც წყლისა და მასში გახსნილი ნივთიერებათა შთანმთქავი ორგანოს მხოლოდ ახალგაზრდა ნაწილი-ფესვთა ბუსუსების ზონაა აქტიური. ამ ზონაში უკვე შექმნილია პირველადი ქსილემის ელემენტები, ხოლო ენდოდერმის რადიალურ კედლებზე კი კასპარის ლაქები. ფესვთა ბუსუსები, ანუ მიკორიზის მიცელიუმი მნიშვნელოვნად ადიდებს შემწოვ ზედაპირს.

ფესვის ბუსუსები შეიაცვენ ერთ მსხვილ ვაკუოლს. უჯრეოვან წვენში გახსნილ ნივთიერებათა კონცენტრაცია ჩვეულებრივ ფესვის ხსნარის კონცენტრაციაზე მაღალია. ერთ ერთი ჰიპოთეზის თანახმად, ოსმოსის ძალით წყალი ფესვის ხსნარიდან ვაკუოლში გადადის. ფესვის უჯრედებში ცენტრისკენული მიმართულებით დიდდება შაქრისა და ორგანული მჟავების შედგენილობა. ეს კი ქმნის პირობებს წყლის ასაქაჩად ეპიბლემის ფესვის ბუსუსებიდან ფესვის სისქესა და ცენტრალურ ცილინდრში. ასე დგინდება წყლის ჰორიზონტალური დინება ეპიბლემიდან ცენტრალური ცილინდრისაკენ.

ენდოდერმა თავისებური ბარიერია ცენტრალურ ცილინდრსა და ქერქს შორის. ეს ბარიერი აფერხებს ნივთიერებათა უკუდენას ცენტრალური ცილინდრიდან ქერქის ნაწილში. ცენტრალურ ცილინდრში იქმნება ჰიდროსტატური წნევა, რომელსაც ფესვის წნევა ეწოდება და რომელიც ხელს უწყობს შანთქმულ ნივთიერებათა მკვდარ ტრაქეალურ ელემენტებში შესვლასა და მათზე გავლით ზევით შერღწევას. ფესვის წნევამ შეიძლება მიაღწიოს 0,2 მპა (2-3 ატმოსფეროს) და მეტსაც.

არ შეიძლება ფესვის ხსნარის შთანთქმის პროცესის განხილვა მხოლოდ ოსმოსის საფუძველზე. წყალს მცენარის სხეულში სხვა ძალების მოქმედებითაც შეუძლია შეღწევა ( ელექტროოსმოსი----- დაბერვა და სხვა.)

რაც შეეხება მარილების შეღწევის მექანიზმს იგი დღემდე არაა საბოლოოდ ნათელი. ეს საკითხი განიხილება მცენარეთა ფიზიოლოგიის კურსში.

**3.6.** **ფესვის სახეცვლილებანი**

ზემოთ აღწერილი ტიპიური აგებულება ახასიათებს მცენარეთა უმეტესობის ფესვებს. ევოლუციის პროცესში მცენარეთა მრავალ სახეს შესამჩნევად ეცვლებათ ფესვები. ზოგჯერ ჩნდება ფესვთა სპეციალიზაცია-ნივთიერებათა მარაგის სათავსის ფუნქციების შემგუებლურობა მცენარის ვეგეტაციურ გამრავლებასთან ან ნიადაგში მის შეყვანასთან (გეოფილიზაცია). დაკავშირებით სხვა შემთხვევებში პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა ენიჭება ფესვთა გავრცელების განსაზღვრულ ამა თუ იმ არესთან შეგუებას (ჭაობი, წყალი, სუსტად აერობული ფესვები და სხვა).

ცნობილია ფესვების სოკოებთან (მიკორიზები) სიმბიოზის არა ერთი მაგალითი.

**სამარაგო ფესვები.** ფესვის სახეცვლილება დაკავშირებულია მეორეული მერქნისა და ლაფნისებრი პარენქიმის გაბარდვასთან, რაც მათში ნივთიერებათა მარაგის დაგროვებისას ხდება. ასეთ სახეცვლილებას განიცდის მრავალი ორწლიანი ორლებნიანი მცენარე (სტაფილო, ბოლოკი, ციკორი, ვარდკაჭკაჭა და სხვა). წარმოშობისდა მიხედვით ისევე როგორც გარეგანი აგებულებით, განარჩევენ სამარაგო ფესვების ორ ტიპს:

1. ხ ო რ ც ი ა ნ ი ფ ე ს ვ ე ბ ი ან „ძირხვენები“;
2. ფ ე ს ვ ი ს ე უ ლ ი გ ო რ გ ლ ე ბ ი.

**ძირხვენები-** მთავარი ფესვის ხარჯზე ყალიბდება (პირველი რიგის ღერძები); მათ წარმოქმნაში შესაძლოა აგრეთვე მონაწილეობა მიიღოს ლებნისქვეშა მუხლმა და ნაწილობრივ რამდენიმე სახეშეცვლილმა (დამოკლებულმა) ყლორტმაც, მაგალითად, ჭარხალი.

ძირხვენებს შეუძლიათ სამარაგო პროდუქტები უმთავრესად მეორეული ქერქის პარენქიმაში (სტაფილო) ან მერქანში (ბოლოკი) მოათავსონ. საერთოდ ძირხვენებს მონოკამბიალობა ახასიათებთ; კამბიუმის ერთი შრე აქვთ (ანაჭერზე ერთი რგოლია) თუმცა ზოგჯერ (მაგ. ჭარხალი) უვითარდებათ კამბიუმის რამოდენიმე შრეც (ანაჭრებზე რამოდენიმე კონცენტრირებული რგოლია)-პოლიკამბიალობა.

ჭარხლის ძირხვენის მიკროსკოპული სტრუქტურა მესამეული აგებულების შესანიშნავი მაგალითია. ძირხვენების უმეტესობის მსგავსად ჭარხალიც ორწლიანი მცენარეა. სიცოცხლის პირველ წელს ძირხვენები უმთავვრესად მთავარი ფესვისა და ჰიპოკოტილის ხარჯზე ჩნდება. ფესვის ზედაპირზე გამოჩნდება ძირხვენის თავი, რომელიც ლებნისქვეშა მუხლისა და მუხლთშორისი ულორტის ძლიერი დამოკიდებულების შედეგად იქმნება.

ნორჩი ღივის ფესვი თავდაპირველად პირველადი აგებულებისაა, იგი შეიმჩნევა ლებნიანობის-ფოთლების ფაზაში, როცა კარგად ჩანს ფესვის ორსხივიანი სტრუქტურა: პირველადი ქსილემის ორი სხივი და შესაბამისი პირველადი ფლოემის ორი უბანი. სიცოცხლის დაახლოებით 12-15 დღის შემდეგ კი, ნამდვილი ფოთლების გამოსვლის შემდეგ, ყალიბდება და თავის მოქმედებას იწყებს კამბიუმი. მეორეული აგებულებას ძალზე მოკლე ხნის ვადა აქვს, ვინაიდან კამბიუმის ჩამოყალიბების დასაწყისშივე მას მოსდევს მესამეული ცვლილებები-მონოკამბიალობიდან პოლიკამბიალურობაში გადასვლა. ამ ცვლილებათა არსი შემდეგში მდგომარეობს: წარმოქმნილი და მოქმედი კამბიალური შრის სინქრონულად ენერგიულად იწყებს გაყოფას პერიციკლის უჯრედთა ფენა და მასთან მიმდებარე ფლოემები-პროტოფლოემები.

საბოლოოდ ცენტრალური ცილინდრის გარეთ იქმნება პარენქიმატული უჯრედების საკმაოდ მძლავრი ერთგვაროვანი შრე-წრიული პარენქიმა, მასში კი ანაჭერზე გეომეტრიულად სწორ წრეებად განლაგებული უჯრედების ცალკეული შრეები ტანგენციურად იყოფა და გათითოეულდება როგორც „დანამატი (მეორე) კამბიალური ფენა.

ასეთი დანამატი ფენა რამდენიმე წარმოიქმნება (როლების ანაჭრებზე), ცალკეულ შემთხვევაში კი რვამდე და მეტიც.

დამატებითი კამბიალური ფენები ქმნიან პატარ-პატარა ღია კოლატერალურ გამტარ კონებს, უმთავრესად სამარაგო (სამარქაფო) პარენქიმას, დამატებითი კამბიალური ფენების წარმოქმნა დაკავშირებულია ფოთლების მოქმედებასთან. ჭარხლის ძირხვენის კამბიალური ფენათა რიცხვი (რგოლები) დაახლოებით ტოლია ორზე გაყოფილ ფოთოლთა რაოდენობაზე. ჭარხლის მცენარის სიცოცხლე-განვითარების დიდი ციკლია; ეს ციკლი მეორე წელს მთავრდება, ძირხვენიდან საყვავილე ყლორტის ამოზრდის შემდეგ ნაყოფედი ვითარდება.

**ფესვისეური გორგლი ან ფესვისეული ბურკვი.**  ხორცოვანი ფესვებისაგან, ძირხვენებისაგან განსხვავებით წარმოიქმნება არა მცენარის მთავარ ღერძზე (ფესვი-ლებნისქვეშა მუხლი-ღერო), არამედ გვერდით ფესვებზეც ჩნდება. ფესვთა გორგლები უვითარდებათ გეორგინას, გუგულის კაბას, ბატატებს და სხვა. ფესვთა გორგლებში ინჯახება პროდუქტების მარაგი: ნაყარის წარმოშობის გორგლებისაგან (მაგალითად, კარტოფილი, მიწავაშლა) განსხვავდებიან, მათ არ გააცნიათ რედუცირებული ქერცლოვანი ფოთლები და უბის ყლორტები.

განსაკუთრებული და შეიძლება ითქვას, ანომალური ზრდა ახასიათებს ბატატას ფესვს, აქ ცალკეული ძარღვისა და ძრღვთა ჯგუფისათვის ქსოვილების პარენქიმაში თავისი განკერძოებული კამბიუმი ყალოიბდება. ეს ლოკალური კამბიუმი ძარღვთა პერიფერიებისაკენ წარმოქმნის საკმაოდ მძლავრ ფოთლებს. იგი შედგება ტიპიური პარენქიმული მცირეოდენი სარძევეების ,მქონე უჯრედებისაგან. ცენტრიდანული მიმართულებით გროვდება ტრაქეალური ელემენტები (ქსილემა)

**საჰაერო ფესვები.** საჰარო ფესვები ჩვეულებრივ უვითარდებათ ეპიფიტების სახელწოდების მქონე მცენარეებს. წარმოსობით ეს დანამატი ფესვებია. მათი დანისნულებაა ტენის შთანთქმა უშუალოდ ჰაერიდან. ამასთან დაკასირებით საჰაერო ფესვებს გააჩნიათ სპეციალური შემგუებლობა წყლის ორთქლის კონდენსაციისათვის. საჰარო ფესვების სახესხვაობად ითვლება სასუნთქი ორგანოები.

საჰარო ფესვები უმეტესად ჰაერით სუსტად გაჟღენთილი ფესვების მქონე მცენარეებში გვხვდება. ისინი აირის ცვლას უწყობენ ხელს. ისვიათ შემთხვევებში მაგალითად, იავის ორქიდეას საჰაერო ფესვებს გააჩნიათ ქლოროპლასტები, ირებენ ფოთლის ფორმას და ახდენენ ფოტოსინთეზს.

**ჰაუსტორიები.** პარაზიტული მცენარეების ფესვთა შემწოვი ორგანოები სახეცვლილებას განიცდიან, ისინი აღწევენ მთავარი მცენარის სხეულში და პლასტიკური ნივთიერებების გარდა წყალსაც შთანთქავენ. ჰაუსტორიები კარგად აქვთ განვითარებული შემდეგ სახეებს- აბრეშუმას, ფითრს და სხვა.

**მიკორიზა და კოჟრები.** ფესვთა კვებას მრავალი მცენარე სოკოს ჰიფების (ძაფუჯრედების) მეშვეობიტ ახორციელებს. ისვიათი როდია შემთხვევა, როდესავც მცენარე მხოლოდ იმ შემთხვევაში ხარობს, თუ ნიადაგში არსებობს სოკო-სიმბიონიტი. თესლის გაღივების დროს სოკოს ჰიფების უხვი განვიტარებისას მცენარის ფესვებზე გესვტა ბუსუსები არ წარმოიმნება. მათ როლს სოკო ჰიფები ასრულებენ. ასეთ შემთხვევაში საქმე გვაქვს კომპლექსურ სიმბიოტიკურ ორგანოსთან -სოკოფესვთან ანუ მიკორიზასთან.

პირველად სოკოფესვი აღმოაჩინა კამნესკიმ ( 1881), ხოლო ტერმინი „მიკორიზა“ კი შემოიღო ფრანკმა ( 1885).

არსებობს მიკორიზის ორი ტიპი: ე ქ ტ ო ტ რ ო ფ უ ლ ი და ე ნ დ ო ტ რ ო ფ უ ლ ი. სოკოს ექტოტროფული მიკორიზის ჰიფები, მხოლოდ გარედან აკრავს ფესვს (ნაწილობრივ აღწევს უჯრედშორისებს), რითაც ფესვთა ბუსუსების მაგივრობას უწევს მას. ექტოტროფული მიკორიზა დიდი ხნის წინ აღმოჩენილი და შესწავლილი მრავალ მერქნიან მცენარეში: მუხაში, არყის ხეში, წიფელაში, ნაძვში და სხვა.

ვ. ვილიამსმა ზოგიერთ სასოფლო-სამეურნეო მცენარეშიც აღმოაჩინა ექტოტროფული მიკორიზა: მაგარ ხორბალში, დახრილი ფეტვში, ჩვეულებრივ სელში და სხვა.

სოკო ფესვებზე თავსდება თესლის გაღივებისას, ხოლო ბარტყობის დროს, როდესაც აუცილებელია კარგად კცვება, მისი ჰიფები დიდ როლს ასრულებენ ფესვში არსებული საკვები ელემენტების ასიმილაციაში.

ენდოტროფული მიკორიზის დროს სოკოს ჰიფები ფესვის უჯრედებამდე აღწევენ. ვარაუდობენ, რომ სოკო-სიმბიონიტები გამოიმუშავებენ ფერმენტებს, რომლებიც უჯრედს შიგნით ხსნიან პროდუქტების მარაგს და ფესვის ორგანულ ნივთიერებებს. ეს ზრდის ფესვთა უჯრედების მიერ ფესვიდან მინერალური ნივთიერებების შთანთქმის უნარს და ხელმისაწვდომს ხდის კვების იმ ელემენტებს, რომლებიც მის ორგანულ შენაერთებსია მოთავსებული.

პარკოსანი მცენარეების ფესვთა ქერქის პარენქიმაში ბინადრობენ ფესვთა ბაქტერიები. ისინი პარკოსან მცენარეთა ორგანული ნივთიერებებით იკვებებიან და მატი ფესვში დანერგვა იწვევს ქერქოვანი პარენქიმის უზომო ( ჰიპერტროგფიულ) სიმსივნისებურ ზრდას. ასე წარმოიქმნებიან პარკოსან მცენარეთა ფესვებზე კოჟრები ანუ კოპები. კოჟრების ბაქტერიებს ძვირფასი თვისება გააჩნიატ ატმოსფერული აზოტის ფიქსირება ( რასაც მწვანე მცენარე უშუალო როდი ითვისებს) და მისი ბგადაქცევა აზოტოვან შენაერთებებად ( რომლებსაც ითვისებენ მცენარეები).

გამოანგარიშებულია, რომ 1 ჰა იონჯას ნათესზე კოჟრების ბაქტერიები ითვისებენ 150-200 კგ. ტავისუფალ აზოტს, რომლის დიდი ნაწილი რჩება შეკრული ნაწვერალის ნარცენებსი. ამ სემთხვევაში შეიძლება ვიმსჯელოთ სიმბიოზის შესახებ.. ბაქტერია მცენარისაგან იღებს საკვებ ნივთიერებებს, უმთავრესად ნახშირწყლებს და სამარაგოდ გამოყოფს აზოტოვან ნივთიერებებს. კოჟრის ბაქტერიასა და უმაღლეს მცენარეს შორის სიმბიოზის ხასიათი სავსებით მშვიდობიანი როდია, ზოგჯერ ვლინდება პარაზიტობის ტენდენციაც.

ფესვსი ბორის მიკროელემენტის ნაკლებობისას კოჟრის ბაქტერია ვერაგ პარაზიტად გვევლინება და მცენარე მისი მსხვერპლი ხდება. მეორეს მხრივ კი პარკოსანი მცენარე ყვავილობისა და მსხმოიარობისას ფოთლისა და ნაყოის შესაქმნელად იყენებს კოჟროვანი ბაქტერიების სხეულის ნივთიერებებს.

* 1. **ყლორტი და ღერო**

მცენარის მიწისზედა ნაწილი ჩვეულებრივ წარმოადგენს ყლორტების სისტემას. ყლორტებს უწოდებენ შეფოთლილ ღეროს. ღეროს საშუალებით ხდება წყლისა და მინერალური მარილების ხსნარის გადატანა მცენარის მთელ სხეულში. ამასთან ღეროს საშუალებით ფოტოსინთეზისა და ასიმილაციის პროდუქტები ტრანსპორტირდება მცენარის ყველა ნაწილში. ამდაგვარად აკავშირებს ის მცენარის ორ მნიშვნელოვან ორგანოს ერთმანეთთან: ფოთოლსა და ფესვს. ღეროა ყველა ფოთლის და გვერდითი ყლორტების სიმძიმის ამტანი. მის პარენქიმაში გროვდება საკვები ნივთიერების მარაგი. საცხოვრებელ პირობებთან დაკავშირებით და რაც მთავარია, მცენარის სიცოცხლის წესის მიხედვით, ღერომ შეიძლება სახე შეიცვალოს და გარდაიქმნას საკვებ ნითიერებათა მარაგის საწყობად. ბევრ შემთხვევაში მცენარე მრავლდება ღეროს საშუალებით-ვეგეტატიური წესით.

ღეროს დატოტვის მეოხებით იზრდება მცენარის მიწისზედა ნაწილის მშთანთქმელი ზედაპირი, რაც მეტამერიის მაგალითს წარმოადგენს. ცნობილია ყლორტისათვის დამახასიათებელი მეტამერია. ე.ი. მსგავსი სტრუქტურების მრავალჯერადი გამეორება იმნაირად, რომ თითოეულ მუხლში ისახება კვირტი, რომელიც თავის განვითარებაში იმეორებს იგივე ერთეულებს, რომლისგანაც თვითონ ჩამოყალიბდა და ეს პროცესი მეორდება მრავალჯერ. ღერო ფორმირდება ჩანასახოვანი კვირტიდან, რომელშიც უკვე მოცემულია ჩანასახოვანი ღერო, როგორც ლებნისზედა, ისე ლებნისქვეშა მუხლის სახით. ის მჭიდროდაა დაკავშირებული ფესვთან ფუნქციონალურადაც და აგებულებითაც. ყლორტი ვითარდება კვირტიდან და მისი გაშლის შემდეგ განიცდის შეფოთვლას. ღეროზე ფოთლის მიმაგრების ადგილს მ უ ხ ლ ი ეწოდება, ხოლო ორ მუხლს შორის მდებარე ღეროს მონაკვეთს -მ უ ხ ლ თ ა შ ო რ ი ს ი. არჩევენ წაგრძელებულ და დამოკლებულ ყლორტებს. თუ მუხლთაშორისები ყლორტზე შემოკლებულია, ფორმირდება მ ო კ ლ ე ყ ლ ო რ ტ ი. (კომბოსტოს თავი, ხეხილების სანაყოფე ყლორტები), ხოლო თუ მუხლთაშორისები წაგრძელებულია, ყლორტიც შესაბამისად წ ა გ რ ძ ე ლ ე ბ უ ლ ი იქნება.

**3.8.** **კვირტი**

კვირტი ტიპური შემოკლებული ყლორტია. იგი შედგება მფარავი ქერქლებისა და ჩანასახოვანი ფოთლებისაგან, რომლებიც მჭიდროდ ფარავენ ერთიმეორეს. მფარავი ქერქლები და ფოთლის ჩანასახები ფარავენ ღეროს ზრდის კონუსს (ზრდის წერტილს) და თვითონაც ფორმირდებიან ამ კონუსის მოქმედების შედეგად. თითოეული კვირტის აგებულებაში შეიმჩნევა ზრდის კონუსის დაცვისათვის მაქსიმალური შეგუებულობა. ამ მიმართულებით სულ გარეთა ქერქლები, გაჟღენთილია კუტინით და დაფარული ფისისებრი, ზოგჯერ ლორწოვანი და მწებავი ნივთიერებებით და ბუსუსების ხშირი ღინღლით, იძენენ განსაკუთრებულ მნიშვნელობას.

კვირტები ღეროზე განლაგებულია სხვადასხვანაირად და განსხვავდებიან ფიზიოლოგიური თავისებურებებით. არჩევენ კ ე ნ წ რ უ ლ ს, ანუ ა პ ი კ ა ლ უ რ ს და გვერდით კვირტებს. გვერდითი კვირტები ფოთლის უბეებშია, ამიტომაა, რომ მათ უ ბ ი ს კ ვ ი რ ტ ე ბ ი ეწოდებათ. შესაბამისად კუთხეს წარმოქმნილს ყლორტსა და ფოთოლს შორის ფ ო თ ლ ი ს უ ბ ე ეწოდება. გვერდითი კვირტების დიდი ნაწილი ფორმირების მეორე წელს იშლება და წარმოშობს ახალ ყლორტს. ასეთ კვირტებს ა ქ ტ ი უ რ ე ბ ი ეწოდებათ. ზოგიერთი კვირტი მეორე წელს არ იშლება და მოზარდ ყლორტზე ტოვებს კვალს. ეს პროცესი შეიძლება გაგრძელდეს მრავალი წლის განმავლობაში და მაშინ ხდება კვირტის კვალის ჩაზრდა ღეროს წლიურ რგოლებში. ასეთ კვირტებს აქტიური კვირტებისაგან განსხვავებით, მ ძ ი ნ ა რ ე კ ვ ი რ ტ ე ბ ი ეწოდებათ. ისინი წარმოიშიბიან მერქნიანი მცენარის ღეროზე.

ბევრ შემთხვევაში დამატებითი კვირტები ვითარდებიან კამბიუმისა და პერიციკლის უჯრედებიდან სხვა წარმომშობი ქსოვილებიდან. წარმომშობი ქსოვილების არარსებობის შემთხვევაში, დამატებითი კვირტების წარმოშობა შეიძლება მოხდეს მცენარის ყველა ნაწილზე აქტივიზირებლი პარენქიმული უჯრედებიდან. ყველა შემთხვევაში დამატებითი კვირტები ფესვებზე წარმოიშობიან ენდოგენურად, ხოლო ღეროზე და ფოთლებზე ეგზოგენურად.

არჩევენ აგრეთვე ზრდისა და საყვავილე კვირტებს. ზრდის კვირტისაგან ვითარდება ყლორტი, ხოლო საყვავილე კვირტისაგან-ყვავილი. ზრდის კვირტებს აქვს წაწვეტებული, საყვავილეს კი ოვალური ფორმა. საყვავილე კვირტები, ზრდის კვირტებზე უფრო მომსხოებია.

კვირტების ფორმა და სიდიდე არაა ერთნაირი. ისინი არიან მომრგვალებული, კონუსისებური, კვერცხისებური, შეჭეჭყილი, გამოზნექილი, წაწვეტებული და ა.შ.

კვირტები დიდ როლს ასრულებენ მერქნიანი მცენარეების საცხოვრებელი ადგილის კლიმატურ პირობებთან შეგუებაში. მიწისზედა ნაწილების ზრდის კონუსები მოთავსებულია კვირტებში და დაფარულია არ მხოლოდ კვირტების ქერქლით, არამედ თვით კვირტები ბევრი მცენარისა დაცულია სხვადასხვა საშუალებით. ავტორმა დაკვირვება მოახდინა ჭადრის კვირტებზე, რომლებიც თითქმის ყრუდ იყო და ფარული ფოთლის ყუნწებით ასეთი დაფარვა ღეროს ზრდის წერტილს იცავს არა მარტო, სიცივისაგან, სიცხისაგან, აორთქლებისაგან, არამედ დამაავადებელი ბაქტერიებისა და სოკოების შეჭრისაგან. ჩვენს მიერ შემჩნეული იყო საინტერესო დამცველობითი შეგუება გლედიჩიზე, აკაციაზე, ლენქორანის (აბრეშუმის) თუთაზე, სადაც სერიალურად-ჯგუფურად , განწყობილი მძინარა კვირტები დაფარულია ფოთლის ბალიშის პერიდერმით ისე, რომ მათ ურალო თვალით ვერ ვამჩნევთ.

ყლორტზე კვირტების განლაგება შეიძლება იყოს:

1. მორიგეობითი ანუ სპირალური;
2. მოპირდაპირე ჩამოცვენილი ფოთლის ადგილას ყლორტზე ემჩნევა ნაჭდევი და ფოთოლცვენის შემდეგ კვირტები, იმყოფებიან ფოთლის ნაჭდევთა უბეებში. ფოთლის ნაჭდევს სხვანაირად ფ ო თ ლ ი ს ბ ა ლ ი შ ი ეწოდება. თითოეულ ფოთლის ბალიშზე შეიძლება შევამჩნიოთ ჭურჭელბოჭკოვანი კონების კვალი ღეროდან ფოთოლში გამავალი მცირე წერტილების სახით.

**3.9. დატოტვის კანონზომიერებანი**

აპიკური კვირტის განვითარების შედეგად ფორმირდება მთავარი ღერო, ხოლო გვერდითი კვირტებიდან ვითარდება ყლორტების გვერდითი სისტემა. კენწრული და გვერდითი ყლორტების ზრდა დატოტვის ხასიათი ერთნაირი ტიპისაა. პირველი რიგის გვერდითი ყლორტები, ფორმირდება მთავარი ყლორტის გვერდითი კვირტებიდან, რომლებიცდასაწყისსღებულობენ ჩანასახის კვირტიდან. პირველი რიგის გვერდითი ყლორტებიდან ფორმირდებიან მეორე რიგის გვერდითი ყლორტები მეორე რიგის გვერდითის ყლორტებზე ვითარდება მესამე რიგის გვერდითი ყლორტები და ამგვარად, ეს პროცესი მეორდება მრავალჯერ. ბალახოვან მცენარეებში და მერქნიანებში მიწისზედა ნაწილები იტოტებიან იმავე წესით და წარმოშობენ პირველი, მეორე, მესამე და მომდევნო რიგის გვერდით ტოტებს. ბალახოვანი მცენარეების ღერო ზოგჯერ არ იტოტება.

დატოტვის მეოხებით მცენარის მიწისზედა ნაწილების საერთო მასა იზრდება. მერქნიან ჯიშებში მიწისზედა ნაწილების დატოტვის შედეგად წარმოიშობა ვარჯი. მცენარის ვარჯს შეადგენს ღეროს სხვადასხვა ხნოვანების ტოტები. ერთი-ორი წლის შემდეგ (ზოგჯერ ორი წლის შემდეგაც) ყლორტები ჩამოიცვენენ ფოთლებს და იქცევიან ტოტებად. წლების განმავლობაში გამსხვილების შედეგად ტოტები გარდაიქმნებიან რტოებად.

მერქნიან მცენარეებს მიეკუთვნებიან ხეები და ბუჩქები. ხეების ღერო იტოტება მიწის ზედაპირიდან განსაზღვრულ სიმაღლეზე და მის ზედა ნაწილის იმ მონაკვეთს (ასაკით ყველაზე ხნიერს) რომელიც არ იტოტება, ღ ე რ ო ეწოდება. ბუჩქებს დატოტვა ეწყებათ მიწის პირიდანვე, ამიტომ ღერო არა ავქვთ გამოხატული (იასამანი, ანწლი, იაპონური ზღმარტლი, ჯაგრცხილა და სხვა)

ღეროს აწვება მიწისზედა ნაწილების მთელი სიმძიმე. ვარჯის ძირითად განტოტვას ქმნის მთავარი რტოები. ამრიგად მერქნიან მცენარეებში ვარჯს ქმნის ტოტების ყლორტებისა და რტოების სისტემა. ვარჯს აქვს სხვადასხვანაირი ფორმა. იგი შეიძლება იყოს:

1. სფეროსებრი (ვაშლისა და მსხლის ბევრი კულტურული ჯიში, ნათელი ტყის ველურად მოზარდი მერქნიანი მცენარეები-ნეკერჩხალი, თუთა);
2. კონუსისებური (ჭადარი, თეთრი და ჰიბრიდული ვერხვი, წიფელი, კავკასიური ცაცხვი);
3. პირამიდული ( კვიპაროსი, პირამიდული ვერხვი და სხვა);
4. გაშლილი (არყი);
5. მტირალა ( ბაბილონური ტირიფი და სხვა).

დეკორატიულ მებაღეობაში ხელოვნურადაა მიღებული ხე-მცენარეთა სხვადასხვა ჯიშის გაშლილი და მტირალა ფორმები. გარეგნულად ისინი მეტად ეფექტურები არიან. გარდა ამისა დეკორატიული მებაღეობის პრაქტიკაში სხვადასხვა მცენარეების ვარჯს შეკრეჭით უქმნიან სხვადასხვა ცხოველებისადმი მიმსგავსებულ სასურველ ფორმას-ოვალურს, ნაყშიანს და ა.შ. უმაღლეს მცენარეთა ევოლუციაში გამომუშავდა დატოტვის შემდეგი ფორმები:

1. დიქოტომიური;
2. მონოპოდიური;
3. სიმპოდიური;
4. ცრუდიქოტომიური.

**დიქოტომიური ანუ ორთითა დატოტვა**. ამ წესით დატოტვისას ყლორტის ზრდა ხორციელდება ორი ერთიმეორის პირდაპირ განლაგებული კენწრული ( აპიკალური) კვირტებით ან ორი გვერდიგვერდ მყოფი ზრდის კონუსის ორი ინიციალით, რომლებიც ერთნაირი სისწრაფით იზრდებიან საწინააღმდეგო მიმართულებით-ორთითასებურად. დოქოტომიური დატოტვა მეტად ძველი წესია. ასეთი გვხვდება ხავსებში (ღვიძლის ხავს) ლიკოპოდიუმებში, ბევრ გვიმრანაირებში და ზოგიერთ შიშველთესლოვანებში.

**მონოპოდიური დატოტვა**. ამ წესით დატოტვისას კენწრუ;ი კვირტი ყოველთვის აქტიურია და აგრძელებს მცენარის მიწისზედა ნაწილის სიმაღლეზე ზრდას, ხოლო მთავარი ღერო, გვერდით ყლორტებთან შედარებით, ძლიერ იზრდება. ამ წესით დატოტვისას წარმოიშობა სიმეტრიული ვარჯი და სწორი, თანაბრად გამსხვილებული ღერო. ამ მცენარეთა ღერო ძვირფასია, გამოიყენება ელექტრო გაყვანილობის ბოძებად და მშენებლობაში. მონოპოდიურად იტოტებიან შიშველთესლოვანები (ფიჭვი კვიპაროსი, სოჭი, ნაძვი და სხვა) ფარულთესლოვანებსი სუფთა მონოპოლიურად დატოტვა იშვიათად გვხვდება.

**სიმპოიდური დატოტვა.** დატოტვის ეს წესი მცენარეული სამყაროს ევოლუციაში, საკმაოდ გვიან გამომჟღავნდა. სიმპოიდური დატოტვის საფუძველს შეადგენს დიქოტომიური მონიპოდური დატოტვა. დიქოტომური დატოტვის სიმპოიდურში გადასვლისას ხდება ზრდის კონუსის ერთ ერთი აპიკალური ინიციალის გადაწევა მეორე აპიკალის მხარეს, რაც წარმოადგენს გადაწეული აპიკალის გზაში ჩამორჩენის და მეორე აპიკალის ზრდის გააქტიურების მიზეზს. ზრდის გააქტიურების სიგრძეზე აქტიურად მოზარდი აპიკალი ამთავრებს თავის ზრდას ისეთივე დიქოტომიით (დიქოტომიური ორკაპი) არაერთნაირად ფუნქციონირებადი აპიკალებით. თუ მონოპოდიური დატოტვის წესი შეიცვალა სიმპოდიურით, მაშინ აქტიური ხდება გვერდითი კვირტი, რომელიც მდებარეობს კენწრული კვირტის მეზობლად და თავისი ზრდით თრგუნავს ამ უკანასკნელს. ამის გამო სიგრძეზე ზრდა გრძელდება არა კენწრულის, არამედ გვერდითი კვირტის მეოხებით. როგორც პირველი, ისე მეორე შემთხვევაში წარმოიშობა ტოტი, რომელიც შედგება სხვადასხვა რიგის სიმპოდიების თანმიმდევრული მწკრივებისაგან, გარეგნულად, რომ მონოპოდიურ ტოტს მოგვაგონებს.

სიმპოიდური დატოტვა წარმოიშვა მცენარეული სამყაროს ევოლუციის შედარებით მაღალ საფეხურზე. იგი გვხვდება ფარულთესლოვან მცენარეთა უმრავლესობაში როგორც ბალახოვნებში, ისე მერქოვანებში. ფიქრობენ, რომ უმაღლეს მცენარეთა ფილოგენიაში სიმპოდიური დატოტვა სხვადასხვა წარმომადგენელში გამოვლინდა დამოუკიდებლად.

სიმპოიდური დატოტვისას მცენარის სიმაღლეზე ზრდა არაა ინტენსიური. ამის მიზეზია ზედა კვირტის მიერ ფუნქციონალური აქტივობის დაკარგვა, რის შედეგადაც ხდება გვერდითი ყლორტების გაძლიერებული ზრდა. გვერდითი კვირტების უმრავლესობა საყვავილეებია. ამასთან დაკავშირებით სიმპოდიალური დატოტვისას წარმოიშობა ბევრი ნაყოფი და თესლი, რამაც ფარულთესლოვან მცენარეებში მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა შთამომავლობის რიცხობრივ გადიდებაში.

ფარულთესლოვან მცენარეთა უმრავლესობაში მონოპოდიური და სიმპოდიური დატოტვა კომბინირებულია. მონოპოდიურად დატოტვილი ყლორტები უზრუნველყოფენ ზრდას, ხოლო სიმპოდიურად დატოტვილი ყლორტები იძლევიან ყვავილს, ნაყოფსა და თესლს. ზოგჯერ ფარულთესლოვანი მცენარეები იტოტებიან მხოლოდ სიმპოიდურად ამ შემთხვევაში ხე მცენარეში წარმოიშობა კორძებიანი ღერო და ასიმეტრიული ვარჯი, რაც ემჩნევა რცხილას. კომბინირებული დატოტვა ახასიათებს მსხალს, ვაშლს, ქლიავს, ბამბას, მუხას, ჭადარს, ბადრიჯანს და ფარულთესლოვანი მცენარეების ბევრ წარმომადგენელს. ხეხილების-თესლოვანებისა და კურკოვანების სიმპოდილურ ყლორტებს ეწოდება-ს ა ნ ა ყ ო ფ ე ე ბ ი. სანაყოფეების წარმოშობა ხდება ტყის მცენარეებშიც. გასხვლის სპეციალური წესით აღწევენ სიმპოდიური ყლორტების გაძლიერებულ განვითარებას, რაც ადიდებს ნაყოფის მოსავლიანობას. მაგალითად, ვაშლის, მსხლის, ვაზის გასხვლა, ხეხილების ვარჯის ფორმირება, ვაზის ახვევა, ბამბის წვერის ფურჩქვნა და მცენარეთა მოვლა -მოყვანის სხვა აგროწესები სწორედ ამაზეა დაფუძნებული. გასხვლის დროს უმეტესად აჭრიან მონოპოდიურ ყლორტებს, რაც განაპირობებს სიმპოიდური ტოტების წარნმოშობას.

**ცრუდიქოტომიური დატოტვა.** სიმპოიდური დატოტვის განსაკუთრებული ფორმაა. ასეთი დატოტვა გვხვდება ზოგიერთ ფარულთესლოვან მცენარეში, როცა აპიკალური წერტილი კვდება, ან უბრალოდ არ ვითარდება, ხოლო ზრდას კი აგრძელებს ორი გვერდითი კვირტი, რომლებიც განლაგებული არიან მოპირდაპირედ, კეწრული კვირტის ქვემოთ. ცრუ დიქოტომოიური დატოტვის დროსაც მიიღება ორთითასებურობა, მსგავსი დატოტვა გვხვდება ბევრ მიხაკისებურში, იასამანში, ცხენისწაბლაში, ფითრში და სხვა.

**3.10.** **ყლორტების ფორმა და ტიპები**

ყლორტების ფორმა ძლიერ სხვადასხვანაირია და ეს დიდად არის განპირობებული ფილოგენეზით. სხვადასხვა მცენარის ყლორტები განსხვავდებიან საერთო ფორმით, მოხაზულობით განივ ჭრილზე, გახევევის ხარისხით და სხვა თავისებურებებით.

მცენარეთა უმრავლესობის ყლორტს განივ ჭრილში მომრგავლო მოხაზულობა აქვს, ზოგიერთისა - სამწახნაგოვანია (ისლი), ოთხწახნაგოვანია- (ტუჩისანები), წიბოვანია- (ბევრი ქოლგოსნების) და ა.შ.

ბევრი მცენარის ყლორტი ღრუა და ამოვსებულია მხოლოდ მუხლებში. ასეთ ყლორტებს ეწოდება ნ ა მ ჯ ა. ტიპიური ნამჯა აქვთ მარცვლოვანებს. ბევრ ქოლგოსნის (დიყი, ანგელოზა და სხვა) ყლორტი აგრეთვე ღრუა. მცენარეთა უმეტესობის ღერო დატოტვილია, მაგრამ გვხვდება დაუტოტავი ღეროებიც (ბაბუაწვერა). ამგვარად ღეროები შეიძლება იყოს მ ტ ო ტ ა ვ ი და ა რ ა მ ტ ო ტ ა ვ ი.

მარცვლოვანებს ახასიათებთ დატოტვის განსაკუთრებული ფორმა, რასაც ბ ა რ ტ ყ ო ბ ა ეწოდება. მისი არსი მდგომარეობს იმაში, რომ დატოტვა ხდება ყლორტის შემოკლებული მუხლებიდან, რომლებიც ნიადაგქვეშ ან ნიადაგის ზედაპირის დონეზე მდებარეობს, ამის შედეგად ფორმირდება მცენარის ბუჩქისებრი მიწისზედა ნაწილი. დაბუჩქებისას შემოკლებული მუხლთაშორისები შემოკლებულადვე რჩებიან მცენარის სიცოცხლის ბოლომდე. მარცვლოვანების ღეროს მუხლებს, რომლებიც ბარტყობის დროს ქმნიან გვერდით ამონაყარებს, ეწოდება ბ ა რ ტ ყ ო ბ ი ს მ უ ხ ლ ე ბ ი. ბარტყობისას თითოეული ყლორტი (მარტივი ან რთული თავთავით, ან საგველათი), რის გამოც ძლიერი ბარტყობის უნარის მქონე ჯიშები დიდ მოწონებაშია, რადგან მაღალმოსავლიანებია.

არჩევენ მ ჭ ი დ რ ო ბ უ ჩ ქ ო ვ ა ნ და მ ე ჩ ხ ე რ ბ უ ჩ ქ ო ვ ა ნ მარცვლოვანებს. მჭიდრობუჩქოვანი მარცვლოვანების ბარტყობა ხდება მიწისპირად, მეჩხერბუჩქოვანებისა მცირე სიღრმეზე. ნიადაგში მჭიდრობუჩქოვანი მარცვლოვანები ქმნიან ძლიერ მკვრივ კორდს. ბარტყობის დროს გვერდითი დამატებითი ყლორტების ( ჩალის ღერების) ძირითადი მასა წარმოიშობა მცენარის განვითარების ადრეულ სტადიაში, ერთმანეთთან დაახლოებული პირველი მუხლებიდან, თანაც გვერდითი ყლორტების ფორმირების პარალელურად, ამავე მუხლებიდან ვითარდებიან დამატებითი ფესვები. ბარტყობის პირველი მუხლები წარმოიშობიან ჩანასახის ღეროზე (ჩალის ღერზე), თითოეულ გვერდით ტოტზე-ჩალის ღერზე წარმოიშობა თავის ბარტყების მუხლები. მარცვლოვანი მცენარის დატოტვის ეს პროცესი-ბარტყობა საერთო ჯამში, აყალიბებს მის მიწისზედა ნაწილს, მის ბუჩქს. ველურად მოზარდ მარცვლოვანთა ყლორტების რაოდენობა მნიშვნელოვნად აღემატება კულტურული პურეული მარცვლოვანების ყლორტების რაოდენობას. მაგ. ქერს, ჭვავს, პურს, სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში უვითარდება არა უმეტეს 12 ყლორტისა; იმ დროს, როდესაც ბევრ ველურად მოზარდს უვითარდება რამდენიმე ათეული ყლორტი, თანაც ახალი გვერდითი ყლორტები ფორმირებისას ისევ დაბუჩქებას განიცდიან. მიწისზედა დატოტვა მარცვლოვანებში გვხვდება იშვიათად.

არჩევენ შ ე ფ ო თ ლ ი ლ და შ ე უ ფ ო თ ლ ა ვ ყლორტებს: ხახვის, იის, ბურბუშელას, ბევრი შროშანასებრის შეუფოთლავი ღეროს წვერზე ვითარდება ყვავილი ან ყვავილედი. მათი მიწისზედა ნაწილების მორფოლოგიური შესწავლისას ირკვევა, რომ შეუფოთლავ ღეროდ მიჩნეული ყვავილმტარებელი ან ყვავილედის ღერძი წარმოადგენს შემოკლებული ყლორტის ერთადერთ წაგრძელებულ ბოლო მუხლთაშორისს, დაგრძელებულ მუხლთაშორისს. ასეთი უფოთლო ყლორტის ნაწილს ი ს ა რ ი ეწოდება. ყვავილედის გამოჩენას ისარზე ა ღ ე რ ე ბ ა ეწოდება. ამ მცენარეთა ყლორტის შემოკლებული ნაწილი მდებარეობს ფესვის ყელთან ახლოს და ქმნის ე.წ. რ ო ზ ე ტ ს ს. როზეტზე ფოთლები განლაგებულნი არიან მარაოსებურად, თანაბრად არიან განათებული მზით და არ ჩრდილავენ ერთი მეორეს.

ყლორტის ფორმაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მასში მექანიკური ქსოვილის განვითარების ხარისხი. ამასთან დაკავშირებით გვხვდება სწორმდგომი, ზეწამოწეული, ხვიარა, მცოცავი, მწოლარე და მხოხავი ყლორტები. მცენარეების უმრავლესობას აქვს სწორმდგომი ღეროები. ასეთ ღეროებს აქვთ კარგად განვითარებული მექანიკური ქსოვილი და ამის გამო შეუძლიათ სწორად დგომა ჩვეულებრივად ხეებს და ბუჩქებს აქვთ სწორმდგომი ღერო (ხვიარების გარდა). ზეწამოწეული ღეროები გვხვდება ბალახოვან მცენარეებში (ბებრისკონკა, ბონდარი). მათში მექანიკური ქსოვილი სწორმდგომ ღეროებთან შედარებით სუსტადაა განვითარებული.

არმატურის არასაკმარისად განვითარების გამო ღეროს არ შეუძლია სწორდგომა. ამ შემთხვევაში არსებობს სხვადასხვანაირი შეგუებანი, რაც უზრუნველყოფს ღეროს სწორდგომას, ხოლო თუ ის იმყოფება ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში-ფუნქციონალური მოქმედების განხორციელებას. მექანიკური არმატურის არასაკმარისად განვითარებით გამოწვეულის შეგუების მიხედვით ღეროს ოთხ ფორმას არჩევენ:

1. ხვიარას;
2. მწოლარეს;
3. მხოხავს;
4. მცოცავს.

ხვიარები და მცოცავი ყლორტები მიისწრაფვიან შეინარჩუნონ სწორმდგომობა საყრდენის დახმარებით, მცენარეებს ხვიარა და მცოცავი ყლორტებით ლ ი ა ნ ე ბ ი ეწოდება.

**ხვიარა** **ყლორტები(ლიანები)** - ჩვეულებრივად ეხვევიან საყრდენს და ამით ინარჩუნებენ ვერტიკალურ მდგომარეობას. ლიანებს მხვიარა ტოტებით მიეკუთვნებიან ჩვეულებრივი ხვართქალა, ხვიარა ლობიო, სვია, მერქნიანი ლიანებიდან გლიცინია, ვაზისტანა, ხვიარა ვარდი და სხვა. ზოგი ლიანის ყლორტები საყრდენს ეხვევიან საათის ისრის მიმართულებით (სვია) ზოგი კი -პირიქით (ჩვეულებრივი ხვართქლა)

მცოცავ ლიანებს აქვთ განსაკუთრებული ორგანოები მ ი ს ა კ ი დ ე ბ ი, რომელთა დახმარებით მცენარე დგას ვერტიკალურად. მისაკიდების რამოდენიმე ტიპი არსებობს. ვაზი ეკიდება საყრდენს ულვაშების დახმარებით, სურო მისაკიდი ფესვების საშუალებით.

**მწოლარე ანუ გართხმული ყლორტები.** მათ არ შეუძლიათ ვერტიკალური დგომა, არ შეუძლიათ საყრდენის ირგვლივ შემოხვევა და მოკლებულნი არიან მისაკიდ ორგანოებს. ასეთი ყლორტები აქვთ გოგროვანთა უმრავლესობას, კიტრს, საზამთროს, ნესვს და სხვა. კიტრის და გოგრის ზოგიერთ ჯიშს აქვს მისაკიდი ყლორტები. საზამთროს აგრეთვე უვითარდება ულვაშები, მაგრამ ისინი არ მოქმედებენ და ღერო ისევ მწოლარე რჩება.

**მხოხავი ყლორტები.** მწოლარეებისაგან განსხვავებით შეუძლიათ მუხლებიდან წარმოშვან დამატებითი ფესვები. ამის გამო მათ შეუძლიათ დიდი ტერიტორიის დაკავება. მხოხავ მცენარეებს ეკუთვნიან: მარწყვი, მარწყვა-ბალახა, დანდური, ბუჩქებიდან -მაყვალი და სხვა.

ღეროს გახევების ხარისხთან დაკავშირებით არჩევენ ბალახოვან და მერქნოვან მცენარეებს. ბალახოვანი მცენარეების ღერო წვნიანია, რბილია და ხშირად ხორცოვანი, მერქნიანი მცენარეების (ხეებისა და ბუჩქების) ღერო გახევებულია.

**3.11.** **ღეროს ანატომიური აგებულება**

თავდაპირველად ღერო ვითარდება ჩანასახის კვირტიდან. ყლორტზე კვირტების გაშლით ფორმირდება ღერო. ორივე შემთხვევაში ჯერ ფორმირდება ღეროს პირველადი სტრუქტიურა, რომლებიც შიშველთესლოვანებში და ორლებლიანებში იცვლება მეორადი სტრუქტურით. ერთლებლიან მცენარეებში, მერქნიანი ფორმების გამოკლებით. ღეროს პირველადი სტრუქტურა ინახება მცენარის სიცოცხლის ბოლომდე. რაც შეეხება ერთლებნიან მერქნიან მცენარეებს, მათი პირველადი სტრუქტურა ყოველთვის გამოირჩევა მეორადი ცვლილებების დაწყების მიუხედავად.

ღეროს ანატომიური აგებულება მთლიანად შეესაბამება მის მიერ შესრულებულ ფიზიოლოგიურ ფუნქციას. ღეროში ნივთიერებათა გადამოძრავების ფუნქციის განხორციელებას უზრუნველყოფს მასში ძლიერ განვითარებული გამტარი ქსოვილების სისტემა. სხვადასხვა სტრუქტურის, ძლიერი მექანიკური ქსოვილების საშუალებით ღერო იტანს გვერდითი განშტოებების და ფოთლების უდიდეს სიმძიმეს. ღეროს სხვადასხვა ნაწილში კარგად განვითარებული პარენქიმა აკავშირებს სხგადასხვა ქსოვილის ჰისტოლოგიურ ელემენტებს და ამით აყალიბებს მცენარის სხეულს. მცენარის სხეულში ჭურჭელბოჭკოვანი კონები განლაგებულია სხავადასხვანაირად და ქმნიან სხვადასხვანაირი აგებულების ღეროს „ჩონჩხს“. ყველა ჭურჭელბოჭკოვანი კონა არის პერიციკლის შიგნით და მათ გარშემო განვითარებულ პარენქიმასთან ერთობლიობით ისინი ქმნიან ცენტრალურ ცილინდრს. ორლებნიან მცენარეებში ჭურჭელბოჭკოვანი კონები განლაგებულია განსაზღვრული სისტემით და ცენტრალური ცილინდრი მკვეთრადაა გამოხატული. ერთლებნიან მცენარეებში ჭურჭელბოჭკოვანი კონები განლაგებულია განსაზღვრული სისტემით და ცენტრალური ცილინდრი მკვეთრადაა გამოხატული. ერთლებნიან მცენარეებში ჭურჭელბოჭკოვანი კონები განლაგებულია უწესრიგოდ. ცენტრალური ცილინდრის განსაკუთრებული აგებულება დამახასიათებელია განსაზღვრული ტაქსონებისათვის. ცენტრალურ ცილინდრს ს ტ ე ლ ი ეწოდება.

**3.12.ღეროს ფორმირება ზრდის კონუსში.**

ღეროს პირველადი სტრუქტურა ყალიბდება აპიკალური მერისტემის მოქმედების შედეგად მისი ზრდის კონუსის ინიციალური უჯრედებიდან. ზრდის კონუსში ღეროს ფორმირებაზე არსებობს სხვადასხვაგვარი თეორია. ჯერ კიდევ მე-19 საუკუნის შუა პერიოდში ჰოფმეისტერმა დაასაბუთა ღეროს წარმოშობა ზრდის კონუსის ერთადერთი ინიციალური კენწრული უჯრედიდან. მისი თეორიის მიღება შეიძლებოდა, მხოლოდ ხავსისნაირებისა და გვიმრანაირების წარმომადგენლებისათვის, რომელთაც მიწისზედა ნაწილების აპექსებზე აქვთ ერთადერთი ინიციალური უჯრედი. თესლოვანების ღეროს წვერის ანატომიური შესწავლის შედეგად გამოირკვა, რომ ამ მცენარეებს აპექსებზე აქვთ არა ერთი ინიციალური უჯრედი, არამედ ასეთი უჯრედების მთელი ჯგუფი. ამასთან დაკავშირებით წარმოიშვა ორი ახალი თეორია ღეროს პირველადი სტრუქტურის ორგანიზაციი შესახებ. პირველი თეორია-ჰისტოგენების თეორიაა წამოყენებულ იქნა ჰანშტეინის მიერ (1868) ამ თეორიის თანახმად ყვავილოვან მცენარეებს ზრდის კონუსში აქვთ არა ერთი, არამედ ჯგუფი ინიციალური უჯრედებისა, რომლებიც ჯგუფურადვე არიან განლაგებული რამდენიმე ფენად. ჰანშტეინის აზრით, იმ მერისტემული უჯრედებიდან, რომლებიც განლაგებულნი არიან ღეროს კონუსის პერიფერიული უჯრედების ქვეშ, ყალიბდება ღეროსა და მცენარის მთელი სხეულის აგებულება, ჰანშტეინმა მერისტემული უჯრედების ხსენებული მასა- ჰისტოგენი გაყო სამ ზონად: დერმატოგენად, პერიბლემად და პლერომად.

ბევრ მცენარეში ღეროსა და ფესვის ზრდის კონუსებსი უჯრედების ეს ზონები კარგად განირჩევიან. ზრდის კონუსის უჯრედების პერიფერიულ ზონას დ ე რ მ ა ტ ო გ ე ნ ი ეწოდება. დერმოტოგენისაგან ხდება ღეროსა და ფესვის მფარავი ქსოვილის ფორმირება. დერმატოგენის ქვეშ არის რამოდენიმე წყება უჯრედებისაგან შემდგარი პერიბლემა. ეს ჰისტოგენი წარმოშობს ღერძითი ორგანოს პირველად ქერქს. პერიბლემის ქვეშ ზრდის კონუსის უჯრედების ცენტრალური ნაწილი ქმნის პლერომას-ჰისტოგენების ვენტრალურ ჯგუფს, რომლის უჯრედების დაყოფის მეოხებით ყალიბდება ღეროსა და ფესვის ცენტრალური ცილინდრი.

ზრდის კონუსის ჰისტოგენების ძირითად მასას შეადგენს პლერომა. მისი უჯრედები იყოფიან ყველა მიმართულებით. დერმატოგენი და პერიბლემა საფარველით გარს ერტყმის პლერონმა და მათი უჯრედები იყოფიან ანტიკლინარული მიმართულებით (ღეროს ზედაპირის პერპენდიკულარულად).

ღეროს ფორმირების მეორე თეორია-ტუნიკისა და კორპუსის თეორიაა. ეს თეორია სხვადასხვა მკვლევარის მიერ სხვადასხვანაირი ფორმითაა მოცემული, მაგრამ მის მთავარ ავტორად ითვლება შმიდტი (1920). ამ თეორიის თანახმად ზრდის კონუსის მერისტემა შედგება ორი ნაწილისაგან: ტუნიკისა და კორპუსისაგან. ზრდის კონუსის გარეთა ფენას შეადგენს ტუნიკი, ხოლო მთელ შიგნითა ნაწილს კორპუსი. ამ თეორიის თანახმად მერისტემის უჯრედების ინიციალური ჯგუფი შედგება რამოდენიმე ფენისაგან და მოთავსებულია ზრდის კონუსის სულ წვეროზე. ამ ჯგუფის გარეთა ფენების (1-4ფენა) უჯრედები იყოფიან ანტიკლინარული მიმართულებით და წარმოქმნიან ტუნიკს. ტუნიკის შიგნით არის აქტიურად გაყოფის უნარის მქონე მერისტემული უჯრედები, რომლებიც აყალიბებენ კორპუსს: ეს უჯრედები იყოფა ყველა მიმართულებით. ტუნიკი წარმოშობს მფარავ ქსოვილს და ნაწილობრივ ქერქს, ხოლო კორპუსიდან წარმოიშობა ცენტრალური ცილინდრი და ზოგჯერ ნაწილობრივ ქერქი.

ტუნიკისა და კორპუსის თეორია უფრო მოხერხებულია ბევრი მცენარის ზრდის კონუსის აგებულების ასახსნელად. ჰისტოგენების თეორია კი დასაბუთებული იყო წყალმცენარის (ელოდეას) გამოკვლევის საფუძველზე, რომელსაც დერმატოგენი, პერიბლემა და პლერომა მკვეთრად აქვს გამოხატული. ხმელეთის მცენარეების ზრდის კონუსში კი არჩევენ მხოლოდ ორ ფენას-ტუნიკს და კორპუსს.

ფოთლებიც და კვირტებიც დასაწყისს ღებულობენ ღეროს ზრდის კონუსიდან. ტუნიკის ქვეშ განლაგებული უჯრედები იყოფიან პერიკლინარული მიმართულებით (ღეროს ზედაპირის პარალელურად) და შიგნითა მხრიდან გარეთ ქმნიან ბორცვს, რომლებიც შემდგომში ფოთლების ბორცვად გარდაიქმნება. სხავდასხვა მცენარეში ფოთლის ბორცვების ჩასახვის დონე არა ერთნაირია. წყალმცენარეებში ელოდეაში, ვალისნერიაში და სხვებში ფოთლის ბორცვები ჩაისახება, ხოლმე ღეროს ზრდის წაგრძელებულ კონუსზე აპექსიდან საკმაოდ დაბლა. ტირიფის სახეობებში საფოთლე ბორცვები ჩაისახება თითქმის აპეკსის დონეზე. ბევრ მარცვლოვანში, კერძოდ სიმინდში ფოთლის ბორცვები ჩაისახება აპექსიდან რამდენადმე დაშორებით.

ზრდის კონუსისი ბორცვებს, რომლებიც ფოთლებს წარმოშობენ, ეწოდებათ პირველადი ბორცვები, როცა ამ პირველადი ბოორცვებიდან ვითარდება ფოთლის ფირფიტები, ამათ უბეებში ხდება მეორადი ანუ ს ა კ ვ ი რ ტ ე ბორცვების ჩასახვა. ზრდის კონუსის მეორადი ბორცვებიდან წარმოიშობა კვირტები, რომლებიც მომავლში დასაწყის აძლევენ გვერდით ყლორტებს. ფოთლების ფორმირება და საკვირტე ბორცვების ჩასახვა და ბოლოს გვერდითი ყლორტების განვითარება, ერთი მეორესთან მჭიდროდაა დაკავშირებული და წარმოადგენს ზრდისა და განვითარების ერთიან პროცესს. ორლებნიან მცენარეთა მერისტემებს, რომლებიც ამ ორ ორგანოს აყალიბებენ, ერთი და იგივე გენეზისი აქვთ. ბევრ მარცვლოვანებში და სხვა ერთლებნიანებში მითითებული კავშირი ფოთლის და გვერდითი ყლორტის ფორმირებას შორის წაშლილია. დასახელებული ჯგუფის მცენარეებში ზრდის კონუსზე კარგადაა განვითარებული ს ა ფ ო თ ლ ე ბორცვები, ხოლო საკვირტე ბორცვების განვითარება თითქმის გაჩერებულია.

ყლორტებზე ფოთლის უბეებში საკვირტე ბორცვების განვითარება ნებას გვაძლევს განვიხილოთ ისინი, როგორც ღეროს ზრდის კონუსის გამონაზარდები. მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ, რომ დამატებითი კვირტები ფორმირდება მუხლთაშორისებში პარენქიმული უჯრედების სპეციალიზაციის შედეგად, რომლებიც აგრეთვე დასაწყისს აძლევენ გვერდით ყლორტებს.

გვერდთი ფესვებიდან განსხავვებით, რომელთაც აქვთ ენდოგენური წარმოშობა (დასაწყის ღებულობენ პერიციკლიდან), გვერდითი ყლორტები ეგზოგენური წარმოშობისაა (დასაწყის იღებენ ზრდის კონუსის გარეთა ბორცვებიდან).

**3.13. ღეროს პირველადი აგებულება**

აპეკსის პირველადი მერისტემების მოქმედების შედეგად ზრდის კონუსში ფორმირდება ღერო.

პირველადი აგებულების ღერო ყოველთვის დაფარულია ეპიდერმისით. ფოთლის ეპიდერმისისაგან განსხვავებით, ღეროს ეპიდერმისის უჯრედები ნაკლებხვეულებიანია და წაგრძელებას განიცდიან ღეროს გასწვრივ მიმართულებით. ბევრ მცენარეს ღეროზე აქვს ნორჩი ბუსუსები, მარტივი და ჯირკვლოვანი, რომლებიც კვირტების გაშლისას ცვივიან. ეპიდერმისის ქვეშ დიფერენცირდება პირველადი ქერქი, რომლის შიგნითა საზღვარს, ისე როგორც ფესვში, შეადგენს ენდოდერმის რგოლი. ღეროში ბევრ შემთხვევაში ენდოდერმა წარმოადგენს სახამებლისს სათავსს, იგი შედგება ერთი წყება უჯრედებისაგან, რომელიც შეიცავს ბევრ ადვილად მოძრავ სახამებლის მარცვლებს. სახამებლის შემცველი უჯრედები თხელგარსიიანია და ფორმით თითქმის ოთკუთხედისებრია,

ღეროში ტიპიური ენდოდერმა კასპარის ლაქებით იშვიათად გვხვდება. ენდოდერმა ნალისებური გასქელებებით ძალიან ხშირადაა ღერძის სახეცვლილებებში-ფესვურებში. შროშანის ფესვურაში კარგადაა განვითარებული ორშრიანი ენდოდერმა.

ზოგჯერ ენდოდერმის უჯრედები გარეგნულად არ განსხვავდებიან პირველადი ქერქის დანარჩენი პარენქიმული უჯრედებისაგან, ისინი არ დიფერენცირდებიან სახამებლის შემცველ უჯრედებად და მათი გარსი არ განიცდის ნალისებურ გასქელებას.

პირველადი ქერქი ერთგვაროვანი არაა ეპიდერმისის ქვეშ, ღეროს პერიფერიასთან ახლოს, განლაგებულია ქლოროპლასტების შემცველი ქსოვილი. ეს ქერქის პარენქიმის ქლორენქიმული ნაწილია. ქერქის პარენქიმის კიდევ უფრი ღრმა ფენაში ქლოროპლასტები არ გვხვდება.

ქერქის ეპიდერმისის ქვეშა პარენქიმული უჯრედები ხშირად გარდაიქმნებიან ხოლმე კოლენქიმად. ასეთი გარდაქმნა ხდება ეპიდერმისის ქვეშა პარენქიმული უჯრედების გარსის გასქელების შედეგად. მომრგვალო ღეროებში კოლენქიმა იკავებს რგოლურ მდებარეობას, დაკუთხულ და წახნაგოვან ღეროებში კი განლაგებულია ღეროს გვერდებსა და კუთხეებში. ზოგჯერ პირველად ქერქში ყალიბდება გამონაყოფების სათავსები შინაგანი ჯირკცვლების სახით, ან ცალკეული უჯრედების იდიობლასტების სახით.

ამგვარად პირველადი ქერქის გარეთა საზღვარს შეადგენს ეპიდერმისი, შინაგანი-ენდოდერმა, რომელთა შორის დიფერენცირდება ქერქის პარენქიმა.

ცენტრალური ცილინდრის გარეთა საზღვარს წარმოადგენს პერიციკლი, რომელიც განვითარებულია ენდოდერმის ქვეშ. უმეტეს შემთხვევაში პერიციკლი ერთშრიანია, მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში იგი შედგება რამოდენიმე წყება უჯრედებისაგან. როგორც მითითებული იყო პერიციკლი ეკუთვნის პირველად მერისტემებს. ღეროში ჩვეულებრივად პერიციკლიდან წარმოიშობა მექანიკური ბოჭკოები, რომელთაც პერიციკლური ბოჭკოები ეწოდებათ. ეს ბოჭკოები პერიციკლთან ერთად შედაგენს ცენტრალური ცილინდრის გარეთა საზღვარს. პერიციკლური ბოჭკოები ზოგჯერ მთლიან რგოლს ქმნიან, ან განლაგდდებიან გამტარი კონების მოპირდაპირედ და გარდაიქმნებიან მათ მექანიკურ შემონაფენად და თანაც ამ შრემთხვევაში, გახევებას განიცდიან. გაუხევებელი ლაფნის ბოჭკოები ბევრ სართავ კულტურაში პერიციკლური წარმოშობისანი არიან.

ცენტრალურ ცილინდრში ყალიბდებიან ჭურჭელბოჭკოვანი კონები და გულგული, რომელიც შედგება ფაშრად განლაგებული პარენქიმული უჯრედებისაგან. გულგულის პერიფერიულ ნაწილს ეწოდება პ ე რ ი მ ე დ უ რ ა ლ უ რ ი ზონა. ხანში შესვლისას ბევრ მცენარეში გულგულის უჯრედები იღუპებიან, რის შედეგად ღეროს ცენტრში წარმოიშობა ღრუ, რომელიც ამოვსებულია ჰაერით ან წყლით. ზოგიერთი მცენარის გულგულში გროვდება გამონაყოფები, განლაგდებიან სარძევეები და ა.შ.

ერთლებნიან მცენარეებში პერიციკლი, როგორც ჩანს, განსაკუთრებულ როლს არ ასრულებს, ხშირად არც არსებობს და ღეროში, იშვიათი გამონაკლისის გარდა, არ არის მკვეთრი საზღვარი ქერქისა და ცენტრალური ცილინდრის ნაწილებს შორის.

**3.14.** **ღეროს პირველადი სტრუქტურის ორგანიზაცია**

ღეროს პირველადი მფარავი ქსოვილი-ეპიდერმისი ჰისტოგენების თეორიის თანახმად ყალიბდება დერმატოგენიდან, ხოლო ტუნიკისა და კორპუსის თეორიის მიხედვით -ტუნიკისაგან. პირველადი ქერქი შედგება თხელგარსიანი პარენქიმული უჯრედებისაგან და მის შიგნით საზღვარს შეადგენს ენდოდერმის რგოლი, ანუ სახამებლის სათავსი. რთული ჰისტოლოგიური სტრუქტურები ფორმირდება ცენტრალურ ცილინდრში. ცენტრალური ცილინდრის მთავარი სტრუქტურული ელემენტებია ჭურჭელბოჭეკოვანი კონები. ჭურჭელბოჭკოვანი კონების განლაგების ხასიათი ცენტრალურ ცილინდრში. ცენტრალური ცილინდრის მთავარი სტრუქტურული ელემნეტებია ჭურჭელბოჭკოვანი კონები. ჭურჭელბოჭკოვანი კონების განლაგების ხასიათი ცენტრალურ ცილინდრში სხვადასხვა ტაქსონში სხვადასხვანაირია. ერთლებნიან მცენარეებში ღეროს დიფერენცირება ქერქად და ცენტრალურ ცილინდრად მკვეთრად არაა გამოსახული.

ჭურჭელბოჭკოვანი კონები ფორმირდებიან ზრდის კონუსის წინასწარ დიფერენცირებული, განცალკავებულად დაჯგუფებული მერისტემული უჯრედებისაგან. ზრდის კონუსის ამ გამოცალკავებულ უბნებს პროკამბიალური კონები ეწოდება. თითოეული პრაკამბიალური კონა დიფერენცირდება ჭურჭელბოჭკოვან კონად. პროკამბიალური უჯრედები წვრილებია, 4-5 კუთხოვანი. ისინი იყოფიან ყველა მიმართულებით. თავდაპირველად პროკამბიუმის უჯრედებიდან ყალიბდება პროტოფლოემა და პროტოქსილემა. პროტოფლოემაში შეიძლება შევამჩნიოთ ჩვეულებრივი მაგრამ წვრილი საცრიანი მილები.

პროტოქსილემას შეადგენს სპირალური და რგოლური გასქელების მცირესანათურიანი ტრაქეიდები და ტრაქეები. პროტოფლოემასა და პროტოქსილემის ელემენტების ფორმირების დამთავრებისას წარმოიშობიან მეტად მსხვილკალინბრიანი მეტაფლოემის და მეტაქსილემის ჰისტოლოგიური ელემენტები. მეტაქსილემაში ვითარდებიან კიბენაირი, ფოროვანი და წერტილოვანი ტრაქეიდები. პროტოფლოემა და მეტაფლოემა შეადგენენ პირველად ფლოემას, ხოლო პროტოქსილემა და მეტაქსილემა-პირველად ქსილემას.

ღეროს პირველად სტრუქტურაში გულგული კარგადაა განვითარებული. იგი შედგება მომსხო პარენქიმული უჯრედებისაგან მარცვლოვანი ციტოპლაზმითა და მსხვილი ბირთვებით. ასეთი სტრუქტურა დამახასიათებელია ახალგაზრდა უჯრედებისათვის.

კამბიუმის რგოლის წარმოშობისას ღეროში ხორციელდება პირველადი აგებულების გადასვლა მეორადში.

ერთლებნიანებში კამბიუმი არ ვითარდება და ამისათვის ღეროს პირველადი აგებულება მათში შენარჩუნებულია სიცოცხლის ბოლომდე. მერქნიან ერთლებნიანებში და ზოგიერთ მრავალწლოვან ბალახოვან ერთლებნიან მცენარეებში მეორადი ცვლილებები ხორციელდება სხვა გზით, რაზედაც ქვემოთ იქნება ნათქვამი.

**3.15.** **ორლებნიან მცენარეთა ღეროს აგებულება**

რაკი ორლებნიან მცენარეებში მეორადი მერისტემების ჩამოყალიბება ხდება ადრე, ინტენსიურად ფორმირებული მეორადი სტრუქტურებიც ადრე ყალიბდებიან ხოლმე. ორლებლიანი მცენარეების ღეროში მეორადი ცვლილებები იწყება კამბიუმის დიფერენცირებასთან ერთად. მერქოვანებში ეს პროცესი ხდება ისე ჩქარა, რომ ახალგაფურჩქნილ ყლორტში მეტად ძნელდება პირველადი წარმოშობის სტრუქტურული ელემენტების გარჩევა. ბალახოვან მცენარეებში პირიქით, მიუხედეავდ მეორადი ცვლილებების ნაადრევად ჩამოყალიბებისა, პირველადი აგებულების ჰისტოლოგიური ელემენტები ხანგძლივად ინახება. ბალახოვან მცენარეებში ტიპური პირველადი აგებულება შეიძლება შევამჩნიოთ კვირტში, რომელიც მზადაა გასაშლელად, კვირტის გაშლის დასაწყისშივე წარმოიშვება კამბიუმი, რომელიც პირველსავე ეტაპზე აქტიურად მოქმედებს და წარმოშობს მეორად ელემენტებს.

სურათზე მოცემულია ორლებნიანების ღეროს ტიპური პირველადი აგებულება იაპონური ხურმის მაგალითზე. როგორც სურათიდან ჩანს კამბიუმი ეს ეს არის იწყებს დიფერენცირებას კონათაშორის პარენქიმული უჯრედებიდან და ნაწილობრივ ფლოემასა და ნაწილობრივ ქსილემას შორის შემონახული პროკამბიალური უჯრედებიდან. კონათაშორის პროკამბიალური უჯრედების ფენები დასაწყისს აძლევენ კონის კამბიუმს, ხოლო აქტივიზებული კონათაშორისი პარენქიმული უჯრედები-კონათაშორის კამბიუმს. შემდგომში კონისა და კონათაშორისი კამბიუმები ერთდებიან წარმოშობენ ღეროს კამბიალურ რგოლს. კამბიუმის მოქმედება ხორციელდება შემდეგი წესით: კამბიუმის უჯრედები პერიფერიისაკენ გამოყოფენ მეორადი ფლოემის ელემენტებს, ცენტრისაკენ-მეორადი ქსილემის ელემენტებს. ერთდროულად ალაგ-ალაგ წარმოიშობა ქერქის მეორადი პარენქიმა, ყალიბდება ფლოემის მეორადი ბოჭკოებიც (სხვადასხვა მცენარეში სხვადასხვანაირად).

ი.პ. კოსტიჩევმა დაადგინა, რომ პროკამბიალური კონები წარმოიშობიან ორი სხვადასხვა ფორმით და ამასთან დაკავშირებით ყალიბდება ღეროს სხვადასხვა ტიპები. მერქნიან მცენარეთა უმეტესობაში-ფარსმანდუკში, სელში, პროკამბიუმი ფორმირდება მთლიანი რგოლის სახით. ასეთი პროკამბიალური რგოლიდან ყალიბდება ფლოემისა და ქსილემის მთლიანი რგოლი, თანაც ფლოემა განლაგდება ღეროს პერიფერიული ნაწილისაკენ, ხოლო ქსილემა-ცენტრისაკენ.

ფლოემასა და ქსილემას შორის შენარჩუნებულია პროკამბიალური უჯრედების ზოლი, რომელიც საწყისს აძლევს კამბიალური რგოლის წარმომშობ კამბიალურსავე უჯრედებს. ასე ფორმირდება არაკონებრივი აგებულების ღერო.

სხვა მცენარეებში ღეროს ზრდის კონუსში პროკამბიალური კონების ჩასახვა ხდება არა მთლიანი რგოლის სახით, არამედ წყვეტილად. ამ შემთხვევაში თითოეული პროკამბიალური კონა წარმოშობს დამოუკიდებელ ჭურჭელბოჭკოვან კონას, რომელშიც ფლოემას და ქსილემას შორის იმყოფება პროკამბიალური უჯრედების ზოლი. ასე ყალიბდება კონებრივი აგებულების ღერო. ასეთ ღეროებში კამბიალური რგოლის წარმოშობა ხდება კონათაშორისი და კონის კამბიუმის შეერთებით. კონის კამბიუმი წარმოიშობა კონის ფლოემასა და ქსილემას შორის შემორჩენილი აქტიური პროკამბიალური უჯრედებისაგან. კონათაშორისი კამბიუმი კი წარმოიშობა გულგულის სხივების პარენქიმული უჯრედების ზოლებიდან. გულგულის სხივს უწოდებენ პარენქიმული უჯრედების უბანს, რომელიც განლაგებულია ორ მეზობელ კონას შორის (ეს პირველადი გულგულის სხივია), გულგულის სხივები ერთგვარად აერთიანებენ ღეროში გულგულსა და ქერქს პარენქიმული ქსოვილების ერთიან სისტემად.

კონის კამბიუმი პერიფერიისაკენ (პირველადი ფლოემის მხარეს) გამოყოფს მეორეულ ფლოემას და ცენრტრისაკენ (პირველადი ქსილემის მხარეს) მეორეულ ქსილემას. კონათაშორისი კამბიუმი განაგრძობს პარენქიმული უჯრედების წარმოშობას როგორც პეიფერიისაკენ, ისე ცენტრისაკენ, ე.ი. განაგრძობს გულგულის სხივის ფორმირებას.

ღეროს აგებულების კონებრივი ტიპი უმეტეს შემთხვევაში გვხვდება ორლებნიან ბალახოვან მცენარეებში, მაგალითად, ბაიაში, მზესუმზირაში, ძირმწარაში, მერქოვან მცენარეებში-საქსაულში, ვაზში და სხვა.

ს.პ. კოსტიჩევი არჩევდა ზემოთ დასახელებული ტიპების ქვეტიპებსაც, რომლებიც განსხვავდებიან პერიციკლური წარმოშობის მექანიკური ბოჭკოების ჩასახვის ხასიათით, ფლოემის ბოჭკოების, კონათაშორისი მექანიკური ქსოვილების ფორმირებით და სხვა ნიშნებით.

* 1. **ორლებნიანი ბალახოვანი მცენარეების ღეროს აგებულება**

ბალახოვანი მცენარეები, როგორც ორლებნიანების, ისე ერთლებნიანების ღეროს მთავარი თავისებურებაა პარენქიმული ქსოვილების გაძლიერებული განვითარება (პარენქიმიზაცია). მათ პარენქიმა განვითარებული აქვთ გულგულში, ქერქში და გულგულისსხივებში.

ამ მცენარეებში მექანიკური ქსოვილების განლაგების წესს დამახასიათებელი თავისებურება აქვს. ჩვეულებრივად მფარავი ქსოვილის ქვეშ ყალიბდება მექანიკური ქსოვილების რგოლი. ორლებნიანებში ხშირად გვხვდება კოლენქიმატოზური ქსოვილი, ხოლო ერთლებნიანებში-მექანიკური ბოჭკოები. სხვადასხვა აგებულების მექანიკური ქსოვილები გვხვდება ქერქის პარენქიმაშიც. ბალახოვანი მცენარის ღეროს ანატომიური აგებულება ასახავს გარეგანი ეკოლოგიური ფაქტორების გავლენას.

ორლებნიანი ბალახოვანი მცენარის მეორადი აგებულება ცოტათი განსხვავდება მისი პირველადი აგებულებისაგან. მეორადი ცვლილებები ღეროში თავს იჩენს კამბიუმის რგოლის მოქმედების დასაწყისშივე, რის გამოც ღერო მსხვილდება და ჭურჭელბოჭკოვანი კონების განლაგება ხდება გარკვეული წესით. რადგანაც ჭურჭელბოჭკოვანი კონები პარალელურ რიგებად არიან განლაგებულნი ღეროს სიგრძეზე, განივ ჭრილზე ისინი ქმნიან წესიერ რგოლს იმისათვის, რომ ვიქონიოთ წარმოდგენა ორლებნიანი მცენარეების ღეროს სხვადასხვა სტრუქტურულ ტიპებზე (კოსტიჩევის მიხედვით) მოვიყვანოთ ზოგიერთი მაგალითი.

მხოხავი სამყურას ღეროს განივ ჭრილზე შეიძლება გავეცნოთ ღეროს კონებრივ აგებულებას სურათზე დემონსტრირებულია ახალგაზრდა ღერო. ეპიდერმისი დაფარულია კუტიკულის თხელი ფენით, ეპიდერმისის უჯრედების გარსი გასქელებულია და გაკუტინებული. ეპიდერმისის ქვეშ განლაგებულია ქერქის თხელგარსიანი პარენქიმა. მისი უჯრედები წაგრძელებულია ტანგენტალური მიმართულებით, რაც წარმოადგენს ღეროს გასქელებისა და ჰორიზონტალური მიმართულებით გაჭიმვის შედეგს: უფრო მოგვიანო ეტაპზე ქერქის პარენქიმის უჯრედები, რომლებიც ეპიდერმისის ქვეშ არიან განლაგებულნი გასქელებას განიცდიან და გარდაიქმნებიან კოლენქიმად. ბევრ ბალახოვან მცენარეში შეიძლება შევამჩნიოთ კუთხოვანი და ფირფიტნაირი გასქელების კოლენქიმა. ზოგჯერ შეიმჩნევა კოლენქიმას ამ ორი ტიპის შერწყმა. ბალახოვანი მცენარეების ღეროს კოლენქიმა ანიჭებს ელასტიკურობას და დრეკადობას, რაც ეხმარება ისეთი გრიგალისადმი გამძლეობაში, რომელიც დიდ ხეებსაც კი წააქცევს ხოლმე.

სამყურას ცენტრალური ცილინდრ გაცილებით უფრო ძლიერ აქვს განვითარებული, ვიდრე ქერქის ნაწილი. ეს დამახასიათებელია ბალახოვანი ორლებნიანი მცენარეების უმრავლესობისათვის. სახამებლის შემცველი შრე სამყურას ღეროში არაა გამოსახული, არ ჩანს დიფერენცირებული პერიციკლიც, მაგრამ ჭურჭლოვანი კონების ზემოთ განვითარებულია მექანიკური ქსოვილის ჩაჩი (მექანიკური ბოჭკოს სარტყელი), ალბათ პერიციკლური წარმოშობისა.

ცენტრალური ცილინდრის ძირითადი ელემენტებია-ჭურჭელბოჭკოვანი კონები და მძლავრად განვითარებული მსხვილუჯრედოვანი გულგულის პარენქიმა. კონის კამბიუმი კარგადაა გამოსახული, ხოლო კონათაშორისი-ჯერ კიდევ არაა. მოცემულ სურათზე ღეროს მეორადი ელემენტები ფორმურილებულია კამბიუმისაგან და ნაწილობრივ წარმოდგენილია ზოგიერთი ტრაქეალური და საცრიანი ელემენტებით. ჭურჭელბოჭკოვანი კონები შეერთებული არიან მთლიან რგოლად კონათაშორისი მექანიკური ქსოვილის სექტორებით. ს.პ. კოსტევიჩი, ასეთი კონებრივი აგებულების ღეროს ტიპს, სადაც ჭურჭელბოჭკოვანი კონები ფორმირების ადრეულ ეტაპზე ერთდებიან მთლიანი რგოლის სახით კონათაშორისი მექანიკური ქსოვილის სექტორებით, გამოყოფს განსაკუთრებულ ჯგუფად. ასეთ ღეროებში კონათაშიორისი კამბიუმი წარმოიშობა გვიან, მექანიკური ქსოვილის სექტორებზე და უერთდება რა კონის კამბიუმს წარმოშობს კამბიუმის მთლიან რგოლს.

კონებრივი აგებულების ღერო კარგად განვითარებული გულგულის სხივებით და ქერქის საზღვარსა და ცენტრალურ ცილინდრს შორის მექანიკური ქსოვილის მთლიანი რგოლით, აქვს ძირმწარას, ზოგიერთ ბაიანარებს და სხვა. ამ მცენარეებს კონათაშორისი კამბიუმი ადრე ჩაესახებათ ხოლმე გულგულის სხივის პარენქიმის სექტორში, რის შედეგად კამბიუმის რგოლი ფორმირდება და მოქმედებას ასევე შედარებით ადრე იწყებს.

უკონო აგებულების ღეროს ნიმუშად შეიძლება გამოვიყენოთ სელი. სელს ქერქოვან ნაწილში კარგად ემჩნევა პირველადი და მეორადი წარმოშობის ჰისტოლოგიური ელემენტები. მცენარის განვითარების ადრეულ ეტაპზე ღეროს ჰორიზონტალური მიმართულებით გაჭიმვის შედეგად პირველადი პარენქიმის უჯრედები გამოირჩევიან შედარებით მცირე სიდიდით და წაგრძელებული ფორმით.

პერიციკლური ლაფნის ბოჭკოები განლაგებულია არა მთლიანი რგოლის სახით, არამედ ცალკეული უბნის სახით. ლაფნის ბოჭკოების უჯრედებს აქვთ ძლიერ გასქელებული გარსი, როგორც ცნობილია ლაფნის ბოჭკო წარმოადგენს მასალას „საფეიქრო მრეწველობისათვის“. ფლოემაზე, მასში სოლივით შეჭრილი უბნების სახით იმყოფება მეორადი ქერქის მხსხვილუჯრედებიანი პარენქიმა. ფლოემა და ქსილემა განლაგებულია მთლიანი რგოლის სახით. კამბიუმიც აგრეთვე განლაგებულია მთლიანი რგოლის სახით ფლოემასა და ქსილემას შორის. პირველადი ქსილემა ეხება გულგულის პერიმედულარულ ზონას.

**3.17.** **წლიური ერგოლები**

კამბიუმის ფუნქციონალური აქტივობა წლის სხვადასხვა სეზონში ზომიერი კლიმატის ზონაში არათანაბარია. კამბიუმი მეტად აქტიურია გაზაფხულზე, როცა იწყება წვენთა მოძრაობა. ამ პერიოდში კამბიუმი დიდი რაოდენობიტ აყალიბებს წყლის გამტარი ელემნეტების კომპლექსს. გაზაფხულზე ფომირებულ ჭურჭლებს და ტრაქეიდებს აქვს დიდი დიამეტრი, მათი გარსი შედარებით თხელია და უფრო იჭიმება რადიალური მიმართულებით. შემოდგომისათვის კამბიუმის უჯრედები მნიშვნელოვანდ ამცირებენ მერისტემულ მოქმედებას და კამბიუმის მიერ წარმოშობილი ელემენტების რაოდენობა შესამჩნევად მცირდება. ამასთან ისინი მცირე ყალიბისაა, სქელგარსიანებია, მჭიდოდ არიან განლაგებული, გაჭიმულია უფრო ტანგენტალური მიმართულებით, ხოლო დავიწროვებულია რადიალური მიმართულებით. კამბიუმის უჯრედების უთანაბრო მოქმედების შედეგად წარმოიშობიან მერქნის წლიური რგოლები. წლიური რგოლი არის მერქნის ის ნაწილი, რომელსაც კამბიუმი წარმოშობს ერთ სავეგეტაციო პერიოდში, როგორც არ უნდა მკვეთრად განსხვავდებოდეს მერქნიანის ჯიშების მერქნის გაზაფხულის და შემოდგომის ჰისტოლოგიური ელემენტები, ამ ელემენტებს შორის გადასვლა მაინც თანდათანობითია. ზოგიერთ მერქნიან ჯიშში ეს განსხვავება არაა დიდი. ამასთან დაკავშირებით, არჩევენ ხეების რგოლურჭურჭლოვანი და გაფანტულჭურჭლოვანი მერქნით.

რგოლურჭურჭლოვან მერქანში გაზაფხულის და შემოდგომის ნაზარდი მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. გაზაფხულის ჭურჭლები, ტრაქეიდები და მათი თანამგზავრი ელემეტების მსხვილყალიბიანი და თხელგარსიანი. შემოდგომის ტრაქეალური ელემენტები წვრილყალიბიანი და სქელგარსიანი. წლიური რგოლები მკვეთრადაა გამიჯნული ერთიმეორისაგან (მუხა, იფანი).

გაფანტულჭურჭლოვან მერქანში მსხვილ ყალიბიანი ჭურჭლები გაფანტულია თითქმის თანაბრად მერქნის მთელ წლიურ ნაზარდში. წლიური რგოლები ერთი მეორისაგან შედარებით მკვეთრად არ არიან გამიჯნული (ზოგიერთი თელადუმა). წლიური რგოლის ზრდის ტემპზე და მის სისქეზე დიდ გავლენას ახდენს ატმოსფერული ნალექები, სითბური რეჟიმი და მზიანი დღეების რაოდენობა. ამათ შორის სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ატმოსფერულ ნალექებს.

კლიმატოლოგები და პალეონტოლოგები წლიური რგოლების სისქის მიხედვით იგებენ არამვთუ წინა წლების, არამედ წარსული საუკუნეების (ნამარხების მიხედვით) ჰავასაც კი. ხის ასაკს არკვევენ წლიური რგოლების რიცხვის მიხედვით. მშრალი სუბტროპიკების რაიონებში და მშრალ სტეპებში უჩვეულო წვიმების შემთხვევაში ზაფხულის პერიოდში შიძლება წარმოიშვას ცრუ წლიური რგოლები და ყლორტის ცრუ მინაზარდი. ეს მოვლენა შეინიშნება სსრკ სამხრეთ რაიონებში, მაგალითად, საქსაულზე, ელდარის ფიჭვზე და ბევრ სხვაზე. ბაქოს ბოტანიკურ ბაღში ისეთი ჯიშები, როგორიცაა თელა, მუხა, ფიჭვის ზოგიერთი სახეობა სავეგეტაციო პერიოდში სისტემატიურად იძლევიან რამდენიმე მინაზარდს. გულმოდგინე დაკვირვებით ეს ცრუ რგოლები შეიძლება ნამდვილისაგან განვასხვაოთ. ცრუ რგოლების ერთ ერთი დამახასიათებელი ნიშანია ის, რომ ისინი ქმნიან არასრულ წრეს.

წლიური რგოლები აქვთ ტროპიკული ზონის მერქნიან ჯიშებს, უმთავრესად იმათ, რომლებიც გავრცელებულია რაიონებში, სადაც წლის განმავლობაში მშრალი და წვიმიანი პერიოდების მკვეთრი მონაცვლეობა ხდება. ტროპიკულ მცენარეთა უმრავლესობას იმ რაიონებში, სდაც თანაბარზომიერი წვიმიანი ამინდია, აქვთ ჰომოგენური წლიური რგოლები და ისინი ისეა შერწყმული, რომ ერთმანეთისაგან გარჩევა შეუძლებელია. წლიური რგოლების წარმოშობაზე გავლენას ახდენს სახეობის მემკვიდრეობაც. ზოგიერთ ტროპიკულ ჯიშს ყოველნაირ ამინდის პირობებში უყალიბდებათ წლიური რგოლები, მაგრამ არის უკუ მოვლენებიც.

წლიური რგოლის ფორმირება დამოკიდებულია ღეროს ზრდის კონუსის მერისტემის მოქმედებაზე და ფოთლების წარმოშობაზე. პირველ რიგში კამბიუმის გააქტიურება ხდება მცენარის იმ ნაწილში, სადაც ვითარდებიან ფოთლები და შემდგომ მისი აქტივობა გადადის ასკობრივად შედარებით ხნიერ ნაწილში. რგოლურჭურჭლებიან ჯიშებში ეს პროცესი ძალიან ჩქარა მთავრდება და რამდენიმე დღეში აღწევს ღეროს ფუძემდე.

რამდენიმე წლიური რგოლის წარმოშობა ერთი სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში შეესაბამება ყლორტის მონაზარდების რიცხვს (რამდენჯერაც გაიშლება კენწრული კვირტი).

შეიმჩნევა წლიური რგოლის გამოვარდნაც. ამის მთავარი მიზეზია დუხჭირი სასიცოცხლო პირობები, რაც იწვევს მვცენარის დაჩაგვრას. რგოლების გამოვარდნა ემჩნევა მტირალა ყლორტების ფუძეში, ქონდარა მცენარეებს ქოთნის კულტურაში არასაკმარისი რწყვისა და ნიადაგში საკვები ნივთიერებების ნაკლებობისას და აგრეთვე ხელოვნურად გაშენებულ ქონდარა ხეებს ჩინეთსა და იაპონიის ბაღებში. რგოლების გამოვარდნა შეიმჩნევა მცენარის სოკოვანი და ბაქტერიული დაავადების დროსაც და ხეების ახალგაზრდა ნაწილების მავნე მწერებით დაზიანებისას.

**3.18.** **მერქნიანი მცენარეების ღეროს აგებულება**

მერქნიან მცენარეთა ღერო განსხვავდება ბალახოვანი ღეროსაგან ბევრი სტრუქტურული თავისებურებებით, ეს განსხვავება გამოწვეულია ბიოლოგიური თავისებურებებით და პირველ რიგში მერქნიანი და ბალახოვანი მცენარეების ღეროს ფუნქციონალური მოქმედებით. მერქნიანი მცენარეების ღეროს მრავალი წლის განმავლობაში აწვება მიწისზედა ორგანოების (ტოტების, ფოთლების, ნაყოფების) უდიდესი სიმძიმე. მერქნიანი მცენარეების ღეროს მთავარი განმასხვავებელი ნიშანი ბალახოვანებისაგან არის ჰისტოლოგიური ელემენტები. ძლიერი გახევება მექანიკური ქსოვილების მძლავრი განვითარება, ამასთან გახევებული და მექანიკური ელემენტების ძირითადი მასა ღეროს ცენტრშია თავმოყრილი.

თანამედროვე მერქნიან მცენარეებს ეკუთვნიან წიწვიანების, ორლებნიანებისა და ერთლებლიანების წარმომადგენლები. ხეების ფოთლოვანი ჯიშები ეკუთვნიან ორლებნიანების კლასს. მათი წარმომადგენლებია: არყი, ლაფანი, მუხა, ნეკერჩხალი, თელა, ცაცხვი და ბევრი სხვა. წიწვიანი მცენარეები ეკუთვნიან შიშვიელთესლოვანების ტიპს. მათ მიეკუთვნება ფიჭვი, ნაძვი, სოჭი, ლარიქსი და სხვა.

წიწვიანებისა და მერქნიანი მცენარეების ღეროს ანატომიურ აგებულებაში ბევრი მსგავსებაა. ამ მცენარეთა ღეროს აქვს მეორადი აგებულება. მთავარი სტრუქტურული ელემენტი-კამბიუმია. კამბიუმი წარმოშობს ფლოემისა და ქსილემის ელემენტებს, ამასთან ქსილემის ელემენტებს-ბევრჯერ მეტად, ფლოემას ელემენტებს. კამბიუმი არეგულირებს როგორც წიწვიანების, ისე ორლებნიანების ღეროს გამსხვილებას. კამბიუმის მთავარ ფუნქციას შეადგენს, მძლავრი ქსილემის (მერქნის) ფორმირება მცენარის მთელი ცხოველმოქმედების პერიოდში.

დასახელებულ მცენარეთა ჯგუფის წარმომადგენლების ღერო შეგება უმთავრესად მერქნისაგან, თუმცა ქსილემის ჰისტოლოგიური ელემენტები, მათი შედგენილობა და განლაგების წესი ორლებნიანებში და წიწვიანებში მნიშვნელოვნად განსხავავდება.

თანამედროვე ერთლებნიან მერქნიანებს ეკუთვნიან პალმებისა და დრაცენის სხვადასხვა სახეობა, რომლებიც გავრცელებული არიან ტროპიკულსა და სუბტროპიკულ სარტყელში. ერთლებნიანი მერქნიანი მცენარეების ღეროში კამბიუმი არ ვითარდება, გამტარი კონები დახურულია და განცალკავებული, ისინი გაბნეული არიან პარენქიმის მთელს მასაში. მეორადი ცვლილებები ზოგიერთი ერთლებნიანის ღეროში გამოწვეულია პარენქიმული უჯრედებისაგან წარმოქმნილ ხანმოკლე დროის განმავლობაში მოქმედი წარმომშობი რგოლებისაგან.

**ორლებნიანი მერქნიანი მცენარეების ღეროს აგებულება.** ორლებნიანი მცენარის ღეროში მეორადი ცვლილებები იწყება ძალიან ადრე. ბალახოვანი ორლებნიანი მცენარეებისაგან განსხვავებით. ერთწლიანი და 2-3 წლიანი ტოტის პერიდერმის ზედაპირზე შეიძლება შევამჩნიოთ მკვდარი ეპიდერმისის ნარჩენები, ქერქში კოლენქიმა, პერიციკლური ბოჭკოები და ზოგჯერ სახამებლოვანი შრე. ეს პირველადი წარმოშობის სტრუქტურული ელემენტები შემდგომ ითქვიფებიან ღეროს მეორად ელემენტებში. ორლებნიან მერქნიან მცენარეთა უმეტესობის ღერო უკონო აგებულებისაა. ამიტომ ღეროს ზრდის კონუსში ისახება პროკამბიალური უჯრედების უწყვეტი რგოლი, რომელიც წარმოშობს ქსილემისა და ფლოემის რგოლებს. მათ შორის იმყოფება მოქმედი პროკამბიალური ზოლი, რომელიც საწყისს აძლევს კამბიუმის რგოლს.

მაგრამ საზღვარს ცენტრალურ ცილინდრსა და პირველად ქერქს შორის ორლებნიან მერქნიან მცენარეებში შეადგენს პერიციკლი თავისი წარმონაქმნებით. უმეტეს შემთხვევაში, ამ საზღვარს ქმნიან პერიციკლური ბოჭკოები, რომლებიც განლაგებულნი არიან გამოცალკავებული კონების, ან მთლიანი რგოლის სახით. ზოგიერთ ჯიშში პერიციკლური ბოჭკოები არ ვითარდება.

**ქერქის** **ჰისტოლოგიური** **ელემენტები.** მეორადი სტრუქტურის ფორმირების დასაწყისში ქერქის გარეთა შრეს წარმოადგენს პერიდერმა. ბევრ მერქნიან ჯიშში პერიდერმა დროთა განმავლობაში გარდაიქმნება ფუტის ფენად. პერიდერმის ქვეშ ცენტრალურ ცილინდრამდე განლაგებულია ქერქის პარენქიმა. ზოგიერთ ჯიშს პარენქიმაში უვითარდება ჯირკვლები ან ცალკეული იდიობლასტები გამონაყოფებით. პერიციკლური ბოჭკოების არსებობის დროს ქერქის შიგნითა საზღვარს შეადგენს პირველადი წვრილუჯრედოვანი პარენქიმა. რომელიც ეკვრის ფლოემის გარეთა ფენას, ასევე პირველადსა და წვირლუჯრედოვანს.

**პერიდერმის ჰისტოლოგიური შედგენილობა.** სხვადასხვა ჯიშში სხვადასხვანაირია. მრავალფეროვანია ფელემა (კორპი), რომელც შედგება ან თხელგარსიანი უჯრედებისაგან, როგორც შოთხვში და ანწლში, ან თხელგარსიანი უჯრედები მონაცვლეობენ სქელგარსიანებს. ერთ შემთხვევაში გასქელებას განიცდის გაკორპებადი უჯრედის, მხოლოდ შიგნითა კედელი (ძახველა) ან სქელდება ტანგენტალური კედლები ( ბევრი ტირიფი), ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში, როგორც მაგალითად არყს, უჯრედების გარსი უსქელდება თანაბრად, ლირიოდენდრონსა და არყში ორი-სამი ფენა თხელგარსიანი კორპი (რბილიკორპი) ენაცვლება სქელგარსიანი კორპის შრეებს ( მაგარ კორპს), არყში ისევე როგორც ბევრ სხვა ჯიშში, სქელგარსიანი კორპის ფენები აშრევდებიან თხელგარსიანი კორპისაგან თხელი აფსკების სახით. ბევრი ჯიშის ღერო, როგორც წიფელის, რცხილასი, მრავალი წლის განმავლობაში (ზოგჯერ სიცოცხლის ბოლომდე) დაფარულია გლუვი პერიდერმით და ფუტი ასეთ ხეებს თითქმის არ უვითარდებათ. გლუვი პერიდერმისათვის სხვადასხვა ჯიშში დამახასიათებელია მეჭეჭების ფორმა და განლაგება.

ფუტი ქმნის დამახასიათებელ ბზარებს, რომლებსაც შეუძლიათ განლაგდნენ ღეროს სიგრძეზე პარალელურ ან ირიბად დაგრეხილ ღმეჭებად, სიგრძივ განივ კვადრატებად და ა. შ. რაც დამახასიათებელია მერქნიანი მცენარეების თითოეული სახეობისათვის.

არჩევენ რგოლურ და ქერქლოვან ფუტს. რგოლური ფუტი გვხვდება იმ ჯიშებში, რომელშიც პერიდერმა ვითარდება კონცენტრიულ რგოლებად, ამ შემთხვევაში ფუტი ღეროს სცილდება სიგრძივ ზოლებად (ვაზი). ღეროს ქერქლისებური ფუტი სცილდება ან სცვივა ქერქლების ან პატარა ნაკუწების სახით (ჭადარი). ქერქლისებური ფუტი ახასიათებს იმ ჯიშებს, რომლებთაც ფირფიტისებრი პერიდერმა უვითარდებათ.

ზოგიერთი ჯიშის ხნიერ ღეროზე ფუტი არ იქერცლება და ქმნის ღრმა ნაბზარებს( არყი).

ზოგიერთ მერქნიან მცენარე უვითარდება კორპის ძლიერი ფენა. კორპის მუხის, ამურის კორპის ხის კორპის ფენა აღწევს დიდ სისქეს და გამოიყენება სახალხო მეურნეობაში სხვადასხვა მიზნით.

მერქნიანი მცენარეებისათვის ფუტს აქვს განსაკუთრებული მნიშვნელობა, როგორც კარგი იზოლატორი, იგი იცავს მათ სიცივისაგან, სიცხისაგან ასევე მზის დამწვრობისაგან, ტყის ხანძრისაგან, მეხისაგან და ა.შ. ხეები გლუვი ფუტით, ადვილად ზიანდება ტყის ხანძრით, მეხით და მზის დამწვრობით.

**ქერქის პარენქიმა -**მერქნიან მცენარეებში ასრულებს სხვადასხვა ფუნქციას. ქერქის პარენქიმის გარეთა ფენები, მათ შორის ფელოდერმის უჯრედები, შეიცავენ ქლოროპლასტებს ღეროსა და გვერდითი ტოტების ასკისაგან დამოუკიდებად. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ეს უჯრედები აწარმოებენ ფოტოსინთეზს. პარენქიმის შიგნითა ფენებში გროვდება მარაგი ნივთიერებები. ზოგჯერ ქერქის პარენქიმის გარეთა ფენების უჯრედების გარსი სქელდება და ეს უჯრედები გარდაიქმნებიან კოლენქიმად. ქერქის პარენქიმის კოლენქიმა მოქმედებს ტოტის არსებობის მხოლოდ პირველ წლებში. ხანში შესვლასთან დაკავშირებით და პერიდერმის გასქელების მიხედვით კოლენქიმის უჯრედები კარგავენ თავიანთ მექანიკურ მნიშვნელობას და გაიფთქვებიან რა ქერქის პარენქიმის მზარდ მასაში, შეუმჩნეველნი ხდებიან. იმ შემთხვევაში, როცა დაშრევდება პერიდერმა და ფელოგენის ახალი რგოლები წარმოიშობა, კოლენქიმა ცვივა ძველ პერიდერმასთან ერთად.

**ფლოემის (ლაფნის) ჰისტოლოგიური ელემენტები-**მეორადი ფლოემის ჰისტოლოგიური ელემენტები წარმოიშობიან კამბიუმისაგან ეკზარხულად (ცენტრიდან პერიფერიისაკენ). პირველადი ფლოემისაგან განსხვავებით, მეორადი ფლოემის ელემენტები რამდენადმე უფრო მსხვილებია. გარეთა მხრიდან ფლოემა ესაზღვრება პერიციკლურბოჭკოებს (მათი თანამყოფობისას) ან პერიციკლის პარენქიმას. მეორადი ფლოემის მასის გადიდებასთან ერთად პირველადი ფლოემის ელემენტები იჭყლიტებიან და დროთა განმავლობაში განიწოვებიან მეორეული ფლოემის მზარდ მასაში, თუმცა ყლორტისა და ახალგაზრდა ტოტის განივ ჭრილზე პირველადი ფლოემა მჭიდროდ განლაგებული ვიწრო უჯრედების ზოლის სახით მოჩანს მეორადი ფლოემის პერიფერიაზე.

მეორადი ფლოემის ძირითადი ელემენტებია ისევ საცრიანი მილები და მათი განსხვავებით, ეწოდებათ უბრალოდ ლაფნის ბოჭკოები, ამათი ფლოემის არა აუცილებელი ჰისტოლოგიური ელემენტებია. ხშირად ეს ბოჭკო მწკრივებადაა განლაგებული თვით ფლოემაში, ამასთან ეს მწკრივები მეორადი ფლოემის ზოლებთან ერთად, რომლებიც ცუდი შესამჩნევია, შეადგენენ წლიურ ნაზარდს. ასეთი აგებულება ემჩნევა ასფურცელას და ზოგიერთ ვერხვს. ზოგიერთ ჯიშში ფლოემის (საცრიანი მილების თანამგზავრი უჯრედებით) შრეების რიცხვი არ შეესაბამება წლიურ ნაზარდს. თეთრ აკაციას წლის განმავლობაში უვითარდება საცრიანი მილების ოთხი ფენა, რომელთა შორის ფორმირდება ფლოემის ბოჭკო. თუ ღეროში არის კამბიალური წარმოშობის პერიციკლური და ლაფნური ბოჭკოები, მაშინ ამათი ზომა გაცილებით მცირეა ჩვეულებრივთან შედარებით. ფლოემის ბოჭკოს გარსი ძლიერ გასქელებულია. თანაც შრიანობა გარსს კარგად ემჩნევა. მერქნიან მცენარეთა ლაფნის ბოჭკოს სიგრძე არ არის ძალიან დიდი. მაგალითად, ცაცხვის ლაფნის ბოჭკოს სიჯგრძე მერყეობს 0,87-1,26 მმ უმეტესი განის 0,03-0,05 მმ დროს. ზოგჯერ ფლოემაში ფორმირდება სკლერეიდები ( გაქვავებული უჯრედები)

ფლოემის ჰისტოლოგიურ ელემენტებს აგრეთვე ეკუთვნის გულგულის სხივები, რომლებიც ფლოემის მთლიან რგოლს კვეთავენ რადიალური მიმართულებით. პირველადი გულგულის სხივები, რომლებიც იწყებიან ღეროს გულგულიდან, ფლოემაში მარაოსებურად ფართოვდებიან. ჩვეულებრივ გულგულის სხივებიდან გადიან განშტოებები, რომლებიც ფლოემას კვეთავენ ტანგენტალური მიმართულებით. პარენქიმის ეს ზოლები აერთებენ მეზობლად მდებარე ორ სხივს და ამით აპირობებენ ნივთიერებათა გადაადგილებას ტანგენტალური მიმართულებით. გულგულის სხივების ტანგენტალური განშტოებანი შეიძლება მივაკუთვნოთ ფლოემური კატეგორიის პარენქიმას.

ფლოემის პარენქიმას მიეკუთვნება აგრეთვე წაგრძელებული უჯრედები, რომლებიც ფორმით გვაგონებს კამბიალურს. ამ უჯრედებს ეწოდება კამბიფორმის უჯრედები. ხანში შესვლასთან დაკავშირებით ლაფნის პარენქიმის უჯრედების გარსი განიცდის უმნიშვნელოვანეს გახევებას. ლაფნის პარენქიმაში მაგრდება სახამებელი, ჰემიცელულოზა (გარსში) შემოდგომის ბოლოს დასახელებული ნივთიერებების მაგივრად ამ უჯრედებში გროვდება გლუკოზა, ზეთები და სხვა. ზოგიერთი პარენქიმული უჯრედი შეიცავს მჟაუნმჟავა კალციუმის კრისტალებს.

ზოგიერთ მერქნიან მცენარეს ფლოემაში აქვს სარძევეები. კაუჩუკის ხეს ქერქში, განსაკუთრებით ფლოემის არეში, კარგად აქვს განვითარებული არასახსროვანი სარძევეები, რომლებიც შეიცავენ კაუჩუკის მნიშვნელოვან რაოდენობას. მცირე რაოდენობით სარძევეები აქვს აგრეთვე ფიკუსის სხვა სახეობას-ლეღვის ხეს. ახალგაზრდა ღეროზე ჭრილობის მიყენება იწვევს მათგაბნ რძეწვენის გამოყოფას. არასახსროვანი სარძევეები ფლოემაში უვითარდებათ აგრეთვე ჭანჭყატის სახეობებს, ისინი შეიცავენ გუტაპერჩს. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით შეიცავს გუტაპერჩს ღეროს ქერქსა და ფესვებში ევროპული ჭანჭყატი.

ხანში შესვლასთან დაკავშირებით ზოგიერთი მცენარის ცალკეული პარენქიმული უჯრედები განიცდიან სკლერიფიცირებას, მათი გარსი სქელდება და ხევდება, კარგავენ შიგთავს და გარდაიქმნებიან გაქვავებულ უჯრედებად-სკლერეიდებად.

მუხას ცალკეული გაქვევებული უჯრედები უვითარდება ღეროს პირველადი სტრუქტურის ფორმირებისას, ზრდის კონუსის საფოთლე ბორცვებსა და ახალგაზრდა ფოთლების ფუძესთან.

**მერქნის ჰისტოლოგიური ელემენტები-** მერქანი წარმოადგენს გახევებული ჰისტოლოგიური ელემენტების კომპლექსს. ამასთან ზოგიერთ მათგანს აქვს ცოცხალი შიგთავსი. მერქნის (ქსილემის) ძირითადი ელემენტებია ჭურჭლები, ტრაქეიდები, მექანიკური ბოჭკოები (ლიბრიფორმი) და პარენქიმა. პარენქიმა წარმოდგენილია მერქნისა და გულგულის სხივების პარენქიმის კომპლექსით. მიუხედავად იმისა, რომ მერქნისა და გულგულის სხივების პარენქიმის გარსი გასქელებულია და გახევებული, ისინი ცოცხალ შიგთავსს მაინც შეიცავენ.

ორლებნიანი მცენარეების მერქანში ჭურჭლების და ტრაქეიდების ყველა ტიპია წარმოდგენილი, მაგრამ უფრო ხშირად გვხვდება წერტილოვანი და ბადენაირი ჭურჭლები და ტრაქეიდები, თანაც მეორად მერქანში ჭურჭლების ამ ტიპს ჩვეულებრივ აქვს დამატებითი გასქელება, სპირალების, რგოლებისა და ზოგჯერ ბადეების სახით. მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ, რომ ტრაქეიდებისა და ჭურჭლების განსხავავებული ტიპები მარტივი და რთული პერფორაციული ფირფიტებითა და მათი სხვადასხვანაირი შეხამებით ( შეერთებით) შეიძლება წარმოდგენილი იყოს ერთლებნიან და ორლებნიან მცენარეთა მერქნის ტრაქეალურ ელემენტებში.

ორლებნიან მერქნიან მცენარეთა ზოგიერთ წარმომადგენელში გვხვდება ან ჭურჭლები ან მხოლოდ ტრაქეიდები. კოპიტსა და ჭადარში ყველა ტრაქეალური ელემენტი წარმოდგენილია ჭურჭლებით, მაგნოლიასებრთა ზოგიერთი წარმომადგენლის მერქაბში, მხოლოდ ტრაქეიდებია, ჭურჭლები არაა.

როგორც მითითებული იყო მეორად მერქანს, ისე როგორც მეორად ფლოემას, აყალიბებს კამბიუმი. მერქნიანობის უმრავლესობას აქვს მრავალმწკრივა კამბიუმი. ზოგიერთ ბუჩქოვანს, მაგალითად, კურდღლის ცოცხას აქვს, 1-კამბიუმი და 2 მწკრივი, ზოგჯერ ძნელად გასარჩევი კამბიუმი.

**ლიბრიფორმი-**მერქნის მეტად მნიშვნელოვანი ელემენტია, რომელიც ასრულებს მექანიკურ ფუნქციას. ლიბრიფორმს უწოდებენ მერქნის ბოჭკოების ერთობლიობას, ეს მერქნის სკლერენქიმაა. ლიბრიფორმის ცალკეულ უჯრედებს მერქნის ბოჭკოებს ანუ ლიბრიფორმის ბოჭკოებს უწოდებენ. ისინი განსხვავდებიან სკლერენქიმის სხვა ბოჭკოებისაგან თავიანთი მცირე ზომებით. ლიბრიფორმის ბოჭკოების საშუალო სიგრძე მერყეობს 0,3-1,7 მმ ფარგლებში. მათი გარსი აუცილებლად გახევებულია , ნაკლებ ელასტიურია და დრეკადია. შემოდგომის მერქნის ძირითად მასას შეადგენს ლიბრიფორმი. ლიბრიფორმს მიაკუთვნებენ ცოცხალ შიგთავსიან მერქნის ბოჭკოებსაც. მერქნის ცოცხალი ბოჭკოების ორ ფორმას არჩევენ: ტ ი ხ რ ე ბ ი ა ნ ს და უ ტ ი ხ რ ო ს. ლიბრიფორმის ტიხრებიან ბოჭკოებში მისი ზრდის დასრულებისას წარმოიშობა რამოდენიმე თხელი განივი ტიხარი, რომლებიც გახევებას არ განიცდიან, თუმცა ამ ბოჭკოების საერთო გარსი გასქელებულია და გახევებული. ლიბრიფორმის ტიხრებიანი ბოჭკოები ხშირად გვხვდება ლიანებში, ვაზში, სუროში და სხვა. მერქნის ცოცხალი ბოჭკოები შეიცავენ სამარაგო ნივთიერებებს: სახამებელს, ცხიმს, გარსში ზოგჯერ ინახება ჰემიცელულოზა. გაზაფხულზე ეს ნივთიერებები ჰიდროლიზს განიცდიან და გადადიან მცენარის მოზარდ ნაწილებში.

მერქნის პარენქიმა წარმოდგენილია სამარაგო ელემენტებით: მერქნის პარენქიმული უჯრედებით და გულგულის სხივების უჯრედებით. მერქნის პარენქიმის განსაკუთრებულ ჯგუფს შეადგენს მერქნის სიგრძივი პარენქიმის უჯრედები, რომლებიც განლაგებული არიან ჯაჭვისებურად. მერქნის პარნქიმის თითოეული სიგრძივი ჯაჭვი ყალიბდება ერთი საწყისი განივი ტიხრებით გაყოფისუნარიანი პროზენქიმული უჯრედიდან, რომელიც წარმოშობილია კამბიუმის მიერ (მონაზარდის ახალგაზრდა ნაწილში) ჯაჭვში ბოლო უჯრედებს აქვთ წაწვეტებული ბოლოები, მერქნის პარენქიმის უჯრედების გარსი ძალიან არაა გასქელებული და დაცხრილულია მარტივი ფორებით. ზოგჯერ საწყის უჯრედებში განივი ტიხრები არ წარმოიშვება,, ასეთ შემთხვევაში ყალიბდება წაგრძელებული პარენქიმული უჯრედი წაწვეტებული ბოლოებით და მცირედ გასქელებული გარსებით. მერქნის პარენქიმის ასეთ უჯრედებს უწოდებენ ბოჭკოს ნაცვალს.

მერქნის პარენქიმის უჯრედები განლაგებულია ჭურჭლებსა და ლიბროფორმის უჯრედებს შორი. მერქნის პარენქიმის გარსში ფორები წარმოიშობიან უთანაბროდ. გარსის უნბნებში, რომლებიც ჭურჭლებსა და ტრაქეიდებს ესაზღვრება, ფორები დიდი ზომისაა, ხოლო მათში, რომლებიც ესაზღვრებიან ლიბრიფორმის უჯრედებს, ფორები წვრილია ან სრულებით არაა.

არჩევენ პირველად და მეორად გულგულის სხივებს: პირველადი გულგულის სხივები იწყებიან გულგულიდან და მთელი მერქნის გავლით მიდიან ქერქამდე. მეორეული გულგულის სხივები ბრმად იწყება მერქნის რომელიმე წლიური რგოლიდან და აღწევს კამბიალურ რგოლამდე. ზოგჯერ ისინი გადადიან ფლოემაში და იქ ბოლოვდებიან. პირველადი გულგულის სხივი ჩვეულებრივად ორმწკრივიანია ან მრავალმწკრივიანი, ხოლო მეორეული გულგულის სხივი ერთმწკრივიანია, ან ვიწროა. სხვადასხვა მერქნიან ჯამში გულგულის სხივები მეტად მრავალფეროვანია როგორც სიდიდით, ისე კონფიგურაციით. ზოგ სახეობას აქვს მხოლოდ ფართო სხივები, სხვებს ვიწრო, კიდევ სხვებს-ვიწროც და ფართოც (მუხა). გვხვდება აგრეთვე სახეობები აგრეგატული სხივებით. რომლებიც ერთმანეთთან ახლო ახლო მყოფი ვიწრო სხივებისაგან წარმოქმნის მსხვილ სხივებს წარმოადგენენ. გარდა ამისა არჩევენ ჰომოგენურ და ჰეტეროგენურ სხივებს. ჰომოგენური სხივები შედგება აგებულებით ერთნაირი პარენქიმული უჯრედებისაგან. ჰეტეროგენურ სხივებში ზოგი უჯრედი განლაგებულია ვერტიკალურად, სხვების თითქოს წვანან (ტირიფი) გულგულის სხივების მწოლიარე უჯრედები ერთმანეთს უკავშირდებაინ ფორების საშუალებით. უჯრედშორისები უფრო მეტად განვითარებულია რადიალური მიმართულებით. გულგულის სხივების უჯრედშირისებით ხორციელდება უჯრედების ღრმა ფენებში განლაგებული უჯრედების გაზთა ცვლა.

გულგულის სხივის უჯრედების განლაგება მერქნის რადიალურ ტანგენტალურ ჭრილზე სხვადასხვანაირია. მერქანი ადვილად იპობა გულგულის სხივებზე, რადგან ესენიც განლაგებული არიან რადილაური მიმართულებით და მერქანში დიდი სიღრმე არა აქვთ დაკავებული.

მერქნის სხვადასხვა პარენქიმული წარმონაქმნები ხელს უწყობენ ნივთიერებათა გადამოძრავებას ტრაქეიდებით და ჭურჭლებით. მათში ხდება სამარაგო ნივთიერებათა დაგროვება, უმეტეს შემთხვევაში სახამებლისა. აცივებისას სახამებელი იცვლება ცხიმის მარაგით. ეს ცხიმის მარაგი ზამთარში გაყინვისაგან იცავს მცენარეს. გაზაფხულზე ცხიმები და სახამებელი გარდაიქმნებიან შაქრებად და ჭურჭლებისა და ნაწილობრივ უჯრედშორისების გზით გადამოძრავდებიან მცენარის მოზარდი ნაწილებისაკენ. ეს პროცესი მოასწავებს წვენთა მოძრაობის დასაწყისს ხეებში. ჭრილობის შედეგად გამოიყოფა ტკბილი წვენი (სამარაგო ნივთიერების ფერმენტირებული ხსნარი).

გულგულის სხივების უჯრედებიტ პლასტიური ნივთიერებების გადამოძრავება წლის სხვადასხვა სეზონში ხდება უთანაბროდ. ეს ნივთიერებები შემოდგომაზე ჰორიზონტალური მიმართულებიტ მოძრაობენ ცენტრისაკენ და გაზაფხულობიტ ღეროს ცენტრიდან პერიფერიისაკენ და იქ გადადიანსაცრიან მილებში.

**გამომყოფი ქსოვილები-** ორლებმნიანი მცენარეების მერქანში იშვიათად გვხვდება. გლერძის სახეობებს აქვს გუმფუსის სავალები და აგრეთვე სარძევეების სისტემა. ორლებნიან მერქნოვანთა უმრავლესობაში გამომყოფი ელემენტების ფუნქციას ასრულებენ პარენქიმული უჯრედები, რომლებიც შეიცავენ მჟაუნმჟავა კალციუმის კრიტალებს.

**3.19. მერქნის ასკიბრივი ცვლილებები**

ყველაზე ხნიერი წლიური რგოლები განლაგებულია ღერის ცენტრში. ხანში შესვლისას წყლის საკვები ნივთიერებებისა და ჟანგბადის გადასვლა მერქნიანი შიგნითა ნაწილებსი გაძნელებულია. აგრეთვე გაძნელებულია ნივთიერებათა ცვლა შიგნითა წლიური რგოლების ცოცხალ პარენქიმულ უჯრედებში. ამის შედეგად ამ უჯრედებში ხდება თილენების წარმოშობა. ჭურჭლების ღრუ იხშობა სხვადასხვა მაკონსერვირებელი ნივთიერებებით და რგოლები იჟღინთება ფისით, ეთეროვანი ზეთებით, გუმფისით, მთრიმლავი და სხვა ნივთიერებებით. პროცესი მთავრდება რგოლის კონსერვირებით, მის ცოცხალ უჯრედებში თითქმის წყდება ცოცხალი ციტოპლაზმისათვის დამახასიათებელი ნივთიერებათა ცვლის რეაქვციები. რგოლების ჰისტოლოგიურ ელემენტებში სხვადასხვა ნივთიერებების დაგროვებისა და მათი დაჟანგვის შედეგად რგოლი ღებულობს განსაზღვრულ შეფერადებას, რაც დამახასიათებელია მოცემული ჯიშისათვის. დროთა განმავლობაში თილებენიანი რგოლებიი რიცხვი იზრდება, მერქნის ცენტრი -მისი გული (უფრო ძველი ნაწილი) გამოირჩევა განსაკუთრებული შეფერადებით. მერქნის ამ ნაწილს გული ეწოდება, ხოლო შედარებით ახალგაზრდა ნაწილს, რომელიც გარს ერტყმის გულს-ცილა.

არის მითითება, რო ზოგიერთ ჯიშში (ტირიფი, თეთრი აკაცია) მერქნის გულის პარენქიმა დიდხანს უნარჩუნებს შიგთავსს, აგრეთვე სამარაგო ნივთიერებებს, რომლებიც მოიხმარება ჩვეულებრივი წესით.

ლამაზად შეფერადებული მერქნის გული ძვირად ფასობს, რადგან მისგან მზადდება ავეჯი და მხატვრული ნაკეთობები, კაკლის, კეთილშობილი წაბლის გული შეღებილია მუქ-წაბლისფრად, მუხის, თელის-ყავისფრად, უთხოვარის (წითელი ხის)- მუქ წითლად და ა.შ. ზოგიიერთ ჯიშში მერქნის გული თავისეი შეფერადებით არ განსხვავდება ცილისაგან, მაგრამ მეტყევეები მათ ადვილად გამოიცმნობენ ხოლმე, მეტყევეების პარქტიკაში გულს ეწოდება მწიფე მერქანი. მწიფე მერქანი გაჟღენთილია სხვადასხვა ფისით, ეთეროვანი ზეთებით, გუმფისით, მთრიმლავი და სხვა ნივთიერებებით.

მერქნის გული ყოველთვია არ არის გაჟრენთილი მყარი და ძნელად დასაშლელი ნივთიერებებით. ასეთ შემთხვევაში ფორმირდება არა მარაგი, არამედ რბილი გული, რომელშიც ადვილად სახლდებიან სოკოები. სხვა მიკროორგანიზმები და ახდენენ მის დაშლას. ასეთ მცენარეებს (ვერხვი, ჭადარი, ტირიფი) უვითარდებათ ფუღურო. მაგარგულიანი ხეები დიდხანს ცოცხლობენ, რბილგულიანი ხეების სიცოცხლის ხანგძლივობა უფრო ნაკლებია. ზოგიერთი ჯიში ამ მხრივ გამონაკლისს წარმოადგენს. ჭადარში გული თუმცა იშლება, ფუღუროვდება, მაგრამ ასეთი ფუღუროიანი ჭადარი მრავალი საუკინის მანძილზე ცოცხლობს.

მერქნიანი ჯიშების ხანიერობა განპირობებულია თვითგანახლების უნარით იმგვარად, რომ კონსერვირებულ არაცოცხალ მასაზე-მერქნის გულზე ბევრჯერ გადაეწყობა ახალგაზრდა ქსოვილები ცოცხალი უჯრედებით. ყოველწლიურად კვდება მერქნის ყველაზე ხნიერი რგოლი და პარალელურად წარმოიშობა ახალი წლიური რგოლი და ასე ეს პროცესი მეორდება მანამდე, ვიდრე არ დადგება მომენტი, როცა ზრდის კონუსებისა და კამბიუმის მერისტემული ქსოვილები არ დაკარგავენ მცენარის სხეულის ახალი უჯრედების წარმოშდობის უნარს. ორგანიხზმის ასეთი თვითგანახლების საშუალებით თვითონ ხე, როგორც არ უნდა იყოს ასაკით ხნიერი, იგი მუდამ ახალგაზრდაა.

მერქანი საუკეთესო მასალაა სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგისათვის, ის გამოიყენება მშენებლობაში, ავეჯის წარმოებაში, სხვადასხვა ჯიშის მერქნიდან ღებიულობენ ხის სპირტს, ძმარმჟავას, აცეტონს, კუპრს, სხვადასხვანაის ფისს, საღებავებს და ა.შ.

**3.20.** **წიწოვანი ჯიშების ღეროს აგებულება**

ღეროში კამბიუმის არსებობა წიწოვნებსა და ორლებნიან მერქნიან მცენარეებში მათ მსგავსებას განაპირობებს, მაგრამ ღეროს სტრუქტურის გარეგანი მსგავსების იქით იმალება ბევრი განსხვავება დასახელებული მცენარეების ქერქისა და მერქნის ჰისტოლოგიური ელემენტების ორგანიზაციაში, განლაგებასა და მორფოლოგიაში. წიწოვან ჯიშებში-შიშველთესლოვანების თანამედროვე წარმომადგენლებში-შეიმჩნევა მეტი რეგულარული და ჰომოგენური სტრუქტურები.

**პერიდერმა.** პერიდერმა ყალიბდება ისევევე, როგორც ორლებნიანებში ბევრ წიწვიანში კორპის წლიური მინაზარდი რეგულარულად ფორმირდება და შრეებად ცვივა. ფიჭვებს კორპის ასეთ ფენებში ხანში შესვლისას ცვივა ნაფლეთ-ნაკუწების სახით, მაგრამ მიუხედავად ამისა კორპის წლიური მონაზარდის მნიშვნელოვანი რაოდენობა ზედვე რჩება. მთავარი ღეროს ზედაპირზე ისინი ქმნიან ძლიერ საფარველს. ჩვენ ელდარის ფიჭვის 250 წლიან ეგზემპლარზე დავთვალეთ 105-ზე მეტი კორპის წლიური ფენა, რომლებმაც შექმნეს 20 სმ. სისქის ნაპრალებიანი ფუტი. ფიჭვის, კვიპაროსის, ნაძვის, სოჭის უმეტეს სახეობათა ფუტი გლუვია. ბევრი ფიჭვის ფუტი ქერქლი- ჩინური ფიჭვის ფუტი ძალიან დეკორატიულია. პერიდერმის ჩენჩვადი ქერქლები მუქია, ახლად წარმოშობილი უბნები კი ღია ფერისაა.

ქერქის პარენქიმა მსხვილუჯრედოვანია, ყლორტებსა და ახალგაზრდა ტოტებში ის შეიცავს ქლოროპლასტებს. ეს უჯრედები ალბათ მონაწილეობას ღებულობან ფოტოსინთეზში. ახალგაზრდა ტოტებში კოლენქიმის ტიპის მექანიკური ქსოვილი, აგრეთვე ლაფნის ბოჭკო, გამოცალკავებული ქერქის პარენქიმაში არ არის.

ბევრი წიწვიანი ქერქის პარენქიმაში არის ფისის სავალები. სოჭში ფისის სავალები განლაგებულია ქერქის პარენქიმის ზედაპირულ ფენაში. ფიჭვშიც ვხვდებით ფისის სავალებს ქერქის პარენქიმაში, ნაძვში ეს სავალები კონცენტრირებულია უმთავრესად მერქანში. კვიპაროსში სავალები არაა. ფისი გროვდება ქერქის ან გულგულის სხივის მსხვილ უჯრედებში, რომლებიც განლაგებულნი არიან ფლოემის მონაკვეთევბს შორის. ფისისებური გამონაყოფების დაგროვების შედეგად გულგულის სხივების უჯრედები ფლოემაში მსხვილდებიან და იჭიმებიან ტანგენტალური მიმართულებით.

**ფლოემის ჰისტოლოგიური ელემენტები.** ორლებნიან ფოთლოვან მერქნიან ჯიშებსა და წიწვიანებს შორის ფლოემაში განსხვავება უფრო მნიშვნელოვანია. წიწვიანების ფლოემაში არაა თანამგზავრი უჯრედები. განივ ჭრილზე საცრიანი მილები განლაგებულია თითქმის ცხაურად, ხოლო სიგრძივზე კი ქმნიან სწორ რიგებს. საცრიანი მილების სიგრძე ათასჯერ, ასჯერ აღემატება სიგანეს. მათი ბოლოები სუსტადაა წაწვეტებული. ზოგჯერ საცრიან მილებს შორის ფორმირდება მსხვილუჯრედოვანი პარენქიმა. ყველა წვნიანს, განსაკუთრებით კვიპაროსს, ფლოემას ელემენტების ფორმირების დროს ემჩნევა რიტმულობა. მაგალითად, კვიპაროსებში ჰისტოლოგიური ელემენტები განლაგებულია ჯგუფებად, ზუსტად რიტმულად. თითოეული ჯგუფი შედგება სხვბადასხვა ჰისტოლოგიური ელემენტების ოთხი თანაბარი რიგისაგან, რომლებიც განლაგებული არიან ტანგენტალური მიმართულებით შემდეგნაირად: პარენქიმული უჯრედების რიგი და საცრიანი მილების რიგი, ისევ პარენქუმული უჯრედების რიგი და ლაფნის ბოჭკოების რიგი. ერთ სავეგეტაციო პერიოდში ყალიბდება ორი ასეთი კომპლექსური რიგი. ფიჭვში ლაფნის ბოჭკოების წარმოშობა არ ხდება. წიწვიანებში ფლოემის პარენქიმა წარმოდგენილია უმთავრესად ერთწყება უჯრედებისაგან შემდგარი გულგულის სხიბვებით. კვიპაროსში ეს სხივები გაფართოებულია გულგულის სხივების უჯრედების ტანგენტალური მიმართულებით გადიდებისა და წაგრძელების ხარჯზე.

ფიჭვის ახალგაზრდა ტოტებში პირველადი ფლოემა გამიჯნულია მეორადი ფლოემისაგან. პირველადი ფლოემა წვრიუჯრედოვანია, მისი უჯრედები თითქოს მიჭყეტილია ტანგენტალური მიმართულებით. წიწვიანების კამბიუმი მრავალშრიანია.

**მერქნის ჰისტოლოგიური ელემენტები.** წლიური რგოლები მერქანში ნათლადაა გამიჯნული. მთელი მერქანი შედგება ტრაქეიდებისაგან, რომელთაც გარსში განვითარებული აქვთ გარემოიანი ფორების დიდი რიცხვი. კვიპაროსის მერქნის ცენტრში, გულგულის საზღვარზე, შეიძლება დავინახოთ პირველადი წარმოშობის სპირალური ტრაქეიდები. ფიჭვში ასეთი არ არის. განივ ჭრილზე ტრაქეიდები ოთხკუთხოვანია, გაზაფხულის ტრაქეიდები ფართო ჭვრიტეებიანია. მათი გარსი საშუალო ხარისხითაა გასქელებული და რადიალური მიმართულებით უფრო ფართოა ტანგენტალურთან შედარებით. შემოდგომის ტრაქეიდები ზომით უფრო მცირეებია, დავიწროებულია რადიალური მიმართულებით, გარსი აქვთ ძლიერ გასქელებული, რის გამოც მათი სანათურები ვიწროა. გარემოიანი ფორები მცირე რაოდენობით განლაგებულია ტანგენტალურ კედელებზე. შემოდგომის ტრაქეიდები უფრო მეტად მექანიკურ როლს ასრულებენ. წიწვიანებში მერქნის პარენქიმა და მექანიკური ბოჭკოები არ არის.

**გულგულის სხივები.** ერთწყება უჯრედებისაგან შედგება და არ არის ღრმა. ფიიჭვში ისინი 4-6, ხოლო კვიპაროსში 2-3 სართულიანია. მერქნის გულგულის სხივებში გროვდება ფისი, ამ შემთხვევაში მერქნის გულგულის სხივი იზრდება, ხდება მრავალუჯრედიანი და თითქოს გარდაიქმნება ჰორიზონტალური ფისის სავალად. გულგულის სხივის ჰორიზონტალური ფიფის სავალები უკავშირდებიან მერქნის ვერტიკალური ფისის სავალებს, რისი მეოხებითაც იქმნება ერთიანი გამომყოფი სისტემა. გულგულის სხივის და ფისის სავალიანი გულგულის ზედა და ქვედა უჯრედები ერთწყებაა. ფისის სავალები შიგნიდან გამოფენილია ერთწყება თხელგარსიანი პარენქიმული უჯრედებით, რომლებიც შეადგენენ ეპითელიუმ. ეპითელიუმის უჯრედები გამოყოფენ ფისს უშუალოდ ფისის სავალში. ფიჭვში ფისის სავალებით დაქსელილია როგოც მერქანი, ისე ქერქი, ისინი სხიზოლიზიგენური წარმოშობისაა.

გულგულის სხივებით რადიალური მიმართულებით, ცენტრისაკენ, გადადის წყალში და მასში გახსნილი მინერალური მარილები. გულგულის სხივის ვიწრო უჯრედშორისებში ხდება გაზთა ცვლა.

გულგულის სხივის უჯრედების ცენტარლური მწკრივები გავსებულია სამარაგო ნივთიერებებით. მათი გარსი ოდნავ გასქელებულია. გულგულის სხივის უჯრედები ერთმანეთს უკავშირდებიან მარტივი ფორებით, ხოლო ტრაქეიდებს-გარემოიანი ფორებით, თანაც ფორა შემოქობილია ტრაქეიდების მხრიდან.

წიწვიანების ღეროში ჭურჭლების არსებობა და მერქნის მხოლოდ ტრაქეიდებისაგან ჩამოყალიბება მათი უძველესი წარმოშობვის დამადასტურებელია.

* 1. **ერთლებნიანი მცენარის ღეროს აგებულება**

ერთლებნიანების კლასს ეკუთვნიან როგორც ბალახოვანი, ისე მერქნოვანი მცენარეები. ერთლებნიანების ფართოდ გავრცელებული წარმომადგენლებია მარცვლოვანები, შროშანასებრნი, ზამბახისებრნი, ამარილისებრნი. მერქოვანებიდან პალმები, დრაცენები და სხვა.

ერთლებნიანებისათვის დამახასიათებელი სტრუქტურული ნიშნებია: კამბიუმის უქონლობა, დახურული ჭურჭელბოწკოვანი კონები, ნამდვილი მეორადი ზრდის არარსებობა (მცირეოდენი გამონაკლისით), პირველად ქერქსა და ცენტრალურ ცილინდრს შორის საზღვრის არამკვეთრი გამოსახულება. ყველა ჭურჭელბოჭკოვანი კონა ფოთლის კვალია და ფოთლიდან გადადიან ღეროში. სხვადასხვა ერთლებნიანის ღეროებს აქვთ კონებრივი აგებულება.

სხავადასხვა ერთლებნიანი ბალახოვანი მცენარის ღეროებს სიცოცხლის ბოლომდე ახასიათებს პირველადი აგებულება. ფოთლებიდან ღეროში ყველა კონა ცერად მიემართება და შემდეგი პარენქიმის გზით ღეროს სიგრძეზე ეშვება და უერთდება ქვედა ფოთლებიდან გადასულ კონებს. უფრი მძლავრი კოენბი მიემართებიან ცენტრისაკენ, ხოლო სუსტი კონები რჩებიან პერიფერიაზე და ეშვებიან ღეროში, ღერძის პარალელურად. მუხლებში კონები ერთმნანეთს მჭიდროდ ეხლართებიან. კონების ასეთ განლაგებას ღეროში პალმური ტიპი ეწოდება.

სხვადასხვა ბალახოვან ერთლებნიანებში ხვდებით ღეროს ორ ტიპს, რომლებიც განსხვავდებიან ანატომიური სტრუქტურით: ღეროს კარგად გამოსახული პირველადი ქერქით და ღეროს გამოუსახავი პირველადი ქერქით.

შროშანასებრთა, ზამბახისებრთა, ამარილისებრთა წარმომადგენლებში პირველადი ქერქი, პერიციკლური სკლერენქიმული ბოჭკოების სარტყლით, კარგადაა გამოსახული. მაგალითად, სატაცურის პირველად ქერქს შეადგენს უჯრედები, რომლებიც შეიცავენ ქლოროპლასტებს (ქლორენქიმა). ისინი რამდენიმე ფენად არიან განლაგებული ეპიდერმისის ქვეშ. ყველა ერთლებნიანი ბალახოვანი მცენარის ღერო მოკლებულია კოლენქიმას. ქერქის პარენქიმა შიგნითა მხარეთი ეყრდნობა მექანიკური ბოჭკოების მრავალშრიან პერიციკლურ რგოლს. მცირე სიდიდის ჭურჭელბოჭკოვანი კონები განლაგებული არიან მექანიკური ქსოვილის რგოლში.

მარცვლოვანებში პირველადი ქერქი არაა გამოსახული. ეპიდერმისის ქვეშ უშუალოდ არის რამდენიმე მწკრივად განლაგებული გახევებული სკლერენქიმული ბოჭკოები, ზოგიერთ მარცვლოვანში ჭურჭელბოჭკოვანი კონები მცირე ზომისაა, ნაწილობრივ განლაგებული არიან მექნიკური ბოჭკოს პერიფერიულ რკალში და მჭიდროდაა გარემოცული სკლერენქიმული ბოჭკოებით.

ზოგიერთ მარცვლოვანში სკლერენქიმული ბოჭკოების რგოლში უშუალოდ ეპიდერმისის ქვეს შენარჩუნებულია გაუხევებელი თხელგარსიანი პარენქიმულ უჯრედთა ჯგუფები ქლოროპლასტებით (სიმინდი, ჭვავი და სხვა.) ფოტოსინთეზის ფუნქციასთან ერთად ეს პარენქიმა ღეროს და მექანიკურ სარტყელს სძენს ელასტიურობას.

ცალკეული ჭურჭელბოჭკოვანი კონის აგებულება მეტად დამახასიათებელია ერთლებნიანებისათვის. სხვადასხვა მარცვლოვანებისათვის, ისინი თითქმის ერთი ტიპისანი არიან. დახურულ კალატერალურ კონებში (განივჭროლზე) გამოირჩევა ორი დიდი ზომის წერტილოვანი ჭურჭელინრგოლურ-სპირალური გასქელებით, ხოლო მათ ქვეშ არის საჰაერო კამერა, რომელიც წარმოშობილია პროტოქსილემის ადგილზე.

ფლოემაში საცრიანი მილები და თანამგზავრი უჯრედები განლაგებულია ძალიან რეგულარულად: განივ ჭრილზე ჩანს, რომ ერთი საცრიანი მილი კონტაქტშია ოთხ თანამგზავრ უჯრედთან. ფლოემაში პარენქიმული უჯრედები არაა. მთელი კონა ჩვეულებრივად გარშემორტყმულია სკლერენქიმის ბოჭკოების რგოლით.

პერიფერიიდან ცენტრისაკენ კონების განლაგებაში შეიმჩნევა განსაზღვრული კანონზომიერება. ღეროს პერიფერიულ ნაწილში კონები მცირეებია, ცენტრისაკენ კი ისინი ზომაში მატულობენ.

პერიფერიული კონები, ძალიანაა დაქვემდებარებული სკლერიფიკაციის, ცენტრისკენ კონებში მექანიკური ელემენტების რიცხვი მცირდება. პერიფერიულ ნაწილში ჭურჭელბოჭკოვანი კონები განლაგებულია მჭიდროდ. ღეროს ასეთი აგებულება შეიძლება ვნახოთ სიმინდში.

მარცვლოვანთა უმრავლესობაში გვხვდება ღრუ ღერო (ხორბალი, ქერი და ა.შ.) ასეთ ღეროში კონები გამნლაგებულია ორ სამ რიგად. ამასთან გარეთა ჭურჭელბოჭკოვანი კონები განლაგებულია ეპიდერმისქვეშა სკლერენქიმული უჯრედების რგოლში. ღრუსა და თითოეულ კონაში საჰაერო კამერი ფორმირების მიზეზია უჯრედების ძლიერი გაჭიმვა ღეროს ზრდის დროს (მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ მეორადი ზრდა არ ხდება).

ზოგჯერ ღრუში ჩვეულებრივი ღრუ არ წარმოიშობა და ამ შემთხვევაში პერიფერიაზე ვნახულობთ უფრო მცირე ზომის ღრუებს სურათზე ნაჩვენებია მაგარი ხორბლის ღეროს განივი ჭრილი.

ღეროს ცენტრი ამოვსებულია მსხვილუჯრედოვანი პარენქიმით. ჭურჭელბოჭკოვანი კონები განლაგებულია ორ მწკრივად: კონების პერიფერიული წრე გარშემორტყმულია სკლერენქიმის ბოჭკოების რგოლიტ, მეორე წრეში მსხვილი კონებია. ჭურჭლოვან კონებში არ არის საჰაერო კამერები. საჰაერო ღრუები წარმოშობილია ღეროს პერიფერიაზე-ღეროს ქლორენქიმის უბნებში.

ზოგიერთ მარცვლოვანებს ღეროს ცენტრში აქვს არა ერთი საერთო ღრუ, არამედ რამოდენიმე არხისებური ღრუ, როგორც ლელქაშას და ჭილს. ზოგჯერ ღეროს ცენტრში არის ფაშარი პარენქიმა დიდი უჯრედშორისებით (ჭილის ზოგიერთი სახეობა).

სხავდასხვა მარცვლოვანისათვის დამახასიათებელია ღეროს ძლიერი სკლერაფიცირება, განსაკუთრებით მუხლთაშორისების, ღეროს პერიფერიის, ცალკეული კონების და აგრეთვე ეპიდერმისის უჯრედებისა. ბევრ მარცვლოვანში ეპიდერმისის უჯრედების გარსი ძლიერ გასქელებულია და კუტინიზებული. ღეროს სკლერიფიკაციის ხარისხს აქვს დიდი მნიშვნელობა პურეული მარცვლოვანებისათვის , როგორც დამცველობით შეგუებას ჩაწოლის წინააღმდეგ . ჩაწოლილი ღეროს გასწორებისათვი, ფოთლის ვაგინის ფორმირებისათვის , მარცვლოვანების ღეროს და საერთოდ ერთლებნიანების ზრდისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ინტერკალურ მერისტემას, რომელიც პირველადი წარმოშობისაა.

მერქნოვან ერთლებნიანებში-პალმა, იუკა, დრაცენა, ალოე და სხვა-კამბიუმის არსებობის მიუხედავად ხდება მეორადი გამსხვილება განსაკუთრებული გამსხვილების რგოლის მეოხებით. გამსხვილების რგოლის წარმოშობა ხდება პირველადი ქერქის პარენქიმის პერიფერიული რგოლის უჯრედებისაგან ღეროს პერიციკლური უჯრედების ჯგუფის მოქმედების შედეგად. ამ რგოლის უჯრედები აქტიურად იყოფიან და ცენტრისაკენ გამოყოფენ ახალ მეისტემულ უჯრედებს. გამსხვილები რგოლში ზოგ ადგილას მერისტემული უჯრედების რაოდენობა იზრდება და გამსხვილების რგოლის ეს ნაწილები ყალიბდებიან წურჭელბოწკოვან კონებად. პალმებში კალატერალური კონები ყალიბდება დრაცენაში-კონცენტრული, გამსხვილების ერთი რგოლი წარმოშობს ჭურჭელბოჭკოვანი კონების ერთ რიგს. გამსხვილების ახალი რგოლის წარმოშობა ხდება ისევ ახალწარმოშობილ ჭურჭელბოჭკოვანი რგოლის იქით პერიფერიული ნაწილის პარენქიმული უჯრედებისაგან. ასეთი გამსხვილების რგოლების წარმოშობა ხდება მრავალჯერ და ამის გამო ღერო მსხვილდება წარმოშობილი გამსხვილების რგოლების რაოდენობა არ ეფარდება წლების რაოდენობას წლის მეტეოროლოგიურ პირობებთან, ნიადაგურ კვებასთან, აგრეთვე მცენარის სახეობასთან და ასკთან დაკავშირებით.

სხვადასხვა წლებში შეიძლება წარმოიშვას გამსხვილების რგოლების ერთნაირი რაოდენობა მექნიან ერთლებნიანებში-კონათაშორისი პარენქიმა მთლიანად განიცდის გახევებას. გამსხვილების რგოლის ფორმირების პარალელურად ეპიდერმისი იცვლება პერიდერმით.

ღეროს სტრუქტურის პირველადი ფორმირება მერქნიან ერთლებნიანებში ისე ხდება, როგორც ბალახოვან ერთლებნიან მცენარეებში.

**3.22.** **ყლორტის ძირითადი სახეცვლილებანი და მეტარმორფოზები.**

**ფესურა.** როგორც ხმელეთის, ისე წყლის მრავალ ღეროფოთლოვან მცენარეს ღეროთა ძირითადი სახის ორტოტროპული სახის საჰაერო ფესვების გარდა მიწისქვეშა ღეროებიც უვითარდებათ. გარეგნულად და ფუნქციურად ისინი ძალიან გვანან ფესვებს. ღეროს ან უფრო სწორად ყლორტის თვისებები მჟღავნდება ქვედა ფოთლებთა და მათ უბეებში კვირტების არსებობით. ასეთ მიწიქვეშა ყლორტებს ფესურები ეწოდებათ. ისინი ქმნიან დამატებით ფესვებს, როგორც მიწისზედა ყლორტები, ფესურები დატოტვის ტიპის მიხედვით შესაძლებელია იყოს: მონოპოდიალური (განუსაზღვრელი) და სიმპოდიალური. ფესურა ნიადაგში ხან ჰორიზონტალურადაა განრთხმული, ხან კი ვერტიკალურად ამართული. ყლორტის ფესურად სახეცვლილება დაკავშირებულია ისეთ ფუნქციებთან, როგორიცაა; საკვებ ნივთიერებათა დაგროვება, ვეგეტაციისათვის არახელსაყრელი ბუნებრივი პირობები მაგალითად ცივი ზამთრის გადატანა, ვეგეტაციური გამრავლება. ფესურები ხშირად უვითარდებათ მრავალწლიან ბალახოვან მცენარებს. ისინი ყოველწლირად ქმნიან მიწისზედა ერთწლიან ყლორტებს. ფესურების ძველი ნაწილი თანდათანობით კვდომას განიცდიან.

მემინდვრეობაში გრძელი ჰორიზონტალურფესურებიან მარცვლოვანებს ფესურიანებს უწოდებენ (თეთრი ნამიკრეფია, მდელოს თივაქარსა და სხვა), ხოლო მოკლე ნაკლებად განვითარებულ ფესურებიანებს კი ბუჩქნარებს მაგ. სათითურა, ველის ტიმოთელა და სხვა.

**ღეროს გორგლები.** ღეროს გამსხვილებული ნაწილებია. გორგლები საკვებ ნივთიერებათა მარაგის სათავსს წარმოადგენს. არის როგორც მიწისზედა, ისე მიწიქვეშა გორგლები. მიწისზედა გორგლები მთავარი ღეროს (კოდრაბი, ხვიტი) ან გვერდითი ყლორტების გამსხვილებას წარმოადგენენ (ტროპიკული ორქიდეა). მათ ნორმალური ფოთლები აქვთ. მიწიქვეშა გორგლები გამსხვილებულ ლებნისქვედამუხლია. მაგალითად, ციკლამენი ან მიწიქვეშა ყლორტები-სტოლონები (კარტოფილ). ქვედურა ფოთლები მიწისქვეშა გორგლებზე ქერქლამდეა რედუცირებული და სწრაფად ცვივა. მათ უბეებში ვითარდებიან კვირტები ე.წ. თვალები.

**ბოლქვი.**  იგი წარმოადგენს დამოკლებულ, სახეშეცვლილი ღეროს (ძირი), მას გააჩნია მრავალრიცხოვანი, ერთმანეთთან მჭიდროს მიჯრილი ფოთლები. ძირის კენწეროზე მოთავსებულია კვირტი. მრავალ მცენარეს (ხახვი, ტულიპი, სუმბული და სხვა) ამ კვირტიდან ვითარდება მიწისზედა ღერო, ხოლო გვერდითი უბის კვირტიდან ახალი ბოლქვი წარმოიქმნება. ბოლქვის გარეთა ქერქლი უმეტესად მშრალია, კილიანი. მათ დამცავი ფუნქცია აკისრიათ, ხოლო შიდა ქერქლები ხორციანია, გავსებულია საკვები ნივთიერების მარაგით. ადგილმდებარეობისდა მიხედვით არსებობს როგორც მიწისქვეშა ბოლქვები, ასევე საჰაეროც.

მრავალ შროშანასებრთა ყვავილედებსი ან ვეგეტაციურ ყლორტებში (ნიორი, ველური ხახვი) \_ ან ღეროებსა და ფოთლის უბეებში (ტყისბოლოკა, შროშანების ზოგიერთი გვარი), უყალიბდებათ ბოლქვების თავისებური ტიპები.

ისინი ძალიან პატარა მცენარეებია და წარმოადგენენ სახეშეცვლილ ვეგეტაციურ ან საყვავილე კვირტებს, რომელთა დანიშნულებაა გამრავლება. მათ უწოდებენ ბოლქვაკებს ან ნაჩეკ კვირტებს. ბოლქვებისა და ფესურებისაგან განსხვავებით უმეტესად ვითარდება არა ღერო, არამედ ძლიერ გაზრდილი ფოთლები.

**გორგლ-ბოლქვები.**  გარეგნულად ბოლქვს ჩამოგავს, მაგრამ მორფოლოგიურად უფრო ახლოა გორგლთან. ფოთლის ყველა ქერქლი მას მშრალი აქვს, ხოლო პროდუქტების მარაგს ღეროს გამსხვილებულ ნაწილში ინახავს-გვარები ზაფრანა, ხმალა, გორგლ-ბოლქვი გარდამავალი ფორმაა ტიპური ფესურისა და ბოლქვის.

**ყლორტის** **მიწისზედა** **მეტამორფოზი** წარმოიშვა მცენარის ტენიანობის რეჟიმისადმი შეგუების შედეგად. ზოგიერთ მცენარეს გვალვიან პირობებში ცხოვრების გამო ადრეც სცვივა ფოთოლი ( კურდღლისცოცხა ცერცვეკალა), სხვებში ფოთლები განიცდიან სხვადასხვანაირ რედუქციას. ამა თუ იმ შემტხვევაში ყლორტი იცვლის სახეს და ფოთლის ფუნქციის შესრულებასთან დაკავშირებით, ხდება კაშკაშა მწვანე, სქელდება გარდაიქმნება წყლის რეზერვუარად და ა.შ. ყლორტის მიწისზედა მეტამორფოზებს ეკუთვნიან სუკულენტები, ფილოკლადიუმები, ეკლები ულვაშები, წკეპლისებური მწვანე ყლოტები და სხვა.

მცენარეებს წვნიან-ხორცოვანი ღერპებით სუკულენტები ეწოდება. სიკულენტების წარმომადგენელია მექსიკური უდაბნოს კაკტუსები, აფრიკული რძიანები. სუკულენტებს ეკუთვნის აგრეთვე შუა აზიის, ჩრდილო კავკასიისა და აღმოსავლეთ ამიერკავკასიის მლაშე ნიადაგებზე მცხოვრები ბევრი მცენარე. ზოგ მათგანს ფოთლები რედუცირებული აქვს, როგორც -დურღენს, ჩიღანოს, საქსაულას და სხვა.

**ფილოკლადიუმები -** ეწოდება ყლორტის ფოთლისებურ მეტამორფოზს. ისინი ფორმირდებიან მეტამორფოზებულ ქერქლიებურ ფოთოლაკების უბეში. ფილოკლადიუმებზე წარმოიშობიან ფოთლები, ყვავილები ან ყვავილედები. რაც ამტკიცებს მათ ყლორტისებურ ბუნებას. ფილოკლადიუმების ანატომიაც მოწმობს მის ღეროსეულ აგებულებას.

ფილოკლადიუმები ყველა მხრიდან დაფარულია ეპიდერმისით, მის შინაგანი ქსოვილების ძირითად მასას შეადგენს ქლორენქიმა, რომელიც რამდენადმე მოგვაგონებს ფოთლის ღრუბლისებურ პარენქიმას. ფილოკლადიუმის გაბრტყელებულმა ფორმამ გავლენა მოახდინა გამტარი კონების განლაგებაზე. ერთმანეთის პირდაპირ განლაგებული გამტარი კონები შეერთდნენ რა ფლოემური ნაწილებით, წარმოქმნეს გამტარი ქსოვილის ერთნაირი კომპლექსი, რომელიც გვაგონებს ბიკოლატერულ კონებს. გამოცალკავებული გულგული აქ არ არის, ფილოკლადიუმის გაბრტყელებული ფორმის გამო.

**ეკლები.** ფართოდაა გავრცელებული ორლებნიან მერქნიან მცენარეებში, გვხვდებიან აგრეთვე ორლებნიან ბალახოვანი მცენარეების წარმომადგენლებშიც. ყლორტის ეკლებად მეტამორფოზის გამო, ამაორთქლებელის ზედაპირი მნიშვნელოვნად შემცირებულია. ეკლებს აქვს სხვა დანიშნულებაც-ისინი იცავენ მცენარეს ცხოველებისაგან. ზოგჯერ ეკლებად გარდაიქმნება ყლორტის ზედა ნაწილი, ქვედა ნაწილი კი შეიცავს ნორმალურად განვითარებულ ფოთლებს (ვაშლი და მსხლის გარეული სახეობები, კუნელის ზოგიერთი სახეობა) თუ ეკლებიანი მცენარე მშრალი ადგილიდან მოხვდება ტენიანში, ან კიდევ კულტური პირობებსი, ეკლები შეიძლება არ განუვითარდეს. ზოგიერთ მცენარეში ეკლები იტოტება, როგორც ნამდვილი ყლორტი (ჩვეულებრივი გლედიჩია). ეკლების ანატომიური აგებულება ტიპური ყლორტისეულია, ხასიათდება გულგულის პარენქიმის ძლიერი განვითარებით და ფართო გულგულის სხივებით.

**ულვაშები და კავები** მიწისზედა ყლორტებისადა ფესურების გარდამავალი ფორმებია. მათ ახასიათებთ გრძელი მუხლთაშორისები და ქვედურა ფოთლების სიუხვე. კვანძებში ისინი ქმნიან დამატებით ფესვებს . ფესვის გადგმის შემდეგ ჩნდება მხოხავი კვირტები და წარმოიქმნება ახალი მცენარეები. იმის სადემონსტრაციო მაგალითს თუ როგორ წარმოიქნება კავები გამოდგება მარწყვი.

**3.23. ფოთოლი**

ფესვისგან და ღეროსაგან განსხვავებით ფოთოლი-გვერდითი შემოკლებული ზრდის პლაგიოტროპული ორგანოა, რომელიც იზრდება არა კენწეროთი, არამედ ღერძითი-ინტერკალარულად. მრავალწლიან გამერქნებულ მცენარეებში იგი დროებითი ორგანოა, რომელიც პერიოდულად ხელახლა წარმოიქმნება.

გამერქნებულ მცენარეებში ფოთოლთა სიცოცხლის ხანგძლივობა აშკარად ჩამორჩება ღეროს სიცოცხლის ხანგძლივობას. ერთწლიან ბალახოვან მცენარეებში ფოთლებისა და ღეროს სიცოცხლის ხანგძლივობა დაახლოებით ერთნაირია და ხშირად 45-120 დღით განისაზღვრება. მარადმწვანე მცენარეების თითოეული ფოთოლი ცოცხლობს 1-დან 5 წლამდე, ხოლო ზოგიერთი წიწბვიანისა, მაგალითად, უთხოვარის, სოჭის 10 წლამდეც. გამონაკლის მოვლენას წარმოადგენს კალაჰარის უდაბნოს გელვიჩია. ამ მცენარეს სულ 2 ფოთოლი აქვს, რომლებიც მხოლოდ მცენარის სიცოცხლის დასასრულს ე.ი. დაახლოებით 90-100 ასაკში ჭკნება.

ფოთლის ძირითად ფუნქციას ასრულებს მისი ფირფიტა, ეს ფოტოსინთეზია, ე.ი. ორგანული ნიივთიერებების სინთეზი სინათლის ენერგიის ხარჯზე. ტრანსპირაცია, წყლის აორთქლება და აირცვლა, ზოგჯერ ფოთოლში გროვდება სამარაგო ნივთიერებანი.

ფოთლის სხვა ნაწილების ფუნქციები ნაკლებად მნიშვნელოვანი და სუსტად გამოხატულია, მაგალითად თანაფოთლები ხშირად კარგავენ ყოველგვარ მნიშვნელობას. ვაშლის ხეს-ფოთოლი მალე ცვივა, ვარდებს თანაფოთლები, თუმცა მთელს სავეგეტაციო პერიოდში აქვთ შენარჩუნებული, მაგრამ ძნელია განსაზღვრა მათი ფიზიოლოგიური მნიშვნელობისა, იმდენად უმნიშვნელოა მათი მონაწილეობა ფოტოსინთეზსა და ტრანსპირაციაში.

მარცვლოვანი და პარკოსნების თანაფოთლები ზოგჯერ ძალზე იზრდებიან, ამ შემთხვევაში ისინი დიდ როლს ასრულებენ -ფოტოსინთეზისა და ტრანსპირაციის საერთო ჯამში მთლიანად ენაცვლებიან ფოთლის ფირფიტებს (მატრაცკვანა). ზოგჯერ თანაფოთლები ერთმანეთს შეეზრდებიან და ქმნიან დამცველ ორგანოს-მილძაბრებს. წიწიბურა, მუხა და წაბლი. განვითარების ადრეულ სტადიაზე ჯერ კიდევ კვირტების ჩამოყალიბების დროს, ქმნიან ნორჩი ფოთლების დამცავ თანაფოთლებს.

მალე კი, როცა ფოთოლი გაიზრდება და აღარ დასჭირდება დაცვა, ხუფი ჭკნება და ცვივა. სხვადასხვა დიდი ოჯახების უმეტესობას, მაგალითად, კომბოსტოსნაირნი და სხვა. თანაფოთლები არასოდეს არ უვითარდებათ.

ყუნწების ფუნქცია უფრო განსაზღვრულია. მწვანე მცენარის მაასიმილირებელი ეკრანი-ყუნწები ფოთლის ფირფიტებს ორიენტირებას ანიჭებენ-სინათლის წყაროსადმი. ყუნწებს დიდი როლი აკისრიათ ფოთლის მოზაიკის ე.ი. ყლორტზე ფოთლების ისეთ განლაგებაში, რომ ისინი არ ჩრდილავენ ან ნაკლებად ჩრდილავემ ერთმანეთს. ამას ასე აღწევენ:

ა) ყუნწების სხვადასხვაგვარი სიგრძისა და მოხრილობით;

ბ) ფოთოლთა ფირფიტების სხვადასხვაგვარი სიდიდით;

გ) ფოთოლთა სინათადლისადმი მგრძნობელობით-მათი ფოტოსინთეზით.

ფოთოლთა სიდიდე ერთნაირი როდია. სხვადასვა ზომის ფოთლების აქვთ არა მხოლოდ კონტრატულ მცენარეთა ჯგუფებს, არამედ ხშირად ერთ ინდივინდებსაც კი. ჩვენს ფლორაში მცენარეთა მრვალ სახეს პატარა ზომის ფოთლები აქვს 1-1,5 მ2  სიგრძისა; ძალზე დიდი ფოთლები აქვთ უმეტესად ტოპიკულ და სუბტროპიკული ფ;ლორის მცენარეებს, მაგ. ვიქტორიას (სამხრეთ ამერიკა მდინარეები ამაზონი, ორინოკო) მისი მცურავი ფოთოლი 1,15 მ-მდე დიამეტრისაა. ზოგიერთი პალმის, მაგალითად, აფრიკული ღვინის პალმის რაფიას სიდიდე აღწევს 15მ -მდე, ხოლო მასთან ახლოს მდგომ ტეოდიგერს 20-22 მ სიგრძისა და 12 მ. სიგანის ფოთლები აქვს.

ფოთოლი რამოდენიმე ნაწილისაგან შედგება. მათი რიცხვი 1-დან 6-მდე აღწევს: 1. ფოთლის ფირფიტა;

2.ყუნწი;

3.თანაფოთლები;

4.ხალთა;

5.ენაკი;

6. ბიბილოები.

მაგრამ თავისთავად, რომელიმე კონკრეტული მცენარის ფოთოლი, მხოლოდ ორი-სამი ნაწილისაგან შედგება, იშვიათად კი ფოთოლს, მხოლოდ ერთი ფირფიტა გააჩნია (დამჯდარი ფოთოლი). ძალზე ხშირად გვხვდება ასეთი შეხამება:

1. ფოთლის ფირფიტა და ყუნწი, ზოგჯერ თანაფოთლებიც. ასე აქვთ პარკოსნებს, ვარდისნაირთ და სხვა;
2. ფოთლის ფირფიტა, ხალთა, ენაკი და ზოგჯერ ბიბილოც. მაგ. მარცვლოვანებს.

ამრიგად, ფოთლის ძირითადი ნაწილი ორია:

1. ფირფიტა;
2. ყუნწი.

ზოგჯერ ფოთლის ძირითად ნაწილებს მიაკუთვნებენ აგრეთვე ფოთლის ფუძეს ანუ „ ფოთლის ბალიშს“.

თანაფოთლები უმეტესდა ფარულთესლოვან მერქნიან მცენარეებს ახასიათებთ. თანაფოთლები აქვთ ორლებნიან მერქნიან მცენარეთა დაახლოებით 40%-ს და ბალახოვანთა 20%-ს. ფარულთესლოვანთა მაღალორგანიზებული მცენარეების ჯგუფებში მაგალითად, ფურცლებშეზრდილთა უმეტესობას თანაფოთლები არ გააჩნია.

თანაფოთლებს ყოფნ ორ ძირითად ჯგუფად:

1. პირველი ჯგუფია- თავისუფალი თანაფოთლები, მაგალითად, ვაზის. მრავალ ერთლებნიანს მაგ. წყლის ვაზს და სხვებსაც არ გააჩნიათ თავისუფალი თანაფოთლები.
2. მეორე ჯგუფია- ყუნწთან შეზრდილი თანაფოთლები. მაგ. ასკილი, ბარდა და სხვა პარკოსნები.

თავისუფალი თანაფოთლები ჩნდებიან ფოთლის ფუძიდან. შეზრდილი თანაფოთლები ფოთლიდანაა წარმოქმნილი, ვინაიდან თანაყვავილშივე ისახებიან.

**3.24.** **ფოთოლთა კლასიფიკაცია**

ფოთოლთა მორფოლოგიური სხვადასხვაგვარობა იმდენად დიდია, რომ წარმოიქმნა კლასიფიკაციის მთელი პრობლემა. თუმცა ფოთოლთა ყველანაირი მრავალფეროვნების მომცველი და მთლიანად ერთ პრინციპზე შექმნილი ე.ი. აგებულების ერთ ან რამდენიმე ნიშანზე აგებული ერთიანი კლასიფიკაცია არ არსებობს.

ამიტომ მიღებულია სხვადასხვა ნიშანზე დაფუძნებული კლასიფიკაციის რამდენიმე ხერხი, მაგრამ ეს კლასიფიკაციები ხელოვნურია, ვინაიდან ისინი ფოთლის განვითარების სტრუქტურის ერთ საერთო კონცეფციას არ ეფუძნებიან.

ფოთოლთა ფილოგენეტიკური კლასიფიკაცია ჯერ კიდევ არ შექმნილა, თუმცა განარჩევენ ფოთოლთა ორ ფილოგენეტიკურ ჯგუფს: პირველ ჯგუფს უფრო მარტივი აგებულება აქვს და უფრო ძველია. ამისი კლასიკური მაგალითია ლიკოპოდიუმისნაირნი და წიწვიანები. ტიპურ შემთხვევაში ესენი მარტივი ძარვების მქონე ფოთლებია.

მეორე მეგაფილური ჯგუფი კი-მოიცავს მრავალგვარ ფოთოლს, რომელთაც უფრო რთული აგებულება ახასიათებთ. თავის მხრივ ეს ჯგუფი იყოფა მ ა რ ტ ი ვ და რ თ უ ლ ფოთლებად.

**მარტივი ფოთლები.** ფილოგენეტიკური თვალსაზრისით მარტივი ფოთოლი უმეტესად პრიმიტიულია

სუბტროპიკული ზონის გვალვიანი რაიონების გვიმრებს მშრალი ჰავის პირობებში მარტივი ფოთლები გააჩნიათ. ფარულთესლოვან მცენარეთა უმეტესობას (უძველესი მრავალნაყოფიანები, წიფლისნაირები და სხვა ცარცისა და მესამეული პერიოდის უძველესი განათხარი მცენარეები) საწყისი ფოტლები მარტივი აქვთ.

მარტივი ფოთლები მრავალფეროვნებას ქმნიან და აშკარად უმეტესობას წარმოადგენენ მცენარეთა სამყაროში. ისინი თითქმის ყველა ბალახოვანი მცენარის, ხეებისა და ბუჩქების უმეტესობისთვისაა დამახასიათებელი. მარტივი ფოთლების თვისებებია:

1. გააჩნიათ ერთადერთი ფოთლის ფირფიტა, რომელიც ზოგჯერ ისე ღრმადაა დაკბილული, რომ იქმნება შთაბეჭდილება, რომ თითქოს მრავალი ფირფიტა გააჩნიაო. მაგ. ოხრახუშს;
2. მარტივი ფოთლები ან საერთოდ არ ცვივა. მაგ. ბალახოვან მცენარეთა უმეტესობაში, ან ყუნწსა და ღეროს შორის გააჩნიათ მხოლოდ ერთი შენაწევრება და მთლიანად წყდებიან (ხეები და ბუჩქები) ყუნწში.

მარტივ ფოთლებს მთელი რიგი ნიშან-თვისებების მიხედვით შემდეგნაირად აჯგუფებენ:

**მთლიან ფირფიტიანი ფოთლები:** ა) ფოთოლი ფირფიტის ფორმის მიხედვით არის მომრგვალებული, წაგრძელებული, ლანცეტისებრი, მახვილისებრი, ნემსისბრი, ხაზისებური და სხვა.

ბ) ფოთლის ფირფიტის ფორმის მიხედვით- გულისებრი, მომრგვალებული, ისრისებრი, თირკმლისებრი, სოლისბრი, შუბისებრი, დახრილი;

გ) კენწეროს ფორმის მიხედვით- ხერხისებრი, კბილისებრი, ჭრელი, ორმაგხერხა, ორმაგდაკბილული, კლაკნილი;

დ) ფოთლის კიდის მიხედვით- კიდემთლიანი, ხერხკბილა, ჭრილებიანი, მრგვალკბილა, ორმაგხერხკბილა, ტალღისებრი და სხვა.

**დანაწევრებულფირფიტიანი ფოთლები:**  ა) დანაკვთული- როცა ჭრილები ფოთლის ფირფიტის სიგანის მეოთხედს არ აღემატება. მაგ. მუხა, ბამბა;

**ბ)** დაყოფილი, როვა ჭრილები ფოთლის ფოთლის ფირფიტის ერთ მესამედს და მეტსაც აღწევს. მაგ. ყაყაჩოს გვარი;

**გ)**გაკვეთილი, როგორც ფოთლის ჭრილები აღწევენ ფოთლის ძარღვებამდე.

ჭრილების განლაგებსა და ნაჭდევების სიღრმის მიხედვით განასხვავებენ: თითისებრგანკვეთილ, თითისებრდაყოფილ, თითისებრგაპობილ, ფრთისებრ დანაკვთულ, ფრთისებრდაყოფილ, ფრთისებრგანკვეთილ ფოთლებს.

**რთული ფოთლები.** ახასიათებთ მხოლოდ ზოგიერთ ოჯახს-ნაწილობრივ პარკოსანთა ოჯახს, ტიპური სახით კი ისინი ხეებსა და ბუჩქებს გააჩნიათ. მარტივისაგან განსხვავებით რთულ ფოთლებს რამდენიმე მკვეათრად განსხვავებული ფოთლის ფირფიტები (ფოთოლაკები) ახასიათებთ. თითოეული მათგანის ყუნწის ფოთოლაკი შენაწევრებულია საერთო ყუნწთან ( რახისთან).

რახისსა და ღეროს შორის კიდევ ერთი შენაწევრებაა. ამრიგად ფოთოლცვენისას ცალკე ცვივა რთული ფოთლის ნაწილები, ფოთლები და ფოთოლაკები, ცალკე კი რახისი.

ბალახოვან მცენარეებში მაგალითად, პარკოსანთა ბალახოვან სახეებში მათ ცალკეულ წარმომადგენელებს რთული ფოთლები აქვთ. მაგ. ძიძო, იონჯა და სხვა. საჭიროა აღვნიშნოთ, რომ სწორედ ბალახებში შეინიშნება ფოთლის მრავალი გარდამავალი ფორმა რთულიდან მარტივამდე. რთული ფოთლის გადასვლა მარტივში დაკავშირებულია ფოთლის საერთო ყუნწსა და მცირე ყუნწს შორის შენაწევრების რედუქციასთნ. საქმე ისაა, რომ ბალახოვან სიცოცხლის ფორმებში ფოტოლცვენა კარგავს ყოველგვარ ბიოლოგიურ აზრს, ვინაიდან თითქმის ერთდროულად წყვეტს არსებობას და მთელი ყლორტი კვდება.

რთული ფოთლების ჯგუფს ფოთოლაკების ხარისხზე განლაგების და მიხედვით ყოფე ორ ჯგუფად: ფ რ თ ა რ თ უ ლ ა დ და თ ა თ ი ს ე ბ რ რ თ უ ლ ა დ.

ფრთართული ფოთლები: ა) არაწყვილფრთისებრი ფოთლებია, როცა რახისის კენწერო მთავრდება ერთი კენტი ფოთოლაკით;

ბ) წყვილფრთიანი ფოტლებია როდესაც კენწეროზე ორი ფოთოლია;

გ) სამყურაა, როცა რთულ ფოთოლს მხოლოდ 3 ფოტოლაკი აქვს. სამყურა ფოთლები უმეტესად პარკოსნებში გვხვდება და არაწყვილფრთისებრი ფოთლების უკიდურეს რედუცირებულ ფორმას წარმოადგენენ.

ზოგჯერ ფრთართული ფოთლები რთული კონსტრუქციისა არიან. ესენია ორმაგფრთართული ნამდვილი აკციის მსგავსად. მაგ. ვერცხლისფერი აკაცია და სხვა. გვხვდება აგრეთვე მრავალჯერ ფრთართული ფოთლებიც.

**თათისებრთული ფოთლები.** არსებითად განსხვავდებიან მათ წინამორბედისაგან, ვინაიდან ფოთოლაკები მათ არა რახისის სიგრძეზე, არამედ, მხოლოდ მის კენწეროზე ერთ სიბრტყეზე აქვთ განლაგებული, მაგ. ცხენის წაბლი.

**ფოთოლათა დაძარღვის ფორმები-** ფოთოლთა დაძარღვის ფორმები შემდეგნაირია:

1. მარტივი;
2. დიქოტომური;
3. ბადისებრი;
4. რკალური;
5. პარალელური

**მარტივი დაძარღვა.** ფოთლის ფირფიტის ფუძიდან კენწერომდე მხოლოდ ერთი ძარღვი გასდევს (გამტარი კონა). მარტივი დაძარღვა გვხვდება უმაღლეს სპოროვან მცენარეებში. ხავსში, ლიკოპოდიუმებში, მრავალ შისველთესლოვანებში (წიწვიანები) და აგრეთვე ზოგიერთ ფარულთელოვანში მაგ. ელოდეა.

**დიქოტომური დაძარღვა.** ფოთლის ფირფიტას გასდევს (დიქოტომურად) დატოტვილი ძარღვები. თესლოვან მცენარეთაგან იგი ახასიათებს გინკგოს.

**ბადისებრი დაძარღვა.** ფართოდ გავრცელებული ფორმაა დაძარღვისა ორლებნიან ფარულთესლოვანებში. ტიპურ შემთხვევებში ყუნწიდან ფოთლის ფირფიტაზე გასდევს ერთი ძარღვი (პირველი რიგის), რომელიც შემდგომ იტოტება გვერდით ძარღვებად, რომლებიც თავის მხრივ საკმაოდ სქელ ბადეს ქმნიან-ესაა ფრთისებრი დაძარღვა.

ფრთისებრდაყოფილ ფოთლებს შესაბამისად ფრთისებრი დაძარღვა ექნებათ. ორი წინა ჯგუფისაგან განსხვავებით ფრთისებრი დაძარღვა ძალზე ხშირად გვხვდება ფარულთესლოვანებში-ორლებნიანებში კი, მხოლოდ ბანანს და ხარისთვალას ახასიათებს.

ბადისებრი დაძარღვის სხვა ვარიანტი თითისებურია. ამ შემთხვევაში ყუნწიდან ფოთლის ფირფიტაში შედის პირველი რიგის რამდენიმე ძარღვი, რომლებიც მრავლწვრილ განშტოებას ქმნიან. თათისებრ დანაწევრებულ ფოთოლთა ფირფიტისათვის დამახასიათებელია თათისებრი დაძარღვა.

**რკალური და პარალელური დაძარღვა.** ფოთლის ფირფიტას ყუნწიდან კენწერომდე გასდევს რამდენიმე ფდაუტოტავი ერთნაირი ძარღვი. იგი ხშირად გვხვდება ერთლებნიანებში. ზოგჯერ ისინი პარალელურად მდებარეობენ, როგორც ეს ახასიათებს მარცვლოვანებსა და ისლს, ზოგჯერ კი ძარღვები განლაგებულია რკალურად ( შროშანა) ძარღვები ერთმანეთს საერთოდ გადასასვლელებით-ანასტომოზებიტ უკავშირდებიან.

შედარებით მორფოლოგიურ შესწავლაზე დაყრდნიბით და ფოთოლთა მთელი მრავალფეროვენბის შესწავლით, აგრეთვე ინდივიდუალური განვითარების (ონტოგენეზის) მონაცემებით შეიძლება გამოვიტანოთ მეტად სერიოზული, საინტერესო დასკვნები ფოთლის სტრუქტურის ისტორიულ განვითარების შესახებ. მაგალითად, ფარულთესლოვნებასა და შიშველთესლოვნებს ფოთოლთა უფრო პრიმიტიული ფორმები- მარტივი, მთლიანი ან დანაკვთული ფოთლები გააჩნიათ. მაგ. მაგნოლიასებრნი.

ძლიერ დანაკვთული ან რთული ფოთლები უფრო გვიან წარმოიქმნენ. თანაფოთლებიც დაბალი ორგანიზაციის ნიშნად მიიჩნევიან. დაძარღვის პრიმიტიულ ტიპად უნდა ჩაითვალოს მარტივი და დიქოტო,მიური დაძარღვა, რომლებიც ხშირად გვხვდება უმაღლეს სპოროვან და შიშველთესლოვან მცენარეებში. ფარულთესლოვან მცენარეებში ყველაზე პრიმიტიულად ფრთისებრი დაძარღვა ითვლება, მეორე რიგის ძარღვთა ( მაგნოლიასებრთა, ვარდისებრთა, ბალბისებრთა და სხვა წარმომადგენლები) მახვილი კუთხით.

**3.25. ფოთლის მიკროსკოპული სტრუქტურა**

ფოთლის მიკროსკოპული აგებულება მთლიანად შეესატყვისება მის დანიშნულებას, ფოთლის ფირფიტის ქვედა და ზედა მხარეები სხვადასხვაგვარ ფუნქციას ასრულებენ: ქვედა- ტრანსპირაციასა და აირცვლას, ხოლო ზედა ფოტოსინთეზს. ამიტომ ფოთოლთა უმეტესობა აგებულია დორზივენტრალურად. (ბილატერალურად, ორგვერდად). ეს შეუიარაღებელი თვალითაც მკაფიოდ ჩანს და ფოთლის ფირფიტის განივ ჭრილზე მიკროსკოპში დაკვირვების დროსაც. ფოთლის ფირფიტა შედგება კანის (ეპიდერმის), მეზოფილის (ბაგისებრი და ხვეტისებრი მესერული პარენქიმის), ჭურწელბოჭკოვანი კონებისაგან.

ეპიდერმა ფოთოლს ორივე მხრიდან ფარავს. იგი ერთფეროვანი ქსოვილია. ეპპიდერმისის უჯრედები ცოცხალია, ერთმანეთთან მჭიდროდ არიან შეკავშირებული, შეიცავენ ციტოპლაზმას, ბირთვს და ზოგჯერ ლეიკოპლასტებს და ვაკუოლსაც კი.

ეპიდერმის ძირითადი ფუნქციაა ფოთლის დაცვა გაშრობისაგან, ყოველგვარი მექანიკური დაზიანებისა და პარაზიტული მიკროორგანიზმებიდანაც. ეპიდერმის დამცავი ფუნქცია საგრძნობლად აძლიერებს კუტიკულურ ფნას, რომელიც ფარავს კანის უჯრედების გარე კედელს. ზოგჯერ გარსის ზედაპირო მთლიანად იფარება ცვილის ნაფიფქით. ჭურჭელბოკოვანი კონები სქელ ქსელად აღწევს ფოთლის მეზოფილში. ესაა დახურულ კოლატერალური კონები, რომლებსაც ქსილენმა ზემოთ აქვთ მოთავსებული, ხოლო ფლოემა ქვემოთ.

ძარღვების ფუნქცია მდგომარეობს ფოთლის უჯრედების ომარაგებაში წყლითა და მასში გახსნილი ნივთიერებებით ( ქსილემური ნაწილი), აგრეთვე ფოთლიდან ასიმილატორების ( ფლოემური ნაწილი) გამოდევნაში. გარდა ამისა, ძარღვები მექანიკურ როლსაც ასრულებენ. ძარღვების ფოთლის ფუძიდან დაშორების და წვერთან დაახლოებისდა მიხედვით, ისინი სულ უფრო ღარიბდებიან ჰისტოლოგიური ელემენტებისაგან. ამასთან, იცვლება კონის სტრუქტურაც: თავდაპირველად მექანიკური ელემენტები ცვივა, შემდეგ ბადისებრი მილაკები და ბოლოს ტრაქეები. უმცირესი დატოტიანება ფოთლის კიდესთან ჩვეულებრივ მხოლოდ ტრაქეიდებისაგან შედგება.

ფოთლის ფირფიტის მიკროსკოპული აგებულება არსებითად ცვალებადია მცენარეთა ერთსა და იმავე სტრუქყტურულ ჯგუფებშიც კი. ეს ზრდა-აღმოცენების სხვადასხვაგვარ პირობებთანაა დაკავშირებული უპირველეს ყოვლისა კი სინათლესა და წყლის მომარაგებაზე. ასე მაგალითად, ფოთლოვან ტყეებში გაზრდილი თავაქახასნაირთა ოჯახი. ფოთლის ფირფიტა ფართოა, ხოლო ძიგვასი ანდა ვაციწვერასი ( აგრეთვე ოჯახი) კი, რომლებიც გაშლილ მზიან ველებზე ხარობენ ვიწრო და მილივით დახვეულია. განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს სინათლეს. კაშკაშა მზით განათებისას შეინისნება მეზოფილის აშკარა გამიჯვნა პალისადურ პარენქიმად, ხოლო ფოთლის ორივე მხარეს თანაბარი განათებისას, როდესაც ფოთლის ფირფიტა ასე თუ ისე ვერტიკალურად მდებარეობს, ფოთოლი იზოლატორული ე.ი. ტოლგვერდა ხდება. მაგალითად შროშანი, ზამბახი, ევკალიპტი და სხვა.

ამრიგად, ფოთოლთა მიკროსკოპულ აგებულებას უნივერსალური ხასიათი აქვს: ზედა და ქვედა ეპიდერმები, მეზოფილები და ჭურჭელბოჭკოვანი კონები. თუმცა ფარულთესლოვანთა ცალკეულ ბუნებრივ ჯგუფებში შეინიშნება ისეთი სტრუქტურები, რომლებიც მკვეთრად განსხვავდებიან საერთო მოდელისაგან. ასეთი გადახრის მაგალითად გამოდგება ვაციწვერას გვარი და ზოგიერთი სხვა მარცვლოვანების ფოთოლი . მაგ. წივანა და სხვა. ამ შემთხვევაში ეს დაკავშირებულია ნაკლებ აორთქლებასთან და მშრალი სტეპების გვალვიან პირობებთან შეგუებასთან.

ვაციწვერას ფოთლის ფირფიტა მილაკივით დახვეულია. ფირფიტის ძლიერი გოფრირებული ზედა მხარე ხვდება მილის შიდა მხარეს, ხოლო ქვედა-გლუვი, რომელსაც ეპიდერმისის კედლები ძლიერ შესქელებული აქვთ და ბაგეები არ გააჩნიათ, ქმნის მილის გარეთა კედელს.

ბაგეები მდებარეობენ ზედაპირის ზედა მზხარეზე ფოთლის შვერილებს შორის არსებულ ღარებში. ფოთლის დაგრეხა მილად საკმაოდ ამცირებს აორთქლებას. ოლეანდრს-ფთლის ქვედა მხარეზე აქვს განსაკუთრებული ჩაღრმავებები-კრიპტები, რომელთა ფსკერზე განლაგებულია ბაგეები. მოფენილი კრიპტის ერთფერიანი ეპიდერმის უჯრედები ქმნიან გრძელ ამონაზარდებს-ბეწვებს ( ბუსუსებს), რომლებიც ავსებენ კრიპტის ღრუს. ფოთლის ქვედა ზედაპირის ამობურცული უბნები გარედან დაფარულია კუტიკულარული შრის მქონე მრავალფერიანი ეპიდერმით.

სავსებით ნათელია, რომ კრიპტა გაჩნდა მცენარის აორთქლემის შემცირებასთან დაკავშირებიტ. წიწვიან მცენარეთა ფოთოლი მაგ. ფიჭვის არსებითად განსხვავდება ყვავილოვანთა ფოთლებისაგან. განმასხვავებელი თვისებებია: წყალდამცავი ფენის ჰიპოდერმის და აგრეთვე ნაოჭიანი ქლოროფილის მომცემი პარენქიმისა და ენდოდერმის არსებობა.

**3.26. ფოთლის მეტამორფოზები**

ფოთლის მეტამორფოზებს ეკუთვნის: ეკლები, ულვაშები, მწერიჭამია მცენარეების დამჭერი აპარატი, რედუცირებული ქერქლოვანი ფოთლები, საკვები ნივთიერებების სამარაგო ფოთლები და სხვა. ზოგჯერ ფოტლის ფირფიტა და მისი ყუნწი დამოუკიდებლად განიცდიან მეტამორფოზს. მაგალითად ზოგიერთ მწერიჭამია მცენარეში ფოთლის ფირფიტა გარდაქმნილია დამჭერ აპარატად, ფოთლის ყუნწი კი ფართოვდება და ფოთლის ფირფიტის ფორმას ღებულობს. ფოთლის ყუნწის მეტამორფოზს ფოთლის ფირფიტა ეწოდება ფ ი ლ ო დ ი უ მ ი.

ფოთლები გადაიქცევიან ეკლებად ან მტლიანად ( კაქტუსი, კოწახური) ან ნაწილობრივ (ნარშავი) ბარდას, ცულისპირას ფოთლები გარდაიქმნებიან ხოლმე ულვაშებად. ფოთლების მეტამორფოზს ეკლებად და ულვაშებად აქვთ ისეთივე მნიშვნელობა, როგორც ყლორტის მეტამორფოზს ეკლებად და ულვაშებად. ზოგჯერ ფოთოლთანები გარდაიქმნებიან ეკლებად (თეთრი აკაცია), ან ულვაშებად ( ეკალღიჭად).

დამჭერი აპარატი ფოთლის მეტად საინტერესო სახეცვლილებაა. იგი დამახასიატებელია მწერიჭამია მცენარეებისათვის (ცვრიანა, მემატლია და სხვა). მემატლიასა და ნეპენტესს გააცნიატ მწერების დამწერი მოწყობილობები (ბუტკოები, დუმფარები, ლარნაკი ან ფოთლის დამხურავი ფირფიტები). მათში მოხვედრილი პატარა მწერები იღუპებიან, ფერმენტების საშუალებიტ იშლებიან და ასე ითვისებს მათ მცენარე.

ასეთი სახის მეტამორფოზები (პარკისებური სათავსები) მხოლოდ მწერიჭამია მცენარეებში როდი გვხვდება მაგალიტად დიშდიების „ ბუტკოები“ (დუმფარები) ტენისა და ჰუმუსის რეზერვუარებს წარმოადგენენ. აქ ყალიბდება დამატებითი ფესვები, რომლებიც ტენით ამარაგებენ მცენარეს.  **ანალოგიური და ჰომოლოგიური ორგანოები.** მეტამორფოზები ანუ სახეცვლილებანი ხშირად შეინიშნება როგორც მცენარეებში, ისე ცხოველებში, ისინი არა მარტო ვეგეტატიური, არამედ ნებისმიერი რეპროდუქტიული ორგანოსტვისაა დამახასიათებელი. მეტამორფოზების ეს ცოცხალი მატერიის დამახასიათებელი მოვლენებია განვითარების ყველა საფეხურზე. ”ჩვეულებრივი“ ტიპური გეგმისაგან განსხავავებიტ-მეტამორფოზები შეუქცევი გარდაქმნებია.

მეტამორფოზების მეტად ფართო განვითარება და გავრცელება შეინისნება დედამიწაზე ფარულთესლოვან მცენარეთა ბატონობის ეპოქაში. იგი დაკავშირებულია კლიმატურ და სხვა პირობების მკვეთრ გარდაქმნებთან

(დიფერენცირება). ამრიგად, მეტამორფოზები უნდა განვიხილოთ როგორც რეალური გამოხატულება ორგანიზმების პლასტიურობისა გარემო პირობების ცვლასთან დამოკიდებული ურთიერთმოქმედების პროცესში, როგორც რეალური გამოხატულება-ადაპტური ე.ი. შემგუებლური ევოლუციისა.

ჯერ კიდევ მე-18 საუკენეში უდიდესი მოაზროვნე და ფილოსოფოსი პოეტი ვ. გოეთე აღნიშნავდა, რომ მეტამორფოზებს გააჩნიათ სხვადასხვა მნიშვნელობა და სიღრმე. იგი შემთხვევითი და რეგრესული მეტამორფოზებისაგან განარცევდა კანონზომიერ მეტამორფოზებს. სწავლება მეტამორფოზების შესახებ ბოტანიკური მორფოლოგიის მნიშვნელოვან დარგს შეადგენს. მეტამორფოზების თანამედროვე კლასიფიკაცია ადვილი და ბუნებრივია. ესენია ფესვის, ღეორს, ფოთლისა და ყლორტის სახეცვლილებანი. ოღონდ საჭიროა მხედველობაში მივიღოთ, რომ დასახელებულ მეტამორფოზებს შორის მკვეთრი ზღვარი არ არსებობს. ყველა სახეშეცვლილ ორგანოს ყოფენ ორ პრინციპულად განსხვავებულ ჯგუფად: ანალოგიურად და ჰომოლოგიურად.

პირველ მათგანს ახასიათებს აგებულებისა (მორფოლოგია) და დაკისრებული ფუნქციის (ფიზიოლოგია) მსგავსება. მოცემულ შემთხვევაში მორფოლოგიურ-ფიზიოლოგიური მსგავსება როდი ადასტურებს ნათესაობას, ვინაიდან ანალოგიური ორგანოები წარმოშობისა არიან. ანალოგიური ორგანოების მაგალითებია: კოწახურის ეკალი (ფოთლისგანაა წარმოქმნილი) და კუნელის ეკალი (ყლორტისგანაა წარმოქმნილი), თეთრი აკაციის ქაცვი- (წარმოქმნილია თანაფოთლებისაგან) და სხვა.

ჰომოლოგიური ორგანოები საერთო წარმოშობის ე.ი. ერთიდა იგევე ორგანოებისაგან (მაგ. ყლორტისაგან) ან მათი ერთობლიობის საფუძველზე ერთიანდებიან. ჰომოლოგიური ორგანოები საერთო წარმომავლობის ან იმავე ფუნქციის შესრულებისას ხშირად მორფოლოგიურადაც მსგავსნი არიან. მაგ. კოწახურის ეკალი (წარმოქმნილია ფოთლისაგან), კაქტუსის ეკალი (წარმოქმნილია ფოთლისაგან) ასკილის ქაცვი (წარმოქმნილია-ქერქისაგან), მაყვლის ქაცვი, სტაფილოს ძირხვენა ერთნაირი წარმოშობისანი არიან. ისინი ძირითადად ლებნისზედა მუხლისაგან, დამოკლებული ყლორტისაგან (თავაკი) და საკუთრივ ფესვისაგან ვითარდებიან. მაგრამ ჰომოლოგიურ ორგანიოებს ხშირად საერთოდ არ გააჩნიათ მორფოლოგიური მსგავსება; მგ. ხახვის ბოლქვი (ყლორტული წარმოშობისა) და კარტოფილის გორგლი (იგივე წარმოშობისაა) მაშინ როდესაც სახეცვლილი ორგანო ბოლქვი და კარტოფილის გორგლი ასრულებენ ვეგეტაციური გამრავლების და სათადარიგო ნაწილების მსგავს ფუნქციებს.

ჰომოლოგიური ორგანოებია აგრეთვე ჭანგას გორგლი, ველური ლიმონის ეკალი, მარწყვის ულვაში და კარტოფილის გორგლი, ვინაიდან ისინი ყველა ტლორტული წარმოშობისანი არიან.

**თავი IV**

**რეპროდუქციული ორგანოები**

რეპროდუქციული, ანუ გენერაციული ორგანოები ასრულებენ სქესობროვი გამრავლების ფუნქციას. ევოლოციური განვითარების ადრეულ ეტაპზე რაპროდუქციაქმნილი ორგანოები, მხოლოდ სქესობრივი განვითარების ორგანოებს, უმთავრესად ერთუჯრედოვან მაპროდუცირებელი სასქესო უჯრედებს-გამეტებს წარმოადგენენ.

უფრო მაღალორგანიზებული მცენარეების რეპროდუცირებული ორგანოები უფრო რთულად მოწყობილ წარმონაქმნებს წარმოადგენენ. ამ წარმონაქმნებში ვითარდება არა მხოლოდ სქესობრივი გამრავლების ორგანოები, არამედ ხდება სქესობრივი აქტიც (გამატების კოპულაცია) და ისახება ახალი მცენარის საწყისები (ჩანახსახი).

რეპროდუქციული ორგანოები სქესობრივი პროცესის ყველა მცენარეს როდი უვითარდება. მაგალითად, კონიუგატებსა და დიატომურ წყალმცენარეებს და აგრეთვე ბაზალურ სოკოებს რეპროდუქციული ორგანოები არ გააჩნიათ.

სქესობრივი პროცესის დროს ერთდებიან ჩვეულებრივი ვეგეტაციური უჯრედები პროტოპლასტები, სპეციალიზებული სასქესო უჯრედები-გამეტები საერთოდ მოძრავია, იგი მრავალ წყალმცენარესა და გამეტანგიუმს უვითარდება. ასეთები უმეტესად ერთუჯრედიანი მცენარეებია. ზიგომიცეტურ სოკოებს (მაგალითად, ობის სოკო) სასქესო ორგანოები სუსტად აქვთ დიფერენცირებული; ისინი წარმოადგენენ ორ მიკროსკოპულად ერთნაირ წვრილ მრავალბირთვიან გამეტებს, რომელიც დაუნაწევრებელი მიცელიუმისაგან ტიხარებით გამოიყოფა.

წყალმცენარეების უმეტესობის სქესობრივი გამარავლების მდედრობით ორგანოებს ო ო გ ო ნ ე ბ ი ეწოდებათ, ხოლო მამრობითისას- ა ნ ტ ე რ ი დ ი ე ბ ი. ოოგონები და ანტერიდიები ყველა წყალმცენარის ერთუჯრედოვანი წარმონაქმნია. ერთ ერთი გამონაკლისია წყალმცენარეები Xorovie(რუსულად ეწერა), რომლებსაც მრავალუჯრედიანი სქესობრივი გამრავლების ორგანოები აქვთ.

უდაბლეს სოკოებს ოოგონები ბირთვის ფორმისა აქვთ და შეიცავენ რამდენიმე კვერცხუჯრედს. ანტერიდები კი არაა, დიდი და ცილინდრული ფორმისაა. ანტერიდიის შედგენილობა განაყოფიერებისას ოოგონებში გადმოიღვრება.

ჩანთოსანი სოკოების უმეტესობისა და მღიერების გამრავლების მდედრობით სასქესო ორგანოებს ა რ ქ ი კ ა პ ი ეწოდება.

**4.1. ყვავილი**

მცენარეთა სამყაროში სქესორივი გამრავლების ევოლუციის უდიდეს მიღწევად ითვლება ყვავილი და მისგან წარმოებული თესლი და ნაყოფი. ბოტანიკოსების უმეტესობა თვლის, რომ ყვავილის დამახასიათებელი ნიშნებია: მტვრიანებისა და ყვავილსაფართა არსებობა. ამ განსაზღვრიდან გამომდინარე ყვავილი გააჩნიათ მხოლოდ ფარულთესლოვან მცენარეებს.

ყვავილი წარმოადგენს სახეშეცვლილ დამოკლებულ ყლორტს, რომელიც ხელს უწყობს სპორების (მიკრო და მეგასპორები) გამატების და ჯვარედინი დამტვერვის წარმოქმნას. დამტვერვისა და შემდგომი სქესობრივი პროცესის შედეგად თესლში წარმოიქმნება თესლკვირტი, ნაყოფის წარმოქმნაში გარდა ბუტკოს ნასკვისა, მონაწილეობენ ყვავილის სხვა ნაწილებიც. მიკრო და მეგასპორების (მიკრო და მეგასპოროგენეზი) წარმოქმნა ყვავილის სხვადასხვა ორგანოებში ხდება. უმეტესად ეს ორგანოები ერთ ყვავილში (ორსქესიანი ანუ გერმაფოდიტრული ყვავილები) გვერდიგვერდ მდებარეობენ. ზოგჯერ კი ისინი სხვადასხვა ყვავილებშია (ცალსქესიანი ყვავილები, მაგ. სიმინდი). ცალსქესიანებში ხშირად შეინიშნება ერთ ერთი სქესის დაკარგვის ნიშნები.

ყვავილის იმ ნაწილებს, რომლებშიც მეგასპორების წარმოიქმნებიან ბ უ ტ კ ო ეწოდება, რომელიც სტრუქტურული ერთეულია ნაყოფფოთოლი. ყვავილის ნაირებს, რომლებიც მიკროსპორებს ქმნიან, მტვრიანა ა ნ დ რ ო ც ე უ მ ი ეწოდებთ. ანდოცეუმის ძირითად სტრუქტურულ ერთეულს მტვრიანა წარმოადგენს. ვინაიდან ნაყოფფოთოლზე ვითარდება თესლკვირტი, რომლის შიგნითაც იქმნება ჩანასახოვანი პარკი-მდედრობითი გამეტოფიტი, გ ი ნ ე ც ი უ მ ი განიხილება, როგორც სქესობრივი გამრავლების მდედრობითო ორგანო. შესაბამისად მტვრიანაში (სამტვრეში) წარმოიქმნება მიკროსპორები, რომელთაგანაც ვითარდება სამტვრე მარცვალი-მამრობითი გამეტოფიტი.

**ანდროცეუმი.** სქესობრივი გამრავლების მამრობითო ორგანოა ფარულთესლოვანთა ტიპური ყვავილი წარმოადგენს ყლორტის წვერს, მისით მთავრდება მთავარი ან გვერდითი ყლორტები. ისივე როგორც ყლორტი, ყვავილიც შედგება ღერძული ნაწილისაგან, ყვავილის ყუნწის ყვავილსაჯდომისა და გვერდითი ფოთლებისაგან.

ყვავილსაჯდომი თავისი ადგილმდებარეობითა და აგებულებით წარმოადგენს ღეროს წვეროს. მაგრამ კენწრული ზრდა ზოგჯერ ადრე წყდება, ზოგჯერ კი შეიძლება ნაყოფის დამწიფებამდე გაგრძელდეს. ნაწილობრივ, ამიტომაა, რომ ყვავილსაჯდომი სხადასვაგვარ ფორმას ღებულობს კონუსისებურიდან (მაგნოლია, ბაიები, განსაკუთრებით კი თაგვისკუდა) ბრტყელი და სირჩისებურად ჩაზნექილი ხაზებით, ისე როგორც ეს ასკილს აქვს.

ყვავილის ფოთლები ყვავილსაჯდომზე განლაგდება ჩვეულებრივ წრიულად- ციკლური ყვავილები, რგოლების რიცხვი ერთი სახის ყვავილებს თითო აქვთ, სხივებს კი 16-მდე. უმეტეს შემთხვევაში ყვავილს გააჩნია 5 ან 4 რგოლი. ჯამის ფოთლის ერთი წრე, მტვრიანებს 2 ან 1 წრე-ბუტკოებს წრე ბუტკოებს ერთი წრე. 4-რგოლიანი ყვავილის ფოთლების მქონე ყვავილები ე.ი. ოთხციკლიანი ყვავილები აქვთ მაგალითად, სტაფილოს და ნიახურისნაირთა ოჯახის მრავალ წარმოამდგენელს. უფრო იშვიათად ყვავილის ფოთლები განლაგებული არიან სპირალურად-აციკლური ყვავილები მაგალითად, მაგნოლია-ზოგჯერ კი ეს, როგორც ბაიას აქვს, ყვავილის ფოთლების ნაწილი, ჩვეულებრივ ჯამის ფოთლები და გვირგვინის ფურცლები, განლაგებული არიან წრიულ;ად, ხოლო მტვრიანები და ბუტკოები კი სპირალურად-ჰემიციკლური ყვავილები.

ყვავილის ფოთლების განლაგება რგოლებად უფრო სპეციალიზებულად, უფროევოლუციაქმნილ ნიშად ითვლება. წრე წარმოადგენს თითქოს რამდენიმე მჭიდროდ შეკრული სპირალის ხვეულს. ყვავილი აგებულია ერთი განსაზღვრული გეგმის მიხედვით. მის საძირკველს, როგორც უკვე აღინიშნა, შეადგენს ყვავილსაჯდომი, მასზე ქვემოდან ზევით მაგრდება ყვავილის ფოთლები ასეთი თანმიმდევრობით: ჯამის ფოთლები, რომლებიც აყალიბებენ ჯამს-ყვავილის დამცავ ორგანოს. ჯამის ზემოთ განლაგებულია გირგვინის ფოთლები, გვირგვინის შემდეგ მდებარეობენ მტვრიანები, რომლებიც ერთობლივ ანდროციუმს შეადგენენ და ბოლოს ბუტკოები ( ერთი ან რამდენიმე) გინეციუმი.

განარჩევენ ფ უ რ ც ლ ე ბ განცალკავებულ ყვავილებს, როცა გვირგვინის ფურცლები ერთმანეთთან არა არიან შეზრდილი ასეთებია (დუმფარასებრთა, მაგნოლიასებრთა და კომბოსტოსნაირების ოჯახის სახეები) და შ ე ზ რ დ ი ლ ფურცლებიანი ყვავილები, როდესაც გვირგვინის ფრუცლები ერთმანეთთანაა შეზრდილი. მაგ. გოგრისნაირნი ან ძაღლყურძენასებრნი.

**ყავილსაფარი.**  ჯამი და გვირგვინი წარმოადგენენ სტერილურ დანამატებს და ერთად შეადგენენ ყვავილის საფარს ანუ ყვავილსაფარს. სხვადასხვაგვარად შეფერილ ჯამსა და გვირგვინის დიფერენცირებულ ყვავილსაფარს ო რ მ ა გ ი ეწოდება, ხოლო ყვავილსაფარს, რომლის ფურცლები ერთნაირადაა შეფერილი, მ ა რ ტ ი ვ ი ეწოდება. ასეთი ყვავილსაფრის ცალკეულ კომპონენტებს ს ე პ ა ლ ი ე ბ ს უწოდებენ . მარტივ ჯამისებრ ყვავილსაფარს ჩვეულებრი მწავან ე ფერის ფოთლები აქვს.

მარტივ გვირგვინისებრ ყვავილსაფარს კი გააჩნია ღიად შეფერილი ფოთლები- პ ე ტ ა ლ ე ბ ი .

**ჯამი.** შედგება მეტ ნაკლებად მჭიდრო, ჩვეულებრივ მწვანე ფოთლებისაგან, რომლებსაც ჯამის ფოთლები ეწოდებათ.

ზოგჯერ ჯამი კაშკაშა ფერითაა შეფერილი. მაგალითად, ტილჭირი. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში იგი ასრულებს ან აძლიერებს გვირგვნის დანიშნულებას დამტვერავი მწერების მოსაზიდად. შეღებილი ჯამი სხვა მცენარეებშიც გვხვდება. მაგ. ფუქსია, სოსანი.

ჯამი უმეტესად ერთმაგია ე.ი. შედგება ჯამის ფოთლების ერთი წრისაგან. ზოგჯერ კი ჯამის გარედან წარმოიქმნება მეორე ჯამი, რომელსაც ჯ ა მ ს ქ ვ ე შ ა ს უწოდებენ. ჯამსქვეშა ვითარდება თანაყვავილედებისაგან ბალბისებრთა ოჯახი, ხოლო ზოგჯერ კი თანაფოთლებისგანაც წარმოიქმნება.

ჯამის ფოთლები შეიძლება იყოს თავისუფალი ( ფ უ რ ც ლ ე ბ გ ა ნ ც ა კ ა ვ ე ბ უ ლ ი) და მეტნაკლებად შეზრდილი ( ფ უ რ ც ლ ე ბ შ ე ზ რ დ ი ლ ი ჯამი). ზოგჯერ ჯამის ფოთლები ერთმანეთს თითქმის მთელ სიგრძეზე შეეზრდებაინ (თამბაქო).

ჯამის ფოთლების შეზრდის ხრისხის მიხედვით განარჩევენ:

1. გ ა ნ კ ვ ე თ ი ლ ჯამებს, როცა ჯამის ფოთლები ერთმანეთთან შეზრდილია, მხოლოდ ფუძეებით;
2. გ ა ნ ც ა ლ კ ა ვ ე ბ უ ლ ი ჯამის ფოთლები ერთმანეთთან თითქმის ნახევრადაა შეზრდილი ან ცოტა ნაკლებად;
3. დ ა ნ ა კ ვ თ უ ლ ი-შეზრდა აღწევს დაახლოებით ჯამის ფოთლების სიგრძის ორ მესამედს. მაგალითად, კარტოფილი;
4. დ ა კ ბ ი ლ უ ლ ი- თავისუფალი რჩება მხოლოდ ჯამის ფოთლების კენწეროები.

ჯამები, რომელთა ჯამის ფოთლები ფუძეებითაც კი არიან შეზრდილნი, გააჩნიათ ბაიას, კომბოსტოს.

**გვირგვინი.** როგორც წესი. ასე თუ ისე შეღებილი გვირგვინის ფურცლებისაგან შედგება, რომლებიც წარმოქმნიან უმეტესად ყვავილის მეორე (ზოგჯერ კი მესამე) წრეს. ჯამის ფოპთლებისაგან განსხვავებიტ გვირგვინის ფურცლები დიდი მრავალფეროვნებით გამოირჩევიან. მათი გამტარი სისტემა ზოგჯერ წარმოდგენილია მხოლოდ ერთი ძარღვით, სხვა შემთხვევაში კი რამდენიმეთი, გარდა ამისა, გვირგვინის ფურცლებს წვრილი ძარღვების მთელი სისტემა გააჩნიათ. მათ ახასიათებთ დატოტვის დიქოტომური ხერხი.

გვირგვინის ფურცლებს ფერს აძლევენ ან ქრომოპლასტები ( მაგ. ბაია) ან უჯრედის წვენის პიგმენტები. ბოლო შემთხვევაში გვირგვინის ფურცლების შეფერილობა არსებითად უჯრედის წვენში არსებული მჟავებისა და მათი კონცენტრაციის ხარისხზეა და მოკიდებული.

ამასთან დაკავშირებით მცენარეთა ზოგიერთ სახეს შეიძლება ფერი შეეცვალოს დღეღამის განმავლობაში. მაგალითად, დეკორატიულ მცენარეს, დილით გვირგვინის ფურცლები თეთრი აქვს, დღისით კი ვარდისფერი, ხოლო საღამოს ღია ვარდისფერი.

გვირგვინის მრავალფეროვნება განუსაზღვრელია. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან როგორც ელფერისა და შეფერილობის ინტენსიურობით, ასევე გვირგვინის ფურცლების რიცხვითაც, მათი ფორმითაც და ზომითაც. სახეთა განსაზღვრისა და დახასიათებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს გვირგვინის ფურცლების ურთიერთგანლაგებას. კიდევ უფრო საჭიროა იმის დადგნა ისინი ერთმანეთს ნაწილობრივ მაინც შეეზრდებიან თუ განცალკავებულნი რჩებიან. ამასთან დაკავშირებით განასხვავებენ გვირგვინის ორ ტიპს. გ ა ნ ც ა ლ კ ა ვ ე ბ უ ლ ფ უ რ ც ლ ი ა ნ ი გვირგვინი მაგ. ასკილი, ალუბალი და შ ე ზ რ დ ი ლ ფ უ რ ც ლ ი ა ნ ი გვირგვინი, მაგ. ხვართქლა.

ფურცლების შეზრდისა და საერთოდ ყვავილის წევრთა შეკავშირების განსაზღვრისას ძირითადი ყურადღება უნდა დავუთმოთ ფურცლების (ისევე, როგორც ყვავილის დანარჩენ ნაწილებს-მტვრიანებსა და ბუტკოებს), ფუძეებით და არა წვეროებით შეზრდას. ყვავილის წევრთა შეზრდა ძალზე მარტივად განისაზღვრება. საჭიროა ერთ ერთი ფრუცელი (ან მტვრიანა) გადმოვწიოთ და თვალი ვადევნოთ, ხომ არ წყდება მასთან ერთად ყველა ფურცელი (გვირგვინი) ან თუნდაც ორი ან ორზე მეტი.

გვირგვინი, ისევე როგორც ყვავილის ჯამი, შეიძლება დავყოთ ორ ძირითად მორფოლოგიურ ჯგუფად:

1.ა ქ ტ ი ნ ო მ ო რ ფ უ ლ ი ანუ სწორი (პოლისიმეტრული), როცა გვირგვინზე შესაძლებელია ორი ან მეტი სიმეტრიული სიბრტყის მოთავსება;

2.ზ ი გ ო მ ო რ ფ უ ლ ი (მონისიმეტრული), როცა შესაძლებელია, მხოლოდ ერთი სიმეტრიის სიბრტყის გავლება.

ზიგომორფულ გვირგვინებს ხშირად გააჩნიათ განსხვავებული ფორმა და მცენარეთა ამა თუ იმ ჯგუფის სახის, გვარის თუ ოჯახის კარგ მორფოლოგიურ ნიშნად გვევლინებიან. მათ შორის ხშირად გვხვდება გვირგვინების შემდეგი ფორმები:

1.ო რ ბ ა გ ი ა ნ ი - გადანაღუნი შედგება ორი ან არატოლფასოვანი ნაწილისაგან; ზედა ბაგეებისა და ქვედათი შავწამალასებრთა ოჯახის მრავალი წარმომადგენელი;

2.ე ნ ი ს ე ბ რ ი- მილიდან გამოდის შეზრდილი გვირგვინის ფურცლები, რომლებსაც ენის ფორმა აქვთ (ასტერისებრთა ოჯახის მრავალი სახე). ფურცელგანცალკავებული აქტინომორფული გვირგვინები ფურცლების რაოდენობის, მათი ურთიერთგანლაგებისა და აგრეთვე ფრჩხილების არსებობის მიხედვით კლასიფიცირდება. თავისებურ ფორმას წარმოადგენს ე.წ. ჩ ა ჩ ი ა ნ ი ყვავილსაფარი, როდესაც გვირგვინის ფურცლები წვეროებით არიან შეზრდილნი მაგ ყურძენი.

და ბოლოს, განასხვავებენ კიდევ ა რ ა ს ი მ ე ტ რ ი უ ლ (არასწორს) ან ოდნავ ა ს ი მ ე ტ რ ი უ ლ გვირგვინებსა და ყვავილებს, როდესაც გვირგვინიდან ყვავილამდე სიმეტრიის არცერთი სიბრტყის გატარება არ შეიძლება მაგ. კატაბალახა.

**ანდროცეუმი.** მტვრიანათა ერთობლიობა. მტვრიანას ანუ მიკროფოთლის დანიშნულებაა მტვერის წარმოქმნა. მტვრიანათა სტრუქტურა ანუ ანდროცეუმი ძალზე სხვადასხვაგვარია. ეს იმიტომ, რომ მტვრიანებს სხვადასხვაგვარი დამტვერვის ხერხი გაჩნიათ.

მტვრიანათა რიცხვი ზოგჯერ ყვავილსაფარის ფოთლების ტოლია მაგ. შროშანა, ხშირად მტვერიანათა რიცხვი ორჯერ ან მრავალჯერ აჭარბებს გვირგვინის ფურცლების ანდა ყვავილსაფარის რაოდენობას (ბაია,კეთილშობილი დაფნა).

ანდროცეუმის დათვალიერებისას ყურადღებას იქცევს ის ფაქტი, რომ ყველა ლავრა ერთნაირი სიგრძისაა.

იფნისებრთა ოჯახის უმეტესობას და აგრეთვე შავწამალასებრთ სულ 4 მტვრიანა გააჩნიათ, თანაც ორი მათგანი (უფრო ხშირად წინა) უფრო გრძელია დანარჩენზე. ასეთ მტვრიანებს (ა ნ დ რ ო ც ე უ მ ე ბ ს) უწოდებენ ორძალოვანს. კომბოსტოსნაირთა ოჯახის სახეების (ჯვაროსანნი) მტვრიანათა საერთო რიცხვი ექვსია, ამათგან 4 გრძელი და 2 მოკლე.

მტვრიანას ტიპური მოდელი ორი ნაწილისაგან შედგება:

1.ფერტალური ნაწილის სამტვრე - დ ი ს ტ ა ლ უ რ ი;

2.მტვრიანას ძაფი-ეს სტერილური ნაწილია პ რ ო კ ს ი მ ა ლ უ რ ი.

ხშირად გამოყოფენ მტვრიანას მესამე ნაწილსაც, რომელსაც ს ა ე რ თ ი ეწოდება. იგი წარმოადგენს ქსოვილის ფენას, რომელიც თითქოს აერთებს კრავს სამტვრეს ორ ნაწილს. თუმცა ჰისტოლოგიურად ეს ქსოვილი როდი გამოირჩევა სამტვრეს კედლის ქსოვილისაგან. ამიტომ არ არის აუცილებელი, რომ საერთი განვიხილოთ, როგორც მტვრიანას განსაკუთრებული ნაწილი. იგი სამტვრეს საშუალო ცენტრალური, ასე თუ ისე განვითარებული ნაწილია.

მარცვლეულებს (ხორბალი, ჭვავი და სხვა) ძალზე მოკლე საერთი აქვთ, ხოლო იასა და ხარისთვალას კი პირიქით, მნიშვნელოვნად აქვთ დაგრძელებული და მტვრიანაზე გადმოშვერილი.

**სამტვრე.** ამ ფერტილური ნაწილის სტრუქტურის სხვადასხვაგვარობა განისაზღვრება როგორც რედუქციის ფორმითა და ხარისხით, ასევე სამტვრე ძაფთან შეპირისპირების ხასიათითაც. სამტვრეს ფორმა ცოტად თუ ბევრად ცვალებადია ხაზისებურიდან ისრისებურამდე და ბირთვისებურამდე. მაგრამ უფრო ხშირად გვხვდება ექვსკუთხედის (პარალელიპედის) მსგავსი ფორმისა. ტიპურ შემთხვევევებში, მაგალითად ასკილის სამტვრე შედგება აშკარად ორი „ნახევრისაგან“ ისინი მდებარეობენ საერთის ორივე მხარეს. საერთის განვითარების ხარისხი ხშირად განსაზღვრავს მტვრიანას საერთო ფორმას. თითოეული თავის მხრივ შედგება ორი ბუდისაგან, რომლებსაც აგრეთვე სამტვრე პარკები (სამტვრე საკნები, ბუდეები) ჰქვიათ. სწორედ ასე ვითარდებიან მიკროსპორები, ხოლო შემდგომში მტვერი. რთულ (დატოტვილ) მტვრიანებს სამტვრე პარკების მხოლოდ ნახევარი გამოაქვთ, ვინაიდან დატოტვის გამო მათ მხოლოდ ერთი ტეკა გააჩნიათ (ტყის თხილი, ევროპული რცხილა).

ზოგჯერ მარტივ მტვრიანაზე ვითარდება ორი სამტვრე პარკი (კოწახური). სამტვრეში ბუდეების რედუქციის და აგრეთვე მათი წყვილად შეზრდის შემთხვევები ცოტა როდია, სპორანგიათა რიცხვის შემცირება შეინიშნება ზიგომორფულ ყვავილებში. სარეკორდო დიდი ციფრი-50 სამტვრე პარკი გააჩნია ფითრს.

სამტვრეს აგებულება გამძლეობას ინარჩუნებს ფარუთესლოვანი მცენარეების გვარებსა და ზოგიერთ ოჯახშიც კი. სამტვრეს კედლის მიკროსკოპული სტრუქტურა კარგადაა შესწავლილი, მაგრამ სტრუქტურის ცალკეულ ელემენტთა დასახლებისას გაუგებრობა ხდება. ცენტრიდანული მიმართულებით განლაგებულნი არიან შემდგომი შრეები (ქსოვილები): ეპიდრმა, სუბეპიდერმული ქსოვილი-ფიბროზულუ ქსოვილი ანუ ენდოციტიუმები, პარენქიმული ქსოვილი, რომელიც დიფერენცირდება გადაგვარებულ ფენად და ტაპენუმად.

ყველაზე ტიპური ეპიდერმა წარმოდგენილია სამტვრეებში-სპეციალიზებულ სამტვრეებს ეპიდერმა შესაძლოა არ გააჩნდეთ. მაშინ საფარი ქსოვილის ფუნქციას ასრულებს, მხოლოდ ფიბროზული შრე (ჰიპოდერმა). ფიბრომული შრე შესაძლოა წარმოდგენილი იყოს ერთი ან რამდენიმე მსხვილი, ხშირად უჯრედთა შიგთვსის დამკარგავი ქსოვილების რიგით, რომელთა კედლებს აქვთ ბადისებრი ან სპირალური გამსხვილებანი. შემდგომში ფიბროზული შრე სამტვრე გახსნას უწყობს ხელს. ფიბროზული ფენის მომდევნოა გადამგვარებელი შრე.

სამტვრე ყველაზე შიდა შრეა მ ო ფ ე ნ ი ლ ი ანუ ტაპეტუმი. მას მსხვილი უჯრედები აქვს, სქელი ციტოპლაზმითა და რამდენიმე ბირთვით. მტვერის მწიფობის მიხედვით ტაპეტუმის უჯრედების კედლები და მისი გადამგვარებელი შრე იშლება და მათი შიგთავსი ქმნის პერიპლაზმოდიუმს, რომელიც, როგორც ჩანს განვითარებული მიკროსპორების გამოსაკვებადაა განკუთვნილი.

ახალგაზრდა სამტვრეში თითოეული სამტვრე პარკის ცენტრში მდებარეობენ არქეოსპორიუმის უჯრედები, რომელთაგან შემდგომში მეიოზის გზით (რედუქციული გაყოფა) იქმნება მიკროსპორები, რომლებიც პირდაპირ სამტვრეში მამრობით გამეტოფიტში ღივდებიან ისინი.

მაღალსპეციალიზებულ სამტვრეებში ჰისტოლოგიური ელემენტების (კედლის შრეები) რიცხვი შესაძლოა უჯრედთა ორი რიგისაგან შედგებოდეს ეპიდერმებისა და ერთშრიანი ენდოტეციუმისაგან.

დიდი ფილოგენეტიკური მნიშვნელობა აქვს სამტვრეს გახსნის ხერხს: ერთია ი ნ ტ რ ო ზ ი უ ლ ი (იხსნება ადაქსალური მიმართულებით ე.ი. სამტვრეს პარკის შიგნით), ხოლო მეორე ე ქ ს ტ რ ო ზ უ ლ ი (იხსნება აპიკალური მიმართულებით). ინტროზული გადახსნისას მტვერი თავისუფლდება ადაქსალურად ე.ი. ყვავილის შიგნით; ექსტროზული გახსნისას კი მტვერი გადმოიპნევა აბაქსიალურად ე.ი. გარეთ. სამტვრეების გადახსნის ხერხებს დიდი მნიშვნელობა ენიჭებათ მცენარეთა ორგანიზაციასა და სისტემატიკაში.

სხვადასხვაგვარი აგებულებისაა სამტვრე პარკის ძაფიც. საწყის ფარულთესლოვან პრიმიტიული ყვავილების მქონე მცენარეებში (მაგ. რანალიასებრთა მრავალი სახე) გამტარი კონის მქონე სამტვრე პარკის ძაფები გვირგვინის ფურცლის ფირფიტის სახისაა. ორლებნიანებს ამფიკრიბალური კონები აქვთ, ერთლებნიანებს კი ლატერადური, მნიშვნელოვანი სხვადასხვაობა შეინიშნება სამტვრე პარის ძაფის გარეგნულ ფორმაშიც.

ასე მაგალითად, ასკილის სამტვრე პარკის ძაფი ცილინდრულია და სიგრძით 10-12 მმ-ს აღწევს. სხვა მცენარეებს განივ ჭრილზე იგი ვიწრო-ოვალური ფორმის აქვთ (ხახვი, თეთრი დუმფარა) და მნიშვნელოვნად უფრო დიდი ან უფრო მოკლე. იებს სამტვრე ძაფი თითქმის არ გააჩნიათ და მათ მტვრიანებს (საფსინე) მ ჯ დ ო მ ა რ ე ს უწოდებენ.

ასკილს, ისევე როგორც სხვა მცენარეთა დიდ უმეტესობას სამტვრე პარკის ძაფი მარტივი, დაუტოტავი აქვს. მაგრამ ზოგიერთ მცენარეს (მრგვალთავა ხახვი) სამტვრე პარკის ძაფიდან გვერდითი ამონაზარდები აქვთ-ესენია სხვადასხვაგვარი ფორმისა და დანიშნულების დანამატები.

აბუსალათინის სამტვრე პარკის ძაფის დატოტვის განსაკუთრებული ხერხი გააჩნია, რომლის დროსაც თითოეული ტოტი დაგვირგვინებულია მტვრიანათი. მოცემმულ შმთხვევაში ისევე, როგორც სხვა შემთხვევებშიც (არყის ხე, ჩვეულებრივი თხილი) ძაფის დატოტვას რთული მტვრიანების წარმოქმნამდე მივყავართ.

მცენარეთა ზოგიერთი სახის მტვრიანათა ნაწილი განუვითარებელი რჩება და მხოლოდ მტვრიანას ძაფებითაა წარმოდგენლი-სამტვრეს გარეშე. ასეთი უსამტვრო უნაყოფო მტვრიანებს ს ტ ა მ ო ნ ი დ ი ე ბ ს უწოდებენ. მაგალითად, სავარცხელა, სელი.

ზოგჯერ სტამონიდიების კაშკაშად შეფერილი გვირგვინის ფურცლები ფირფიტების სახეს იძენენ (კანა, კოჭა) კოჭას 6 მტვრიანისაგან უვითარდება მტვერი მხოლოდ ერთს, 4 გარდაიქმნება სტამინოდიუმად, რომელიც ყვავილს სიჭრელეს ანიჭებს, ხოლო მეექვსე საერთოდ განუვითარებელი რჩება. გოგრისა და კიტრის ბუტკოიან ყვავილებს ანდროცეუმის, მხოლოდ ჩანასახები (კვალი) გააჩნიათ. სალბს კი მუდმივად განუვითარებელი ორი მტვრიანა აქვს.

ზოგჯერ ანდროცეუმის აგებულების მიხედვით ადვილი დასადგენია, რომელ ოჯახს ეკუთვნის მცენარე. ძალზე დამახასიათებელია ასტერისნაირთა ოჯახში გაერთიანებული მცენარეების ანდროცეუმის აგებულება. მათი ანდროცეუმები შედგება 5 მტვრიანასაგან. მტვრიანები მილისებურადაა შეზრდილი, მილზე აღმართულია ორნაკვთიანი დინგი, ბუტკოს სვეტი მდებარეობს მიის შიგნით, მტვრიანას ძაფები კი თავისუფალია.

ანდროცეუმი აგებულება გვეხმარება სხვა ოჯახების გამოცნობაში: კომბოსტოსნაირნი, ბალბისებრნი, გოგრისებრნი.

სპირალურად განლაგებული მტვრიანათა სდიდი რაოდენობა აქვთ უდაბლეს ორლებნიანებს: ანონასებრნი, მონიმიასებრნი, მაგნოლიასებრნი, ბაისაებრნი და სხვა.

ამრიგად, სპირალური ანდროცეუმი ყველა მონაცემებით წარმოადგენს ამოსავალს, როგორც ციკლურად, ისე კონებად განლაგებული მტვრიანებისათვის, ანდროცეუმებს, სადაც მტვრიანები, მხოლოდ ერთ წრეში არიან განლაგებულნი ჰ ა პ ლ ო ს ტ ე მ ო ნ უ რ ი ჰქვიათ. უფრო ხშირად ანდროცეუმი ორ სახეს აყალიბებს. ამ შემთხვევაში ორი ვარიანტია დასაშვები:’

1.როცა გარეთა წრის მტვრიანები ჯამის ფოთლებს უპირისპირდება ე.ი. გვირგვინის ფურცლებს ენაცვლება- დ ი პ ლ ა ს ტ ე მ ო ნ უ რ ი ანდროცეუმი;

2.როდესაც გარეთა წრის მტვრიანები უპირისპირდებიან გვირგვინის ფურცლებს- ო ბ დ ი პ ლ ა ს ტ ე მ ო ნ უ რ ი.

პირველი ტიპი ანდროცეუმისა ფართოდაა გავრცელებული, მეორე კი შედარებით იშვიათად გვხვდება, მაგალითად, მიხაკისებრთა, ტეგნისებრთა და ნემსიწვერათა ოჯახის სახეებში. განასხვავებენ კიდევ პ ო ლ ი ს ტ ე მ ო ნ უ რ ანდროცეუმს, როცა მტვრიანები ორ წრეზე მეტს ქმნიან (დაფნისებრთა, ბაიასებრთა ოჯახების სახეები, რომლებიც გვარებად აყალიბებენ წყალიკრეფიას, დელფინიუმს და სხვა). შენიშნულია, რომ ანდროცეუმის კომპონენტები უმეტესად აკროპეტალური მიმართულებით, ე.ი. ცენტრისკენული მიმართულებით ვითარდებიან. მტვრიანათა განვითარება ცენტრისკენული მიმართულებით-ბ ე ზ ი ჰ ე ტ ა ლ უ რ ა დ იშვიათად გვხვდება. მაგალითად, ბალბისებრთა ოჯახი, ჩაისებრთა ოჯახი და სხვა. ანდროცეუმის განვითარების წესი ფილოგენეტური განვითარების დონის შეფასებისას ითვალისწინებენ ფარულთესლოვანთა ოჯახების წესებს. ერთლებნიანებში ანდროცეუმის ბაზიპეტალური განვითარება ჯერჯერობით უცნობია. მტვრის აგებულების საერთო გეგმა საკმაოდ ერთფეროვანია, მაგრამ გამსხვილებული ჯგუფების (ოჯახებისა და რიგების) მორფოლოგიაც სხვადასხვაგვარობით გამოირჩევა. გამოყოფენ მტვრიანა მარცვლის რამოდენიმე ტიპს.

**გინეციუმი.** ეწოდება ნაყოფფოთოლთა ერთობლიობას, რომლებიც წარმოქმნიან თესლკვირტებს.

**ბუტკო.** დასასრული სათავსია თესლკვირტებისათვის (ან მეგასპორანგიუმებისათვის), რომლებიც წარმოქმნილია ერთი ან რამდენიმე კარპელის (მეგასპოროფილების) შეზრდით. ბუტკო შედგება ნ ა ს კ ვ ი ს ა გ ა ნ-თესლკვირტების სათავსი და მათგან განვითარებული თესლის, ს ვ ე ტ ი ს ა და დ ი ნ გ ი ს ა გ ა ნ, სადაც ხდება მტვრის დაჭერა და მისი გაღივება. ზოგჯერ სვეტი არ არსებობს, მაშინ დინგები უშუალოდ ნასკვზე არიან მოთავსებულნი. (მჯდომარე დინგები მაგ. ყაყაჩოს გვარი).

გინეციუმი ყვავილის ყველაზე რთულად მოწყობილი ნაწილია. გინეციუმის აგებულება, მისი არქიტექტონიკა მიუთითებს მცენარეთა მოცემული ჯგუფის ფილოგენეტური განვითარების დონეზე და მნიშვნელობა აქვს სისტემატიკისათვის.

მართლაც, გინეციუმში ანდროცეუმთან და მითუმეტეს ყვავილსაფართან შედარებით უფრო მკაფიოდ ჩანს ცვლილებები, რომლებიც ევოლუციის მსვლელობისას ხდება, მაგალითად მისი კომპონენტების სპირალურიდან რგოლური მდებარეობის გადახრა. გინეციუმის ძირითად სტრუქტურულ ერთეულს (კომპონენტს) კ ა რ პ ე ლ ი წარმოადგენს.

ამჟამად არსებობს გინეციუმის შემდგომი კლასიფიკაცია:

1.მ ა რ ტ ი ვ ი ანუ ერთწვერიანი გინეციუმი შედგება ერთი ბუტკოსაგან;

2.რ თ უ ლ ი ანუ შესაბამისად ორ და მრავალწლიანი გინეციუმი შედგება ორი ან მრავალი ბუტკოსაგან.

რთული გინეციუმები არ წარმოადგენენ სიძნელეებს, არც გამოსაცნობად და არც კლასიფიკაციისათვის. აქ ყოველი კარპელი ცალკეულ ბუტკოს ქმნის. საერთოდ ა პ ო კ ა რ პ უ ლ ს უწოდებენ. რთული გინეციუმი ყოველთვის აპოკარპულია. აქ ძირითადი კომპონენტებია-კარპელები, რომლებიც ერთმნეთს არ შეეზრდებიან. აპოკარპული გინეციუმი დამახასიათებელია მხოლოდ ზოგიერთი ოჯახებისათვის: მაგნოლიასებრთა, ბაისაბრთა და სხვა.

მარტივი გინეციუმი კი ძალზე ხშირად გვხდება. უფრო ადვილია მისი შესწავლა და კლასიფიკაციაც. აუცილებელია ერთმანეთისაგან განვასხვაოთ მარტივი გინეციუმის ორი ჯგუფი (ფორმები): პირველი როცა გინეციუმი ყალიბდება, მხოლოდ ერთი კარპელით (ნაყოფფოთლით) ასეთ გინეციუმსაც აპოკარპული ჰქვია. ყველაზე ფართოდ იგი წარმოდგენილია პარკოსანთა ოჯახის სახეებში მაგ. ბარდა, ლობიო და სხვა.

მარტივი გინეციუმის მეორე ჯგუფს ც ე ნ ო კ ა რ პ უ ლ ს ან (სინკარპულს) უწოდებენ.

პირველისაგან განსხვავებით აქ ყალიბდება რთული ბუტკო არა ერთი, არამედ ორი ან რამდენიმე ერთმანეთთან შეზრდილი კარპელისაგან. ნაყოფფოთოლთა შეზრდის ხერხებზე და აგრეთვე ნასკვის ბუდეთა რაოდენობაზე დამოკიდბულებით ცენოკარპულ გინეციუმებს ყოფენ შემდეგ 3 ტიპად;

1.ს ი ნ კ ა რ პ უ ლ ი-როდესაც შეკრული კარპელები ერთმანეთს შეეზრდებიან გვერდითი ზედაპირებით. ამ შემთხვევაში ნასკვს გააჩნია რთული ტიხრები, ნასკვში ბუდეთა რიცხვი ტოლია კარპელების რიცხვისა, მათი შემკრებისა;

2.პ ა რ ა კ ა რ პ უ ლ ი გინეცუმს გააჩნის ნაყოფფოთოლთა კიდეები შეზრდის შედეგად შექმნილი ერთბუდიანი ნასკვი. ტირიფი, ხურტკმელი;

3.ლ იზ ო კ ა რ პ უ ლ გინეციუმს აქვს აგრეთვე ერთბუდიანი ნასკვი, მაგრამ იგი განუვითარებელია სინკარპალური გინეციუმისაგან ნასკვის შიგნით ტიხარების გალღობის შედეგად. ამასთან, ნასკვის ცენტრში შენარჩუნებულია ნაყოფფოთოლთა კიდეების ნარჩენებისაგან შექმნილი ღერძი მაგ. ფურისულა.

სინკარპული გინეციუმის გამოკვლევისას საჭიროა დავადგინოთ რამდენი ნაყოფფოთლისაგან შედგება იგი. შესაძლებელია დარწმუნებით ითქვას, რომ ბუტკო შედგება იმდენი ნაყოფფოთლისაგან, რამდენი ცალკეული სვეტიც გააჩმნია, რამდენი ნასკვიც გამოაქვს დინგს და რამდენ ბუდეს ან ჭდეს იკეთებს ნასკვი.

ამავე დროს საჭიროა მხედველობაში მივიღოთ, რომ ერთი ცალკე აღებული თვისება ყოველთვის როდი მიუთითებს ზუსტად ბუტკოს წარმომქმნელ ნაყოფფოთოლთა რიცხვზე, ამიტომ ნაყოფფოთოლთა რიცხვის ზუსტი აღრიცხვისათვის მხედველობაში უნდა მივიღოთ ჩამოთვლილი ნიშნების მთელი ერთობლიობა.

აპოკარპული გინეციუმის შემთხვევაში მის კომპონენტებს ნაყოფფოთლების (მეგასპოროფილები) შეუძლიათ განლაგდნენ ან სპირალურად ან რგოლურად. სპირალურად განლაგებული ნაყოფფოთლები, როგორც წესი, გვხვდება პრიმიტიულ ოჯახთა სახეებში: მაგნოლიასებრნი, ანონასებრნი, ბაიასებრნი და სხვა. საინტერესოა აღინიშნოს, რომ მაგალითად ანონასებრში აპიკალური სოირალურად განლაგებული გინეციუმი ნაყოფში სინკარპულად გარდაიქმნება. ეს კი ასახავს გინეციუმის ევოლუციის საერთო ხაზს აპოკალურიდან სინკარპულამდე-მრავალრიცხოვანიდან-ერთწევრიანებამდე.

დისკუსიის შედეგად, როგორც მიმდინარე საუკუნეში განსაკუთრებით საფუძვლიანად მიმდინარეობს, კვლავ დადსტურდა კლასიკური წარმოდგენა კარპელისა და ფოთლის ჰომოლოგიაზე (ნაყოფფთოლი). მოწინააღმდეგე მხარე ამტკიცებდა მათ ღერძულ წარმოშობას ე.ი. ყვავილსაჯდომიდან წარმოშობას.

ყვავილის სხვა ნაწილებთან მდებარეობისდა მიხედვით განარჩევენ აგრეთვე ზედა და ქვედა ნასკვებს. ზედა ნასკვი თავისუფლად მდებარეობს ბრტყელ, ამობურცულ ან ჩაზნექილ ყვავილსაჯდომზე და იქმნება მხოლოდ ნაყოფფთლებით. ასეთი ბუტკო ადვილად შეიძლება ნემსით გაიკვეთოს (ბაია, გრაკლა, ბარდა).

ზედა ნასკვიანი ყვავილები ჩვეულებრივ ქვედა ბუტკოიანი ყვავილებია, ვინაიდან მათ მტვრიანები და სხვა ნაწილები ბუტკოს ქვემოთ აქვთ განლაგებული (გინეციუმი). ქვედა ნასკვის წარმოქმნაში გარდა ნაყოფფოთლებისა ყვავილის სხვა ნაწილებიც მონაწილეობენ: ყვავილსაჯდომი, ჯამის ფოთლები, გვირგვინის ფურცლები და მტვრიანები, რომლებსაც იგი შეეზრდება (ვაშლი, კიტრი), ამიტომ ქვედა ნასკვის ნემსით გაკვეთა შეუძლებელია.

ქვედა ნასაკვიანი ყვავილები ჩვეულებრივ ქვედა ბუტკოიანი ყვავილებია. გამოყოფენ კიდევ ყვავილების ჯგუფს, ნახევრად ქვედა ნასკვით. ამ შემთხვევაში მისი ქვედა ნაწილი შეზრდილია ყვავილსაჯდომთან ან ყვავილის სხვა ნაწილებთან. ასეთი (ნახევრად ქვედა) ნასკვი აქვს ცხრატყავას, ფხიჯას, ანწლს და სხვა მცენარეებს.

ამ ბოლო შემთხვევაში ქვედა ე.ი. ყვავილსაჯდომთან შეზრდილი ნასკვის ნაწილი ბუტკოთა მიმაგრების დონეზე დაბლა მდებარეობს, ხოლო ხედა თავისუფალი დიდი ნაწილი ნასკვისა მდებარეობს მტვრიანების მიმაგრების დონეზე მაღლა.

არსებობენ ერთბუდიანი, ორბუდიანი და მრავალბუდიანი ნასკვები, რაც ერთმანეთთან დაუკავშირებელი ნასკვების რაოდენობაზეა დამოკიდებული. თუ ბუდეები ასე თუ ისე უკავშირდებიან ერთმანეთს, როგორც ეს მაგალითად ყაყაჩოს აქვს, მაშინ ნასკვი ერთბუდიანად ითვლება.

განარჩევენ ტიხრების ორ ტიპს: ნ ა მ დ ვ ი ლ ს ანუ „ჭეშმარიტს“, რომელიც წარმოქმნილია ორი ნაყოფფოთლის გვერდითი ზედაპირის შეზრდის შედეგად და ც რ უ ტიხარებს, რომელიც ნასკვის შიდა კედლის ქსოვილთა წამონაზარდებს წარმოადგენენ. ნამდვილი ბუდეები ადვილად გამოიცნობა ცრუსაგან, ვინაიდან ბუდეებს თესლკვირტები არ გააჩნიათ.

**პლაცენტაცია.** თესლკვირტებს შეუძლიათ ნაყოფფოთლის თითქმის მთელს შიდა ზედაპირზე განლაგდნენ (ლამონარული პლაცენტაცია) სტერილურია მხოლოდ პატარა უბნები. თმცა თესლკვირტების განლაგება სხვადასხვა ბუნებრივ ჯგუფებში (გვარები, ოჯახები) მუდმივია. თესლკვირტთა განლაგების ხერხი ექვემდებარება განსაზღვრულ კანონზომიერებებს, რომლებიც ასახავენ ნასკვის განვითარების ხარისხს (მორფოლოგიური ევოლუცია) პ ლ ა ც ე ნ ტ ა ც ი ა ეწოდება თესლკვირტთა თანაფოთოლზე ე.ი. ბუტკოს ნასკვში განლაგების ხერხს.

თესლკვირტთა მდებარეობის ადგილებში, როგორც წესი, წარმოიქმნება მეტნაკლებად შესამჩნევი წამონაზარდები. მათ პ ლ ა ც ე ნ ტ ე ბ ი ანუ თესლგამტარებლები ეწოდება.

მცენარეთა პრიმიტიულ ჯგუფებს პლაცენტა სუსტად ან სრულად არა აქვთ გამოხატული. ასეთებს განეკუთვნებიან დუმფარათა ოჯახები, ჩალაყვავილასებრნი.

ზემოთ ჩამოთვლილ მცენარეთა სახეებსა და მათთან ახლოს მდგომთ აშკარად გამოხატული ლამინალური პლაცენტაცია აქვთ. ამიტომ მათ ამოსავალ ტიპად მიიჩნევენ. უფრო ევოლუციურად წინწასულ ტიპად გვევლინება ს უ ბ მ ა რ გ ი ნ ა ლ უ რ ი პლაცენტაცია, როდესაც თესლკვირტები უფრო მკაფიოდ არიან ლოკალიზებულნი. სახელდობრ, თესლკვირტთა კიდეების მახლობლად რიგებად არიან განლაგებულნი.

თესლკვირტთა რიცხვი მათ კარპელზე ადგილმდებარეობა გინეციუმის განვითარების დონის ერთ ერთ საიმედო მაჩვენებელს წარმოადგენს. ევოლუცია სრულდებოდა ყოველ შემთხვევაში ოჯახის რანგის მსხვილი ტაქსონების ჩარჩოებში (მრავალრიცხოვანი თესლკვირტებიდან მცირემდე).

მაღალგანვითარებულ გვარებში რედუქცია ერთ ან ორ თესლკვირტამდე თუ აღწევს. ასე მაგალითად, დუმფარასებრთა ოჯახში- კაკლიანი ლოტოსის კარპელები მოიცავენ მხოლოდ ერთ თესლკვირტს. თესლკვირტების რაოდენობის რედუქციის თანმიმდევრული სცვლა ადვილად დასაკვირვებელია პრიმიტიულ მცენარეთა მთელ საგვარეულოში, განსაკუთრებით კი ბაიასებრთა ჯგუფებში. განარჩევენ პლაცენტების ჩასახვისა და განვითარების შემდეგ ხერხებს:

1.პ ო ს ტ ე ნ უ რ ი ან პარიენტალური-როცა პლაცენტები ნასკვის შიდა კიდეზე ჩაისახება იმ ადგილებში, სადაც იპოკარპული გინეციუმის ნაყოფფოთოლთა კიდეებია შეზრდილი;

2.ღ ე რ ძ უ ლ ი (ცენტრალურ კუთხოვანი) -პლაცენტები ჩაისახება სინკარპული გინეციუმის ნასკვის შიდა კუთხეებზე;

3.ც ე ნ ტ რ ა ლ უ რ ი თავისუფალი პლაცენტები განლაგებულნი არიან სვეტზე, რომელიც ლიზიკარპული გინეციუმის ნასკვის ცენტრში მდებარეობს.

**თესლკვირტის სტრუქტურა.** თესლკვირტი მეგასპორანგიუმის ჰომოლოგია. მისი აგებულება შეიძლება განვიხილოთ ცისთვალას ნასკვის განივ ჭრილზე. თესლკვირტთა პლაცენტა მაგრდება თესლის ყუნწით ან ფუნიკულუსით. გარედან თესლკვირტი დაფარულია ერთი ან ორი საფარით-ინტეგუმენტებით, რომლებიც წვეროზე მთლიანად არ იკვრებიან და ტოვებენ ხვრელს-მ ი კ რ ო პ ი ლ ე ს ანუ მტვერსავალს. მიკროპილეს პირდაპრ მდებარე თესლკვირტის ბოლოს- ხ ა ლ ა ზ ა ეწოდება. ჩამოყალიბებული თესლკვირტის ინტეგუმენტების ქვემოთ მდებარეობს მრავალუჯრედიანი ნ უ კ ლ კ უ ს ი (ანუ თესლკვირტის ბირთვი), რომელიც გარს აკვრია ჩანაახოვან პარკს. ჩანასახოვანი პარკის მიკროპილარულ პოლუსზე 3 უჯრედია: უფრო დიდი კ ვ ე რ ც ხ უ ჯ რ ე დ ი და ორი ს ი ნ ე რ გ ი დ ი. მოპირდაპირე ხალაზალურ პოლუსზე კი ასევე 3 უჯრედია, რომელთაც ა ნ ტ ი პ ო დ ე ბ ი ეწოდებათ. ცენტრში მდებარეობს მეორეული ჩანასახოვანი ბირთვი პარკისა, რომელიც შეიქმნა ორი პოლარული ბირთვის შეერთების შედეგად. თესლკვირტის ჩამოყალიბებას უფრო ვრცლად ქვემოთ განვიხილავთ.

* 1. **ორსქესიანობა, ერთსქესიანობა, ერთსახლიანობა, ორსახლიანობა.**

ყვავილის ძირითადი წევრებია: მტვრიანა ან მტვრიანათა ერთობლიობა, ანდროცეუმი და ბუტკო (ერთი ან რამდენიმე)-გინეციუმი.

გამოანგარიშებულია, რომ ფარულთესლოვანთა სახეების დაახლოებით 75% ერთი ყვავილი მოიცავს მტვრიანასაც და ბუტკოსაც (ორსქესიანი ანუ გერმაფროდიტული ყვავილები) დაახლოებით 25% სახეს აქვს ცალსქესიანი ყვავილები-მტვრიანიანი ან ბუტკოიანი. განასხვავებენ მცენარეთა სახეებს, რომლებსაც ერთ ეგზემპლარზე (მაგ. სიმინდი) უვითარდებათ მტვრიანისაც (მამრობითი) და ბუტკოს (მდედრობითი) ყვავილებიც. ასეთ მცენარეებს ე რ თ ს ა ხ ლ ი ა ნ ე ბ ი ეწოდებათ. მცენარეთა სახეებს, რომელთა ზოგი ინდივიდუუმი ჩეკს მხოლოდ ბუტკოიან ყვავილებს ო რ ს ა ხ ლ ი ა ნ ე ბ ს უწოდებენ. ამ უკანასკნელთა მაგალითია სელი, სადავ მამალ კანაფს (მამრობითი ინდივიდიუმები) გააჩნიათ მხოლოდ მტვრიანების ყვავილები, ხოლო დედა კანაფს კი (მდედრობითი ინდივიდიუმი) მხოლოდ ბუტკოიანი ყვავილები აქვს.

* 1. **ყვავილის ფორმულები და დიაგრამები**

ფარულთესლოვან მცენარეთა ყვავილებს მრავალფეროვანი ფორმა აქვთ. თითქოს უსასრულოა მათი ეს მრავალფეროვნება. ყველაზე მარტივ შემთხვევაშიც კი, ჩვეულებრივ რედუქციის მიზეზით, ყვავილი შესაძლოა შედგებოდეს ყვავილსაჯდომისა და მხოლოდ ერთი სპოროგილისაგან (მტვრიანა). ასეთ ფენომენს წარმოადგენს, მაგალითად რძიანას მამრობითი ყვავილები.

უფრო რთულად მოწყობილ ყვავილებსი ცალკეულ კომპონენტებს სხვადასხვაგვარი ღრმა გარდაქმნები და რედუქციები. ასეთ ყვავილის სტრუქტურაში გარკვევა ძალზე ძნელია. ასეთი ფორმულისა და დიაგრამის შესადგენად აუცილებელიასპეციალური ანალიზი.

ხშირად ხდება, რომ ყვავილისჩასახვის დროს მისი საწყისი სტრუქტურა ერთია, ხოლო გაშლისას სხვა. ასეთ შემთხვევებში ლაპარაკობენ თეორიული დიაგრამისა (ამოსავალი სტრუქტურა) და ემპირიულ დიაგრამების შესახებ. ასე მაგალითად, პარკოსანთა ოკჯახის მრავალ ფართოდ გავრცელებულ სახეს საყვავილე კვირტში ფურცლები განლაგებული აქვთ სამ წრედ (კრამიტისებური აფრა მოიცავს ფრთებს, ფრთები კი -ნავს), ხოლო გაშლილ ყვავილში აღრევის შედეგად ყვავილის ფოთლები ერთ წრეში არიან განლაგებულნი, ანდროცეუმი კვირტში ასევევ სამ წრეში მდებარეობს გარეთა წრეში თავისუფალი მტვრიანა, მეორე წრეში საშუალოდ 5 მტვრიანა, შიდაში კი 4 და მონაცვლეობენ როგორც ერთმანეთში ასევე გვირგვინის ფურცლებთან.

მოგვიანებით ყვავილების გაშლის წინ მტვრიანას ძაფების მილში შერევისა და შეზრდის შედეგად, ანდროცეუმი ერთ წრედაა განლაგებული მაშასადამე, თეორიულ ფორმულაში და დიაგრამაში გვირგვინი ასე აღინიშნება: 1+2+(2); ბოლო ორიანი აღნიშნავს, რომ მესამე წრის ყვავილს ფოთლები (რომლებიც შეესაბამებიან „ნავს“) შეეზარდნენ ერთმანეთს, ანდროცეუმი აღინიშნება: 1+(5+4).

ემპირიულ დიაგრამასი გასაშლელი ყვავილების გვირგვინს მხოლოდ ერთი ციფრით 5 -ით აღნიშნავენ, ხოლო ანდროცეუმს ორით: 1+(9).

ფორმულები და დიაგრამები ავსებენ ერთმანეთს და იძლევიან აუცილებელ კონკრეტულ ინფორმაციას შესასწავი მცენარის ყვავილის სტრუქტურისა და შესაბამისად მისი სისტემური დაჯგუფების შესახებაც.

რა არის ფორმულა, რა არის დიაგრამა და როგრ ადგენენ მათ? ფორმულებისა და დიაგრამების შედგენისას იყენებენ პირობითი ნიშნების სერიას, რომლებიც განსაზღვრულ ცნებებს გამოხატავენ. ასე მაგალითად ფორმულები სედგებიან ნიშნებისაგან: Ca (calyx)- ჯამი, Co(corolla)- გვირგვინი, A (androzeum)-ანდროციუმი, G (gynoeceum)- გინეციუმი, P (perigonium) მარტივი ყვავილსაფარი.

ყვავილთა ტიპებსაც გაჩნიათ პირობითი ნიშნები: 0 ორსქესიანი ყვავილი (ეს

ნიშანი ჩვეულებრივ ფორმულაში დაშვებულია) 0 -„მდედრობითი“ (ბუტკოს ყვავილი) 0 -„მამრობითი“ (მტვრიანას) ყვავილი, Ѳ ან \* აქინომორფული ყვავილი, ↑- ზიგომორფული ყვავილი.

ყვავილის ცალკეულ წევრთა რიცხვი გამოიხატება ციფრებით (მაგალითად, ხუთფურცლიანი გვირგვინი CO5 , ექვსწევრიანი ანდროცეუმიA6,, ხოლო იმ შემთხვევაში, თუ მათი რიცხვი არ არის მუდმივი, იმავე საის ყვავიებში (ჩვეულებრივ დიდი), ∞ ნიშნით (მაგალითად მრავალრიცხოვანი ანდროცეუმი A∞).

ძალზე იშვიათად ანდროცეუმის (ან გინეციუმის) წევრთა რიცხვი განსაზღვრულია დაახლოებით 12-ის ფარგლებსი. ასე მაგალითად, კუნელის გვარი შეიცავს 7-დან 11 -მდე (ზოგჯერ კი მეტ) მტვრიანას ასეთ შემთხვევებში ანდროცეუმის წევრთა რაოდენობა ასევე აღინისნება განუსაზღვრელობის ნიშნით.

ყვავილის ფოთლების ერთმანეთთან შეზრდის შემთხვევაში, მათ რაოდენობაზე მიმნიშნებელი რიცხვი ჩაისმევა ფრჩხილებში, მაგალითად კარტოფილი- შეზრდილი გვირგვინი დაიწერება ასე CO5 ან ლობიოს ანდროცეუმი A9 +1.

თუ ჯამის გვირგვინის ან მარტივი ყვავილსაფარის ცალკეული ნაწილები განლაგებულნი არიან რამდენიმე რგოლად (წევრებად), მაშინ მათი რიცხვის მიმანიშნებელ ციფრს ცალკეულ რგოლებში აერთებენ +ნიშნით. მაგალიად, შროშანას მარტივი ყვავილსაფარი -P3+3

ფორმულამ უნდა გამხატოს ნაყოფფოთოლის რამდენი ციფრისაგან შედგება ერთი ბუტკო ( ცენოკარპული გინეციუმი) ან თითოეულის ნაყოფფოთოლმა როგორ შექმნა ცალკეული ბუტკო (აპოკარპული გინეციუმი) და აგრეთვე რომელი ნასკვია, ზედა თუ ქვედა. მაგალითად, ქვედა ნასკვიანი ცინოკორპული გინეციუმი გოგრის ყვავილის ფორმულა ასე შეიძლება გამოვსახოთ C(3) ,სადაც (3) აჩვენებს, რომ გინეციუმი ცენოკარპულია და შექმნილია 3 ერთმანეთთან შეზრდილი ნაყოფფოთოლიტ, ხოლო ზემოდან გასმუი ხაზი აღნიშნავს ქვედა ნასკვს (ზედა ნასკვი შესაბამისად აღინისნება ქვემოდა ხაზის გასმით).

ყვავილის აგებულებაზე უფრო სრულ წარმოადგენას იძლევა დიაგრამა, რომელიც წარმოადგენს ყვავილის პოექციას მისი ღერძის პერპენდიკულარულ სიბრტყეზე. მაგალითად, დიაგრამები აჩვენებენ ყვავილის ნაწილების ურთიერთგანლაგებას.

ყვავილის ორიენტირების წარმოსადგენად დიაგრამაზე ნაჩვენებია ყვავილის ღერძი, იგი აღინიშნება პატარა წრით თუ ყვავილი კენწრულია, ღერძს აღარ გამოსახავენ. მფარავ ყვავილს, თანაყვავილებსა და ჯამის ყვავილებს გამოსახავენ ნამგლისებური რკალითა და ქუდით, ხოლო ჯამის ფოთლებს აღნიშნავენ დაშტრიხებით.

გვირგვინის ფურცლები ნამგლისებრი რკალებით უქუდოდ მთლიანად ტუშითაა დაფარული. მტვრიანები აღინიშნება ფიგურებით, რომლებიც ასე თუ ისე გამოსახავენ სამტვრეების განივი ჭრილის მოხაზულობებს. გინეციუმი აღინიშნება რგოლისებური ფიგურით, რომელიც ნასკვის განივ ჭრილს გამოსახავს.

მეტი მოხერხხებულობისათვის მიღებულია დიაგრამების ორიენტაციის ერთიანი ხერხი: თანაყვავილების ღერძი ზემოთაა მოქცეული, ხოლო მფარავი ყვავილი ქვევიტ. ყვავილის ცალკეული ნაწილების ერთმანეთთან შეზრდის შემთხვევაში მათ ნისნებს დიაგრამაზე რკალებით ან სწორი ხაზებით აერთებენ.

დიაგრამები, ისევე როგორც ფორმულები ემპირიული იქნება, თუ ყვავილის მხოლოდ განვითარებულ ნაწილებს (ციკლებს) აპროეცირებენ და თეორიული, როდესაც აღნიშნავენ აგრეთვე განუვითარებელ ან მთლიანად რედუცირებულ (არადამსწრე) ყვავილის ნაწილებსაც

* 1. **თანაყვავილედები**

ყვავილები როგორც წესი თანაყვავილედებადაა შეკრული, თუმცა ზოგიერთ მცენარეს, მხოლოდ ერთი, გალფა ყვავილი გააჩნია (ტულიპი, ყაყაჩო, და სხვა). ცალფა ყვავილები აგვირგვინებს ყლორტის მთავარ ღერძს და აგრეთვე შემდგომი თანმიმდევრობის ყლორტებსაც. არც თუ იშვიათად გვხვდება ცალფა უბის ყვავილები. მათი ტერმინალური მდებარეობა მათი პირველადობის დამადასტურებელია. ასეთები გვხვდება უძველეს „მერქნიან“ გვარებში, სახელდობრ ანონას გვარის სახეებში, მაგნოლია, კალიკანტური და სხვა.ცალფა ყვავილები ხშირად გვხვდება აშკარად წინწასულ (ევოლუციაქმნილი) ჯგუფებში. ამ შემთვევაში ისინი ძალზე „რედუცირებული თანაყვავილედების ნარჩენ ელემენტებს წარმოადგენენ.

საჭიროა აღინიშნოს აგრეთვე, რომ ცალკეულ ყვავილებსა (როცა ისისნი ერთმანეთთან ესე თუ ისე ახლოს არიან განლაგებულნ) და თანაყვავილედს შორის გადასვლების მთელი გამა არსებობს. თანაყვავილედებში იგულისხმბა მცენარის ისეთი ტოტი, რომელსაც გააჩნია ყვავილედები და სახეშეცვლილი ვეგეტაციური ფოთლები თანაყვავლედები და თანაყვავილები. ვინაიდან თანაყვავილი სპეციალიზებული საყვავილე ყლორტია, იგი პირობოთად შეიძლება მივაკუთვნოთ რეპროდუქციულ ორგანოებს.

მოტანილი განსაზღვრებანი საერთოა ყველასათვის. ამავე დროს იგი არ შეიძლება უნივერსალურად ჩვთვალოთ, იმდენად რთულია ამ ორგანოს მთავარი მორფოლიგიური არსის გადმოცემა. მისი მრავალფეროვანი სტრუქტურის სხვადასხვაგვარი მეტამორფოზებისა და რედუქციების ჩვენება. აღინისნება თანაყვავილედის ნაირფეროვნების დიდი გაქანება და არა მხოლოდ მათი სტრუქტურის , არამედ მათი ყვავილების ზომისადა რაოდენობის მიხედვითაც. ასე მაგალითად, ჩვენი ღიაქაშის თანაყვავილედი მოიცავს 300 ათასამდე ყვავილს. ერთ ერთი ყველაზე გრანდიოზული ყვავილედი გააჩნია პალმა კორიფას. მისი სიმაღლე 10 მ-ია, ხოლო ყვავილების რაოდენობა 6 მლნ.

მცენარეთა მრავალ ჯგუფს სპეციალიზებული თანაყვავილედები აქვთ. ყველაზე დიდი სპეციალიზება შეიძლება შევამჩნიოთ ასტეისებრთა და რძიანასებრთა ოჯახის მრავალ სახეს. ბოლო შემთხვევაში შეიმჩნევა მცირე თანაყვავილედების უფრო მრავალ თანაყვავილედებად გაერთიანება, რომლებიც განიცდიან არსებით რედუქციას. დიდი სიძნელების გამო თანაყვავილედების კლასიფიკაცია არაა მოყვანილი სისტემაში.

ზემოთქმულიდან ჩანს, რომ ფარულთესლოვან მცენარეთა თანაყვავილედი ევოლუციის მიმართულებისა და მსვლელობის ამსახველი საერთო კლასიფიკაციის მთლიანად მიცენმა შეუძლებელია. საქმე ისაა, რომ მცენარეთა მრავალ დიდ ჯგუფს გააჩნია თანაყვავილედის ევოლუციის განსაკუთრებული საკუთარი გზა. გამომუშავებულია კლასიფიკაციის საკმაოდ ხელოვნური ორი გენერალური პრინციპი-პირველი მცენარის ღეროზე თანაყვავილედების ადგილმდებრეობვა, უმეტესად თანაყვავილედები კენწრულია - ტერმინალური (ყლორტის დამამთავრებელი) ან უბისა. უფრო იშვიათად კი ყვავილთა განლაგება სხვადასხვა გვარია: მაგალითად კასლიფლორის შემთხვევაში, როცა ყვავილები უშუალოდ ჩონჩხის ღერძზე და ხეების ტოტებზედაც კი ვითარდებიან.

კლასიფიკაციის მეორე ტიპი დაფუძნებულია დატოტვის ხერხზე და ყვავილების განვითარების თანამიმდევრობაზე. ამ კლასიფიკაციაში ასევე გამოყოფენ ორ ძირითად ტიპს: მ ო ნ ო პ ო დ ი ა ლ უ რ ს ა და ს ი მ პ ო დ ი ა ლ უ რ ს.

მათი გვერდითი ტოტების რაოდენობა გაურკვეველია. მონოპოდიალურ თანაყვავილედში მკაფიოდაა გამოხატული მთავარი ღერო ე.ი. პირველი რიგის ღერძი. ყვავილების განვითარება ხორციელდება აკროპეტალური რიგით (ფუძიდან კენწეროსკენ) ან ცენტრისკენულად, როდესავც ყვავილები თანაყვავილედის მსგავსად ერთ სიბრტყეზე მდებარეობენ-ფარი და ქოლგა.

არსებობს მ ა რ ტ ი ვ ი და რ თ უ ლ ი მონოპოდიალური ყვავილედი. თანაყვავილედებს, რომლებსაც ყვავილები უშუალოდ პირველი რიგის ღერძზე (ზოგჯერ თანაყვავილედების უბეებში) ან ყვავილსაჯდომზე ე.ი. მეორე რიგის ღერძების კენწეროზეა განლაგებული, ეწოებათ მარტივი. მარტივ მონოპოდიალურ ყვავილედებს განეკუთვნებიან შემდეგი ფორმები.

**თავთავი.** თანაყვავილედი, რომლის ყვავილებს არ გააჩნიათ ყვავილის ყუნწი და უშუალოდ მთავარ ღერძზე არიან მიმაგრებული ასე აქვს მაგ ცოცხანას გვარი ან მრავალძარღვას გვარი.

**მჭადა.** თავთავი ე.ი. სუსტღერძიანი თავთავი აყვავების შემდგომ მჭადა ძირს ცვივა. მაგ. კაკლის, ჩვეულებრივი თხილის მამრობითი თანაყვავილედი.

**ტარო.** ძლიერგამსხვილბულღერძიანი თავთავი. ტაროს გააჩნია ერთი ან რამოდენიმე ფოთოლი, ე.ი. შალითა ან ფრთა (ფრთათეთრა) მასვე მიაწერენ ხოლმე სიმინდის მდედრობით თანაყვავილედს.

**მტევანი.** თანაყვავილედი, რომლის მთავარ ღერძს აშკარად გამოხატული ერთნაირი სიგრძის ყვავილის ყუნწი აქვს, ყვაილსაჯდომები გამოდიან თანაყვავილეებიდან, მაგალითად ხანჭკოლა, მაგრამ ხშირად თანაყვავილედები არ გააჩნიათ. მაგალითად კომბოსტოსნაირთა უმეტესოას და აგრეთვე კოწახურს.

არსებობს ცალმხრივი მტევანი, როვცა ყვავლები განლაგებულნი არიან, მხოლოდ ცალ მხარეს (კურდღლის ფრჩხილა, თაგვის ცერცველა).

**ფარი.** მტევანი, რომელსაც ქვედა ყვავილების ყუნწი ზედაზე გრძელი აქვს მაგ. მსხალი.

**ქოლგა.** თანაყვავილედი, რომელსაც მთავარი ღერძი დამოკლებული აქვსმ, ხოლო ერთნაირი სიგრძის ყვავილსაჯდომები თითქოს ერთი სიბრტყიდანააო გამოსული (ფურისულა, ხახვი, ჩალაყვავილა, ქრისტესბეჭედა.

**თავაკი.** თანაყვავილედი დამოკლებულ და გარდა ამისა ქინძისთავისებურად გაფართოებული ღერძით, ყვავილს ყუნწი არ გააჩნია ან ძალზე მოკლე აქვს (სამყურა).

**კალათი.** თანაყვავილედი, რომესაც გამოაქვს მჭიდრო შეკრული ყვავილები, ღერძის დაბოლოების გაბარდვის შედეგად ძალზე გაფართოებული საერთო საჯდომით. საჯდმი შესაძლოა იყოს თეფშისებური, კონუსისებური და ა.შ. კენწრული ფოთლები შექუჩული და დახვეულია.

მონოპოდიალურ თანაყვავილედებს უწოდებენ რთულს, თუ მეორე რიგის ღერძები იძლევა არა ცალკეულ ყვავილებს, არამედ მარტივ თანაყვავილედებს. უშუალოდ ძირითად ღერძზე განლაგებული ყვავილები, ისე როგორც ეს მარტივ თანაყვავილედებშია, აქ არ გვხვდება.

რთულ მონოპოდიალურ თანაყვავილედებს განეკუთვნებიან შემდეგი ფორმები:

**რთული** **თავთავი-თანაყვავლედები,** რომელთა ძირითად „ღერძზე მოთავსებულია მარტივი თავთავები (თავთუნები) და არა ყვავილები (ხორბალი, ჭვავი);

**რთული** **ქოლგა-** თანაყვავილეი, რომელიც პირველი რიგის ღერძზე მოთავსებული აქვს არა ყვავილები, არამედ მეორე რიგის ღერძები, ქრომლებიც მარტივ ქოლგებს ქმნიან. ხშირად პირველი რიგის კენწრული ფოთლები სხივების ფუძესთან (კამა. კლიავი);

**საგველა** თანაყვავილედი, რომლის მთავარი ღერძი იძლევა გვერდით დატოტვილ, ყვავილებით დასრულებულ ღერძებს. მთლიანად თანაყვავილედს პირამიდული მოხაზულობა აქვს და მოგვაგონებს რთულ მტვრიანას. (იასამანი, ავშანი, სიმინდის მამრობითი ყვავილედი).

ტერმინ საგველას „ფართთოდ იყენებენ, როგორც რაცემოზული, ისე ციმოზური ტიპების ნებისმიერ ფარჩხატი, დიდი ყვავილების აღსანიშნავად. ამის მაგალითად გამოგვადგება ბრინჯის და ზოგიერთი სხვა მარცვლოვანის თანაყვავილედი, სადაც მთავარი დატოტვა რაცემოზულია, ხოლო მცირე კი ციმოზური. სხვაგვარად ფარისებრი საგველა (ანწლი, ძახველი და სხვა).

**სიმპოდიალური ყვავილედი.** სიმპოიდურ ყვავილედს ციმოზური, კენწრული, ზღვრული, უკიდურესი აგრეთვე აგრეთვე უწოდებენ განსაზღვრულს, ვინაიდან ტოტების რიცხვი განსაზღვრული და მუდმივი სახის, ზოგჯერ კი გვარის ჩარჩოებში. პირველი ყვავილის წარმოშობისთანავე წყდება ყვავილის მთავარი ღერძის კენწრული ზრდა. მთავარი ღერძი გამოხტული არა არის, ხშირად წარმოიქმნება სხვადასხვაგვარი ღეროებისაგან შემდგარი ცრუ ღერძები. ყვავილების გადაშლა ხდება ბაზიპეტალურად ე.ი. კენწრული თანაყვავილედიდან გვერდითი ტოტებისაკენ. თუ ყვავილები ერთ სიბრტყეზე მდებარეობენ ისე როგორც ეს პლეიობაზიუმს აქვს, ასეთ შემთხვევაში აყვავება მიდის ცენტრიდან პერიფერიებისაკენ (ცენტრიდანულად). ხშირად გვხვდება შემდეგი ფორმები სიმპოდიალური ყვავილედებისა.

ე რ თ ს ხ ი ვ ი ა ნ ი ანუ მონახაზური ყვავილედი, რომლის მთავარი ღერძის ზედა ნაწილში, ე.ი. ღერძის დამაგვირგვინებელი ყვავიის მახლობლად გამოდის მეორე ღერძი, ასევე ყვავილედით დათავრებული ამ უკანასკნელს კენწეროს ქვემოდან გამოდის ყვავილით დაგვირგვინებული მესამე რიგის ღერძი და ა.შ.

* 1. **დამტვერვა და განაყოფიერება**

დამტვერვის არსი მდგომარეობს მტვრის სამტვრედან (სადაც იგი იქმნება) ბუტკოს დინგზე გადატანაში.

განასხვავებენ დამტვერვის ორ პრინციპულად განსხვავებულ ტიპს: თ ვ ი თ დ ა მ ტ ვ ე რ ვ ა და ჯ ვ ა რ ე დ ი ნ ი დამტვერვა. თვითდამტვერვა მხოლოდ ორსქესიან ყვავილებშია შეასძლებელი. კლასიკური მაგალითი თვითდამტვერვისა შეინიშნება კ ლ ე ი ს ტ ო გ ა მ უ რ (გადაუშლელ) ყვავილებში.

კლეისტოგამური ყვავილები აქვთ იათა ზოგიერთ სახეს სელიჭას, წივანას, არაქის, ძერს და სხვა.

მცენარეთა სამყაროს ევოლუციისას ჯვარედინი დამტვერვა, როგორც დარვინმა დაამტკიცა უფრო პროგრესულია. საქმე ისაა, რომ ჯვარედინი დამტვერვისას შთამომავლობას შეუძლია შეითვისოს ორივე მშობლის მემკვიდრეობითი თვისებები; ეს კი მეტ შესაძლებლობებს იძლევა არსებობისათვის ბრძოლაში. მცენარეთა უმეტესობას ახასიათებს ჯვარედინი დამტვერვა. მტვერის გადატანის ხერხები სხვადასხვანაირია. აი ისინიც: ქარით (ანემორფილია), წყლით (ჰიდროფიია), მწერებით (ენტომოფილია); ფრინველებით (ორნიტოფილია); ჭიანჭველებით (მირმეკოფილია) და სხვა.

არსებობს ჯვარედინი დამტვერვის ორი ფორმა;

1.გ ე ი ტ ო ნ ო გ ა მ ი ა მეზობლური დამტვერვა, როცა იგი ხორციელდება ერთი მცენარის ფარგლებში, მაგრამ ერთი ყვავილის მტვერი მოხვდება მეორეს დინგს;

2.ქ ს ე ნ ო გ ა მ ი ა-საკუთრივ ჯვარედინი, როდესაც ერთი ინდივიდის ყვავილის მტვერი გადაიტანბა მეორე ინდივიდის დინგზე. ჯვარედინი ქსენოგამური დამტვერვა ხშირად ყვავილის სპეციალიზაციით მიიღწევა.

ყველაზე ფართოდაა ცნობილი ყვავილთა დამტვერვა მწერებით. მაგალითად, ველის სამყურასა და სამყურას სხვა სახეებსგააჩნიათ გვირგვინი, რომელიც გრძელ მილადაა შეზრდილი. მხოლოდ კრაზანებს და ზოგიერთ გრძელხორთუმა ფიუტკარს შეუძლიათ მათგან ნექტარის ამოღება და ამ დროს ჯვარედინად დამტვერვის მოხდენა. ამჟამად განბატონებულია შეხედულება, რომ დამტვერვის პირველყოფილი ხერხები ენტომოფილური იყო ე.ი. კანტეროფილების (ე.ი. ხოჭოების) მეშვეობით ხდებოდა.

ენტიმოფილიის ბაზაზე ხდებოდა და მოხდა ყვავილის ისეთი ეფექტური და კალეიდოსკოპურად სხვადასხვაგვარი სპეციალიზაცია ყვავილისა მწერ-დამმტვერავებთან. ამავე დროს არსებობს „მომაკვდინებლად“ საწინააღმდეგო მოსაზრევბა, სახელდობრ, რომ შიშველთესლოვანებს, რომლებიც ვარაუდით ფარულთესლოვანთა წინაპრებად ითვლებიან ენტომოფილია არ გააჩნიათ. ეს ერთადერთი წინააღმდეგობაა, რომელიც გვხვდება ენტომოფილიის პრიორიტეტის გზაზე ფარულთესლოვანებში, მაგრამ დაუძლეველი როდია. საკმარისია გავიხსენოთ იაპონელი პალეონტოლოგის გ. საპორით შესანიშნავი ნაშრომები. განათხარ შიშველთესლოვამებში ეს მეცნიერი კანტეროფილიუმის არსებობის ფაქტს ასაბუთებდა. კანტეროფილიის ბაზაზე (ე.ი. ხოჭოების მეშვეობით დამტვერვა) ადვილია წარმოდგენა ვიქონიოთ ენტომოფილიაზე.

ანემოფილია ფართოდაა ცნობილი მაღალი რანგის როგორც სისტემატურ კატეგორიებში ( ასტერისნაირთა ზოგიერთი გვარი-ავშანი, ცეცხეკალა), ისე პრიმიტიულებს შორისაც.

მრავალი ყვავილის საერთო სტრუქტურა საოცრად ემთხვევა მწერ-დამმტვერავის სხეულის აგებულებას, ამასთან ერთად ერთნაირია მათი გეოგრაფიული გავრცელება-ტერიტორია-არეალები. ამის საუკეთესო მაგალითებია, ტილჭირის გვარის სახეები და სამყურას, რომელთა დამმტვერავია კრაზანები და გრძელხორთუმიანი ფუტკრები. როდესაც სამყურა პირველად ჩაიტანეს სამხრეთ ნახევარსფეროში-ავსტრალიაში, როგორც სასოფლო-სამეურნეო კულტურა, სადაც ასეთი მწერები არ იყვნენ, ჯვარედინი დამტვერვა არ ხდებოდა და თესლი თითქმის არ ვითარდებოდა. თესლის მისაღებად საჭირო იყო კრაზანების შეყვანა და მხოლოდ ამის შემდეგ მიიღეს სამყურას თესლის ნორმალური მოსავალი.

თვითდამმტვერვის ასაცილებლად მცებნარეს გამოუმუშავდა სხვადასხვაგვარი, ზოგჯერ კი ძალზე რთული და ორიგინალური ხერხები. ყველაზე ფართოდაა გავრცელებული დ ი ქ ო გ ა მ ი ა -მტვრიანებისა და ბუტკოების სხვადასხვა დროს დამწიფება და აგრეთვე ჰ ე ტ ე რ ო ს ტ ი ლ ი ა. დიქოგამია ორი ფორმით გამოიხატება:

1. პ რ ო ტ ა ნ დ რ ი უ მ ი, როდესაც ორივე სქესის ყვავილზე მტვრიანები ბუტკოებზე ადრე მწიფდებიან. ასეთი ფორმა დიქოგამიისა შინიშნება უფრო ხშირად პარკოსანთა ოჯახის სახეებში. ბალბისებრთა, ნიახურისებრთა, ასტერისნაირთა;
2. მეორე ფორმა დიზოგამიისა პ რ ო ტ ე რ ო გ ი ნ ი ა ა , როდესაც ორივე სქესიან ყვავილში ბუტკოები მწიფდებიან მტვრიანებზე ადრე. ეს ფორმა ხშირად გვხვდება მარცვლოვანებში და აგრეთვე ჭილისებრთა ოჯახის სახეებში, მრავალძარღვასნაირებში და სხვა.

ჰეტეროსტილიის დროს ბუტკოს დინგი და მტვრიანათა სამტვრეები სხვადასხვა დონეზე არიან განლაგებულნი. ზოგ ეგზემპლარს ორივე სქესის ყვავილებსი სვეტები ძალზე გრძელი აქვთ, დინგი კი ძალზე ამეტებს სამტვრეების დონეს, რომლებიც შედარებით მოკლე მტვრიანას ძაფებზე არიან განლაგებულნი. ზოგიერთ ეგზემპლარს კი პირიქით აქვს. ცნობილია შემთხვევები, როდესაც ერთსა და იმაცვე სახეში ერთდროულად გვხვდება დიქოგამიაცა და ჰეტეროსტილიაც. ასეთ დროს, რა თქმა უნდა უფრი ჯვარედინი დამტვერვა ხდება.

საკმაოდ საიმედო ჯვარედინი დამტვერვის განხორციელებისას მცენარესა და აგენტს-მტვრის გადამტანს შორის, ხშირად შეიმჩმევა ძალზე რთული ურთიერთდამოკიდებულება. ამის კლასიკური მაგალითია ლეღვი.

ლეღვის წარმოების ორი უძველესი ცენტრია ცნობილი. უფრო ძველი მცირეაზიური, სადაც დაახლოებით 3000 წელია, რაც მოჰყავთ შესანიშნავი სმირნული ჯიშები. ლეღვის ჯიშების მეორე ტიპი-ადრიადიკულია, სამხრეთ ევროპის ცენტრში მოჰყავდათ ეს ჯიში. ადრეატიკული ჯიშები დაახლოებით 1000 წელია თითქმის რაც მოჰყავთ, მაგრამ ხარისხით მას სმირნული ჯობს.

მცირეაზიულ მცენარეთა შორის ორი ტიპის ხეებს განარჩევენ: პირველი, რომელსაც გამოაქვს სანაყოფე გრძელსვეტიანი ყვავილები და მათ ლეღვს უწოდებენ. ნაყოფმომცემი ეგზემპლარები კი ლეღვის სმირნულ ჯიშებს იძლევიან. მეორე ტიპია, რომელსაც გააჩნია, როგორც მდედრობითი ასევე მამრობითი ყვავილები. ამ ორსქესიან ეგზემპლარებს ეწოდებათ კაპრიფიგები მათ არ გამოაქვთ საჭმელად ვარგისი ნაყოფი, მაგრამ ლეღვის დანარჩენ ხეებს უზრუნველყოფენ მტვრითა და სამტვრებელით.

ძალზე საინტერესოა ჯვარედინად დამტვერვის ხერხები წყალმცენარეებში. პატარა მდინარეების ფსკერზე ჩვენი ქვენის სამხრეთით (და აგრეთვე აკვარიუმებში ყველგან) გვხვდება ორსახლიანი მცენარეები ვალისნერიბი. მისი სანაყოფე ცალფა ყვავილები წყალში ივითარებენ ძალზე გრძელ ყვავილის ყუნწს, რომლებიც სპირალურად არიან დახვეულნი. მამრობით ინდივიდებზე კი მოკლეყუნწიანი წვრილი მტვრიანების ყვავილების ყვავილედები იქმნება. დამტვერვის პერიოდში მდედრობითი მცენარეების ყვავილის ყუნწები სწორდებიან და წყლის ზედაპირზე გამოაქვთ სანაყოფე ყვავილები. ერთდროულად ცალკეული მტვრიანას ყავილები მამრობით მცენარეებს წყდება და წყლის დინების შედეგად გადაადგილდება წყლის ზედაპირზე. გადახსნილი სამტვერეებიდან გამოდის მწებარე მტვრები. მტვრიანებისა და სანაყოფე ყვავილების ურთიერთშეჯერებისას ხდება დამტვერვა დამტვერვის შემდეგ მალე ყვავილის ყუნწები კვლავ სპირალურად ეხვევიან და სანაყოფე ყვავილებს წყალში ითრევენ. ამრიგად, ვალისნერიებს თესლი და ნაყოფი წყალში უვითარდებათ.

**განაყოფიერება.** (ამფიმიკსისი) განაყოფიერებაში იგულისხმება ორი სასქესო უჯრედის-მამრობითისა და მდედრობითის გამეტების შერწყმა. ყვავულოვანი მცენარეების მამრობით გამეტებს ს პ ე რ მ ე ბ ი ჰქვიათ, ხოლო მდედრობითისას კ ვ ე რ ც ხ უ ჯ რ ე დ ი.

დამტვერვასა და განაყოფიერებას წინ უსწრებს მიკრო და მეგა სპორების, ხოლო შემდგომ გამეტების წარმოქმნა.

**მიკროსპოროგენეზი.** მიკროსპორების შექმნის პროცესია. ეს პროცესი მტვრიანების სამტვრე ბუდეებში-მიკროსპორანგიუმებში სრულდება. მიკროსპორები ვითარდებიან მდედრობითი უჯრედებისაგან-მიკროსპოროცირებისაგან, რომლებიც სამტვრე ბუდეებში მდებარე არქეოსპორების უჯრედებისაგან არიან წარმოქმნილი დიპლოიდური მდედრობითი უჯრედები განიცდიან მეიოზურ გაყოფას, როის შედეგადაც ყოველი მდედრობითი უჯრედისაგან წარმოიქმნება ოთხი ჰიპლოიდური მიკროსპორი, ხოლო შემდგომ ოთხი ჰაპლოიდური მტვრის მარცვალი. ყოველი მიკროსპორა შეიცავს მკვრივ ციტოპლაზმას და მსხვილ ბირთვს.

მიკროსპორები ჯერ კიდევ სამტვრეში ამოიზრდებიან და იძლევიან მამრობით გამეტოფიტებს, რომელსაც მ ტ ვ ე რ ი ან მტვრის მარცვალი ჰქვიათ. გარედან მტვრის მარცვალები დაფარულია ორი გარსით (კედლებით). გარეთა-ე კ ზ ი ნ უ რ ი თ და შიდა უფრო თხელი, უპორებო-ი ნ ტ ი ნ უ რ ი თ. ეკზინა ძლიერაა გაჟღენთიი ქონისებრი ნივთიერებით-ს პ ო რ ო პ ო ლ ე ნ ი ნ ი თ (კუტინის ექვივალენტი) და გააჩნია ერთი ან რამოდენიმე საღივე პირი. ეს გარსის შედარებით თხელი „საცობებით“ დაფარული ადგილებია. ეს უკანასკნელნი შედგებიან პენქტინური ნივთიერებებისაგან და უნარი აქვთ დინგისაგან გამოყოფილი შაქრის ხსნარებში გახსნისა. ინტინა შეიცავს ცელულოზას და ინარჩუნებს ელასტიურობას.

მიკროსკოპის აღმოჩენების დასაწყისი დაკავშირებულია მიტოზურ დაყოფასთან, რის შედეგადაც წარმოიქმნება პატარა- რ ე პ რ ო დ უ ქ ც ი უ ლ ი უჯრედი და დიდი ვ ე გ ე ტ ა ც ი უ რ ი უჯრედი (სამტვრე მილის უჯრედი).

რეპროდუქტიული ან სხვაგვარად სპერმაგენული უჯრედი-პირველი მამრობითი გამეტოფიტის უჯრედია. დასაწყისში\იგი მტვრის კედელს ეკვრის.

შემდგომში სპერმაგენული უჯრედიდან წარმოიქმნება ორი სპერმა მტვრის დამწიფების შემდგომ სამტვრეები სკდება და მტვერი რომელიმე აგენტის მეშვეობით ბუტკოს დინგზე ხვდება.

მტვრის გაღვივება ბუტკოს დინგზე ზოგჯერ მაგ. სორგოში ან შაქრის ლერწამში დაახლოებით 10 წთ-ის განმავლობაში ხდება, სიმინდში 2-3 სთ-დან 2 დღემდე. მტვრის გაღივების არსი შემდგომში\მდგომარეობს: მტვრის მარცვალი საგრძნობლად დიდდება, პორებიდან ან კვალიდან ორ-სამ ადგილას„გადმოშვებულია ინტინა. ერთ ერთი ასეთი გადმონაშვები საკმაოდ სწრაფად იზრდება ვეგეტაციური უჯრედის ხარჯზე. ასე წარმოიქმნება სამტვრე მილი (მას წვრილი ძაფის ფორმა აქვს, რომლის სიგრძე ცალკეულ შემთხვევებში აღწევს 20-30 სმ-ს. მტვერი ავსებს სამტვრე მილს-ასე აღმოცენდება მამრობითი გამეტოფიტი.

სამტვრე მილში გამავალი ვეგეტაციური უჯრედის ბოლო ნათელი არ არის. ბოლო დრომდე არსებული აზრი, რომ იგი როგორღაც ასტიმულირებს მილის აპიკალურ ზრდას, არ მტკიცდება რეპროდუქტიული უჯრედიდან გამეტების (სპერმიების) ჩამოყალიბება ზოგჯერჯერ კიდევ მტვერში (ფსინში) ხდება, სხვა შემთხვევებშიც კი-უშუალოდ სამტვრე მილში.

სამტვრე მილი ვითარდება და იზრდება დინგისა და სვეტის ფაშარ ქსოვილში ბუტკოს ნასკვის მიმართულებით და ბოლოს მის საფარველში ან მტვერსაბულში გავლით ხვდება თესლკვირტში. და ბოლოს სამტვრე მილი უკავშირდება ჩანასახოვანი პარკის თესლკვირტს. ჩანასახოვანი პარკის კედელი კონტაქტით ლორწოვნდება და სამტვრე მილი შიგნით აღწევს.

**თესლკვირტი და მეგსპოროგენეზი.** მეგასპოროგენეზის შედეგად წარმოიქმნება ბმეგასპორა, რისგანაც შემდგომში ვითარდება მდედრობითი გამეტოფიტი (მეგაგამეტოფიტი),- ფარულთესლოვან მცენარეებში მათ ჩ ა ნ ა ს ა ხ ო ვ ა ნ პარკს უწოდებენ. მეგასპოროგენეზი ხორციელდება თესლკვირტებში. თესლკვირტთა რიცხვი ნასკვი მცენარეთა სხავადსხვა სახეებს სხვადასხვაგვარი აქვთ-ერთიდან რამდენიმე ათასამდე. წარმოდგენა თესლკვირტზე სხვადასხვაგვარი იყო. ზოგოი მორფოლოგი მას ფოთლისეულ წარმოშობას ქადაგებდა, სხვანი-ღეროსი, მესამენი-თესლკვირტს, როგორც სორუსსისე განიხილავდნენ. აღნიშნულ იყო, რომ ტერატიროგიურ შემთხვევაში თესლკვირტი კვირტის თვისებებს ავლენს. ინტენგუმენტები განიხილებოდა როგორც ფოთლები.

თესლკვირტი წარმოიქმნება ნახებვრადსფერული ბორცვაკის სახით. ეს ბორცვაკი ჩნდება უჯრედების გაყოფის შედეგად, რომლებიც მდებარეობენ ან პლაცენტის ზედაპირის ქვევით, ან მათი მომდევნო ფენის ქვეშ. თესლკვირტის ყველაზე არსებითი ნაწილი მისი ბირთვი ანუ ნუცელსესია თესლკვირტის ცენტრალური მრავალუჯრედიანი ნაწილი. მალე თესლკვირტის ჩასახვისა და ნუცელიუსის განვითარების შემდგომ ერთი მისი ზედა უჯრედთაგანი (სუბეპიდერმული) იწყებს ზრდას. ეს არქესპორიალური ან დედისეული უჯრედი მეიოზს იწყებს. მეიოზის დროს წარმოიქმნება 4 ჰაპლოიდური უჯრედი-მეგასპორები. შემდგომში სამი მათგანი კვდება და რჩება, მხოლოდ ერთი უჯრედი (ჩვეულებრივ ქვედა ხალაზისაკენ მიმართული). სწორედ მისგან წარმოიქმნება (წამოიზრდება) მდედრობითი გამეტოფიტი ჩანასახოვანი პარკი. მეგასპორა (ისევე როგორც მიკროსპორა) ყოველთვის ერთბირთვიანია და მონოპლოიდურია.

მეგასპორის აღმოცენება და მდედრობითი ფგამეტოფაზის განვითარება ფარულთესლოვანებში მრავალი სპეციფიკური გარდაქმნით გამოირჩევა. მათგან ძირითადია შემდეგი: მეგასპორა ძლიერ იზრდება და ავიწროებს ნუცელიუსის ქსოვილს ინტეგუმენტებისაკენ. პირველადი ბირთვი ჩანასახოვანი პარკისა განიცდის 3 თანმიმდევრობით მიტოზურ გაყოფას, რის შედეგადაც წარმოიქმნება 8 მონოპლოიდური ბირთვი, რომელიც ორ საწინააღმდეგო პოლუსზე ჩანასახოვანი პარკის აღმოცენებული მეგასპორით და აზალურ და მიკროპილარულ პოლუსებზე სახლდებიან, სადაც კვლავ ხორციელდება 2 მომდევნო გაყოფა. ამის შედეგად ყოველ პოლისზე წარმოიქმნება 4-4 მონოპლოიდური ბირთვი.

ყოველი პოლუსის 3 ბირთვი უჯრედებად განცალკავდებიან მიკროსპოლარულ პოლუსზე ერთი უჯრედთაგანი მდედრობიტ გამეტად-კვერცხუჯრედად იქცევა. ორი დანარჩენი კი სინერგიდებად. ერთობლივად ისინი აყალიბებენ საკვერცხე აპარატს. ხალაზურ პოლუსზე მდებარე სამ უჯრედს ა ტ ი პ ო დ ე ბ ს უწოდებენ. მათი ფუნქცია არაა ცნობილი. დანარჩენი ორი თაბვისუფლად დარჩენილი პოლარული ბირთვი ჩანასახოვანი პარკის ცენტრისაკენ გადაინაცვლებენ, კონტაქტში ექცევიან და ასე თუ ისე დროის გასვლის შემდგომ ერთმანეთს ერწყმიან. ასე ყალიბდება ჩანასახოვანი პარკი. დიპლოიდური მეორეული ბირთვის ფორმირების შემდეგ გამეტოფიტის კომპონენტები მზად არიან განაყოფიერებისათვის.

**ორმაგი განაყოფიერება.** სამტვრე მილი შეაღწევს ჩანასახოვან პარკში და კვერცხუჯრედში შეღწევისას სკდება. ორივე სპერმა თავისუფლდება ამ დროს ვეგეტაციური უჯრედი გადაგვარდება. ერთი სპერმათაგანი (განაყოფიერებული უჯრედი კოპულირდება (უდიდდება) კვერცხუჯრედთან, ქმნის ზიგოტას (დიპლოიდი სპოროფაზის დასაწყისი). მეორე სპერმა ერწყმის მეორეულ (დიპლოიდურ) ბირთვს, უფრო სწორად ჩანასახოვანი პარკის უჯრედს. ამის შედეგად მიიღეს ტრიპლოიდური უჯრედი.

ორმაგი განაყოფიერების მოხდენის შემდგომ მცენარეთა ზოგიერთ სახეს ადერ, ხოლო სხვებს უფრო გვიან ეწყებათ ჩანასახის განვითარება ზიგოტიდან. ჩანასახოვანი პარკის მეორეული ბირთვისაგან ვითარდება თესლის ეპიდერმი. ამრიგად ფარულთესლოვანებში ტრიპლოიდური ენდოსპერმი განსაკუთრებული წარმოშობისაა და განსხვავდება შიშველთესლოვანთა (მაგ. წიწოვანთა) ენდოსპერმისაგან, რომლებიც არსებითად მდედრობით წინაზარდს წარმოადგენე. ფარულთესლოვანებში მას უწოდებენ მ ე ო რ ე უ ლ ე ნ დ ო ს პ ე რ მ ე ბ ს, ხოლო ზოგჯერ კი „ცილას“.

როგორც ჩანს, თესლის შექმნას ყოველთვის როდი უძღვის დამტვერვა და განაყოფიერება. ფარულთესლოვან მცენარეთა დიდი ნაწილი, რომლებისც სხვადასვა ოჯახს განეკუთვნებიან, ჩანასახსა და თესლს წარმოქმნიან აპომიკტურად-მამისეული და დედისეული გამეტების წინასწარი შერწყმის გარეშე.

**აპომიკსისი.** ომიკსისი ჰქვია სხვადასხვაგვარ შემთხვევებს, როდესაც ჩანასახი ვითარდება გაუნაყოფიერებელი უჯრედისაგან. ამასთან, როგორც წესი, შენარჩუნებულია მორფოლოგიურად გამოხატული მეტაფაზისა და სპოროფაზის მონაცვლეობა. აპომიკსისი შეიმჩბნევა სხვადასხვაგვარ სისტემურ ჯგუფებში-წყალმცენარეებიდან ფარულთესლოვანებამდე.

აპომიკსისის ფორმები ერთმანეთისაგან იმის მიხედვით განსხვავდებიან თუ თესლკვირტის როგორი კომპონენტებისაგან წარმოიქმნება ჩანასახი. აპომიკსისის ფაქტები ყველაზე ხშირად შეინიშნება უმაღლესი დონის სისტემატური ჯგუფების ევოლუციური განვითარებისას ასტერისებრთა ოჯახის გვარები და სხვა. აქ აპომიკსისი წარმოდგენილია ფორმათა უსასრულო მრავალფეროვნებით, რომლებიც კლასიფიკაციას ძნელად ექვემდებარებიან.

კულტივირებულ მცენარეთა შორის ბუნებაში ყველაზე გავრცელებულია აპომიკსისის ფორმები:

1. პართენოგენეზისი-ჩანასახის განვითარება (და შესაბამისად ახალი ორგანიზმისაც (სპოროფაზები) გაუნაყოფიერებელ კვერცხუჯრედიდან;
2. აპოგამია, როდესაც ჩანასახი (სპოროფაზა) ვითარდება არა კვერცხუჯრედიდან, არამედ რომელიმე სხვა გამეტოფიტის გაუნაყოფიერებელი უჯრედისაგან. აპოგამიის სხვადასხვა ფორმები ცნობილია ფარულთესლოვანებში: ხახვი (ჩანასახი ვითარდება ანტიპოდებისაფგან); მარმუჭები (ჩანასახი ვითარდება სინერგიდისაგან) ცნობილია აპოგამიის შემთხვევები მრავალძარღვაში (ლანცეტისებრი ფოთლებიტ) და სხვა სახეებში;
3. აპოსპორია, როდესაც გამეტოფიტი წარმოიქმნება არა სპორებისაგან, არამედ სპოროფიტის ვეგეტაციური (დიპლოიდური) უჯრედებისაგან განაყოფიერების გარეშე. ფარულთესლოვნებში ცნობილია აპოსპორიის შემთხვევები მაგალითად, როდესაც ჩანასახი წარმოიქმნება ნუცელიუსის დიპლოიდური უჯრდედებისაგან, ზოგჯერ კი თესლკვირტის ან ხალაზის საფარველიდან.

იმ შემთხვევებს, როდესაც ჩანასახი წარმოიქმნება არა ჩანასახოვანი პარკის კომპონენტებისაგან არამედ ნუცელიუსის ქსოვილებისაგან, როგორც დამატებითი წარმონაქმნი ე მ ბ რ ი ო ნ ი ა ს უწოდებენ. დანამატი ემბრიონიის მოვლენასთან საერთოდ დაკავშირებულია თესლის მრავალჩანასახოვნება-პოლიემბრიონია. და ნაშთი ჩანასახები ხშირად უვითარდებათ ლიმონსა და სხვა ციტრუსებს.

**4.6. თესლი**

თესლი წარმოადგენს თესლკვირტს, რომელიც განაყოფიერების (ანუ ანომიკსისის) შედეგადაა სახეშეცვლილი. ძირითადი სახეცვლა დაკავშირებულია ზიგოტიდან ჩანასახის განვითარებასთან.

ფარულთესლოვან მცენარეებს თესლი ორმაგი განაყოფიერების შედეგად უვითარდებათ: ზიგოტიდან, რომელიც წარმოქმნილია სპერმის კვერცხუჯრედთან შეერთებით წარმოიმნება ჩანასახი, სხვა სპერმის ჩანასახოვანი პარკის მეორეულ ბირთვთან შერწყმის შედეგად შექმნილი უჯრედისაგან წარმოიქმნება თესლის საკვები ქსოვილი-ენდოსპერმი. სინერგიდები და ანტიპოდები თანდათან გადაგვარდებიან და ქრებიან; ინტეგუმენტები გარდაიქმნებიან თესლის ქარგად, ხოლო ნუცელუსი მცენარეთაუმრავლესობაში გამოიყენება საკვებ ნივთიერებად თესლის ჩანასახის ჩამოყალიბებისას, იშვიათად კი საკვებ ქსოვილად პერისპერმად.

თესლის უფრო უნიკალური განსაზღვრა ძნელია, მისი მრავალდფეროვნების გამო თუნდაც მხოლოდ ფარულთესლოვან მცენარეებში. თესლის ძირითადი კომპონენტია-ჩანასახი. ჩამოყალიბებულ ჩანასახში დეტერმინირებულია მცენარის სამი ძირითადი ორგანო: ფესვი, ღერო, ფოთოლი („რკინის ტრიადა“), მაგრამ მცენარეთა სახეების მთელ ოჯახებშიც კი ჩანასახები არსებითად არ არიან დიფერენცირებულნი. ზოგჯერ პარაზიტულ მცენარეებში ანდა საფროფიტულებში (კელაპტრა). ადგილი აქვს ჩანასახის აშკარა რედუქციას. სხვა შემთხვევაში ჩანასახის განუვითარებლობას ნათლად განსაზღვრავენ როგორც პრიმიტიული ორგანიზაციის ნიშანს.

მთელ რიგ შემთხვევებში ძნელი დასადგენია არაპრიმიტიული ჩანასახის ნიმუშთან გვაქვს საქმე, ტუ მეორეულ გამარტივებულ რედუცირებულთან. ორივე შემთხვევაში განვითარებულია ჰიპოკოტილი, მხოლოდ სპეციალიზებულ ერთლებნიანებშია იგი ძლიერ რედუცირებული.

ცნობილია საკმაოდ საიმედო ფაქტები თესლის (და ჩანასახის) პართენიკარპული განვითარებისა.

თესლის, როგორც ფიზიოლოგიური ასპექტის განსაზღვრისათვის, რომელიც მშვიდ მდგომარეობასაა შეგუებული ტაქსონების მნიშვნელოვანი რაოდენობა, როდესაც თესლი ღივდება სიმშვიდის პერიოდის გარეშეც. ასე მაგაითად, დურიანი. ყველა მონაცემის მიხედვით ეს პრიმიტიული ორგანიზაციის ნიშანია.

სქესობრივი პროცესის შედეგად თესლკვირტში (და თესლშიც) ერთი ჩანასახი ვითარდება. ცნობილია ორი ან მეტი ჩანასახის განვითარების შემთხვევებიც პოლიემბრონია. იგი წარმოიქმნება აპომიკსისი შემდგომ. ცნობილია აგრეთვე ერთი განაყოფიერებული კვერცხუჯრედიდან რამდენიმე ჩანასახის განვითარების შემთხვევები. ზოგჯერ კი ლაპარაკობენ „ცრუ პოლიემბრიონიაზე“ ეს ის შემთხვევაა, როდესაც თესლკვირტში ვითარდება ორი ან მეტი ჩანასახოვანი აპკი. ასეთი ფენომენები იშვიათი როდია სამყურა. ასკილი და სხვა.

ძველთაგანვე განარჩევენ ჩანასახთა ორ ძირითად ჯგუფს. პირველ ჯგუფს განეკუთვნება ორლებნიანი ჩანასახები (ფარულთესლოვანთა ორლებნიანებში); მეორეს კი ერთლებნიანი ჩანასახები (ერთლებნიან ფარულთესლოვნებში). ჩანასახთა დასახელებულ რ ფორმას შორის არსებობს სხვადასხვაგვარი გარდამავალი ფორმები. ზოგიერთ ტაქსონს კი, მაგალითად ორქიდეას, ჩანასახი საერთოდ სუსტად აქვს დიფეენცირებუი და წარმოდგენილია პატარა მსხლის მოყვანილობის სხეულით..

ერთლებნიან უფრო პრიმიტიულ ჩანასახებს გააჩნიათ მრავალი სახე, რომელიც ჩალაყვავილსანაირთა, წყლის მრავალძაღღვასნაირთა და სხვა ოჯახებს განეკუთვნებიან.

ლებნები ფოთლისადმი ჰომოლოგიურნი არიან. ისინი ჩანასახის ღერძის ჰიპოქოტილის გვერდით დანამატებს წარმოადგენენ. ზოგიერთი მაღალსპეციალიზებული ერთლებნიანი ცენარის ლებანი ფარადაა ტრანსფორმირებული, კვირტის დამცველ ორგანოდ კი -კოლეოპტილი. კვირტების მერისტემიდან იქმნება ეპიკოტილი ფოთლის პრიმორდიებით.

ფარულთესლოვანთა თესლი ხშირად ცილიანია ე.ი. შეიცავს ენდოსპერმას. ენდოსპერმის უჯრედთა ბირთვები შეიცავენ ქრომოსომათა სამმაგ ნაკრებს.

კარგად განვითარებული ენდოსპერმიანი თესლი უმეტესად ერთლებნიანებს ახასიათებთ. ფარულთესლოვანთა მრავალ სახეს, განსაკუთრებით ორლებნიანებს გააჩნიტ სიუსტად განვითარებული ენდოსპერმი. მაშინ სამარაგო პროდუქტები გადადის ჩანასახის სხვა ნაწილებში-ჰიპოკორტილსა და ლებნებში. საჭიროა გვახსოვდეს, რომ ორლებნიანთა მრავალ ტაქსონს ცილის გარეშე მიიჩნევენ , სინამდვილეში კი ისინი შეიცავენ ენდოსპერმის ნარჩენებეს.

ძლიერ განვითარებული ენდოსპერმი ხშირად განიხილება, როგორც პრიმიტიული ორგანიზაციის ნიშანი. ასეთი წარმოდგენა საკმაოდ უნივერსალურია, ვინაიდან (მერქნიან მრავალნაყოფიანებისაგან) აშკარად არქაულ ტაქსონებს ძლიერი ენდოსპერმი აქვთ. მათი ჩანასახი სუსტადაა დიფერენცირებული.

ფარულთესლოვანებში პეისპერმის არსებობა იშვიათი მოვლენაა, მხოლოდ ზოგიერთი ოჯახის სახეებს ახასიათებს პერისპერმი: პილპილისნაირთ, ნაცარქათამასებრთ, დუმფარასებრთ და ზოგიერთ სხვებს. პერისპერმიდან თესლს გააჩნია სათადარიგო პროდუქტები ან ინტეგუმენტებში ან ნუცელიუსის ნარცენებშიც ერთდროულად. უფრო მიღებულია ნტეგუმენტური პერისპერმები.

თესლის კლასიფიკაცია მარტივია. თესლის 4 ტიპს განარჩევენ იმისდამიხედვით თუ რად გადაიდება თესლში სამარაგო ნივთიერებანი: ეპიდერმაა და პარენქიმაში, თუ ჩანასახში.

თესლს ახასიათებს შემდეგი თავისებურებანი: გაღივებისათვის არახელსაყრელ პირობებში მას შეუძლია რამდენიმე ხანს იყოს სიმშვიდის მდგომარეობაში, ხოლო ხელსაყრელი პირობების დადგომისთანავე (ტემპერატურა და ტენი) თესლი შეიწოვს წყალს, ჰაერის საკმარისი რაოდენობისას კი იწყებს გაღივებას და ავითარებს ჩანასახს.

**4.7.ნაყოფი**

ნაყოფი-სახეშეცვლილი ყვავილია. მისი დანიშნულებაა თესლის დაცვა და გავრცელება. შესაბამისად ნაყოფის ყველაზე არსებითი ნაწილია-მასში თავმოყრილი თესლი.

ნაყოფი გინეციუმის ცვლილების შედეგად იწყებს ჩამოყალიბებას. ეს კი ორმაგი განაყოფიერების აპომიკსისის შემდეგ ხდება. ნაყოფის შექმნაში გინეციუმი გარდა მასთან შეზრდილი ყვავილის ნაწილებიც მონაწილეობენ.

თუ ნაყოფის შექმნაში მონაწილეობს მხოლოდ მარტივი აპოკარპული გინეციუმი, ნაყოფს მ ა რ ტ ი ვ ი ეწოდება (მაგ. ბარდა). ერთი ყვავილის რამდენიმე ბუტკოთი შექმნილ ნაყოფს რ თ უ ლ ი გ ი ნ ე ც ი უ მ ი ეწოდება ან კრებითი. მაგ ჟილო, ბაია.

რთული ნაყოფის კომპონენტებს-აპოკარპული გინეციუმის ცალკეულ კარპელებს ხშირად წ ი ლ ნ ა ყ ო ფ ე ბ ს უწოდებენ.

ხშირად ნაყოფის კედლის-ნაყფსაფარის ან პერიკარპიუმის შექმნაში ყვავილის სხვა ორგანოებიც მონაწილებენ: მტვრიანები, გვირგვინი ფურცლები და ჯამის ფოთლები (მაგ. ვაშლი) ზოგჯერ ნაყოფის შექმნაში ძალზე შესამჩნევია ყვავილსაჯდომის მონაწილეობაც.

ისტორიულ განვითარების (ფილოგენეტიკური) მიხედვით რთული ნაყოფები აპოკარპული გინეციუმის ბაზაზე ვითარდებიან. ყვველაზე არქაული მათ შორის არის მრავალფოთლიანები (დამახასიათებელია მაგნლიასებრთა ოჯახისა და მასთან ახლოს მდგომი ოჯახებისათვის).

ფოთოლი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც პარკი ნაყოფის საწყისი მოდელი, რაც ასე დამახასიათებელია პარკოსანთა ოჯახის წარმოამდგენელთათვის.

**ნაყოფედი.** ნაყოფისაგან განსხვავებით (რთულისა და მარტივის) ნაყოფედი ერთი ყვავილისაგან როდი ყალიბდება, არამედ რთული ყვავილედის ან მისი ნაწილებისაგან. ნებისმიერ შემთხვევაში ნაყოფედის შექმნასი გარდა ყვავილებისა ყვავილედის ღერძებიც მონაწილეობენ. ნაყოფედი წარმოადგენს არა მხოლოდ ყვავილედის განაყოფიერების შემდეგ სახეშეცვლილ პროდუქტს, არამედ ყვავილედის ღერძებსაც. ტიპობრივ შემთხვევაში ნაყოფედი ნაყოფის იმიტაციაა და ფუნქციურადაც მას შეესაბამება.

ნაყოფედი მრავალგვარია ზოგჯერ (მაგ. თუთა) ნაყოფედს ქმნის შეზრდილი მდედრობითი ყვავილედები, საკვები ნაწილი შექმნილია ხორცოვანი ყვავილსაფარებით. ლეღვის ნაყოფედის საკვები ნაწილი შექმნილია ძალზე გაზრდილი ყვავილედის ღერძებით და ნაწილობრივ ასევე გაზრდილი ხორცოვანი ყვავილსაფარით. ანანასის ნაყოფედი იქნბეა შეზრდილი უთესლო ნაყოფებით, ხორცოვანი ღერძით და გაზრდილი, ასევე ხორცოვანი ფოთლებით. ჭარხლის ნაყოფედი შეიქმნება 2-დან 8-მდე ნაყოფთა შეზრდის შედეგად. ისინი წარმოადგენენ მაგარსაფარვლიან გორგლებს, რომლებიც წარმოქმნილია გახევებული ყვავილსაფარიდან.

ამრიგად, ნაყოფედი წარმოადგენს ყვავილედის ან მისი ნაწილების ძლიერ გაზრდითა და ყვავილედის ღერძების შეზრდის შედეგად მიღებულ მეტამორფოზს ნაყოფედის სხვადასხვაგვარობასთან დაკავშირებით იქმნება აუცილებლობა მათი კლასიფიკაციისა.

**ნაყოფსაფარი.** (პერიკარპიუმი) ყალიბდება ნასკვის კედლებისაგან და შედგება სამი ფენისაგან, რომლებიც ნათლად აქვს გამოხატული ხახამას ა) ან ეკოზოკარპიუმი ბ) ან მეზოკარპიუმი, გ) ან ენდოკარპიუმი (შიდა შრე).

მცენარეთა სამყაროში ნაყოფთა მრავალფეროვნება ძალზე დიდია. იგი სხვადასხვა მიზეზებითაა გამოწვეული. მაგრამ ძირითადია ნაყოფთა გავრცელების თვისება. ეს ძალზე ართულებს ნაყოფის ბუნებრივ და მითუმეტეს ფიოგენეტიკურ კლასიფიკაციას, რომლეიც დაკავშირებულია ფარულთესლოვანთა საერთო კლასიფიკაციასთან.

ზოგჯერ დამუშავებული და სახელმძღვანელოებში წარმოდგენილი ნაყოფის თანამედროვე მორფოლოგიური კლასიფიკაციები გინეციუმის აგებულების საერთოდ ცნობილ ტიპებზეა დაფუძნებული. ესენია: აპოკარპული, სინკარპული, პარაკატრპული და ლიზიკარპული. გინეციუმისა და პლაცენტაციის ტიპებთან შესატყვისად ნაყოფს ასე აჯგუფებენ: აპოკაპიუმი, სინკარპიუმი, პარაკარპიუმი, ლიზიკარპიუმი.

მორფოლოგიურ კლასიფიკაციაში მხედველობაში ირებენ აგრეთვე ნასკვის ხასიათს (ზედა ან ქვედა ნასკვი) და სხვა ნიშნებს.

ვინაიდან ჯერ კიდევ არ არსებობს ბუნებრივი და მითუმეტეს ფილოგენეტიკური სისტემა ნაყოფისა, რომელიც ფართოდ გამოიყენებოდა მცენარის განსაზღვრის პრაქტიკაში, ვეყრდნობით მორფოლოგიურ კლასიფიკაციას, რომელიც საკმაოდ ხელოვნურია.

მორფოლოგიურ-ეკოლოგიაში კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს შემდეგი ნიშნები:

1. ნაყოფსაფარის კონსისტენგია-პერიკარპიუმი (მშრალი ან წვნიანი ნაყოფი);
2. მრავალთესლიანიმან ერთთელიანი ნაყოფი;
3. გადაუხსნელი (დახურული) ნაყოფი ან გადახსნილი (ბოლო შემთხვევაში მიუთითებენ გადახსნის ხერხს);
4. ნაყოფის მომცემი ნაყოფფოთოლის რაოდენობა.

**მშრალი ნაყოფსაფარის ნაყოფი.**  I კოლოფისნაირნი (მრავალთესლიანი ნაყოფი, ჩვეულებრივ გადახსნილი, ისე, რომ თესლი თავისუფლად გადმოიყრება.

**ფოთლურა-** ერთბუდიანი ნაყოფია, შექმნილი ერთი ნაყოფფოთლისაგან. იხსნება მუცლის ნაწიბურზე-ნაყოფფოთლის კიდეების შეზრდის ხაზზე. წყალიკრეფია, ჭყანტა და სხვა რთული . რთული გინეციუმიდან წარმოიქმნება რთული ფოთლურა.

**პარკი-** ერთბუდიანი ნაყოფი წარმოქმნიი ერთი ნაყოფფოთლისაგან. იხსნება მუცლისა და ზიურგის ნაწიბურებზე ორი საგდულიდან. მაგ. ცერცველა.

პარკებს შეუძლიათ არა მხოლოდ ორი სიგრძივი საგდულიდან გადმოპნევა, არამედ ზოგჯერ ორი მოპირდაპირე ნაწილადაც იშებიან. ასეთ პარკებს დ ა ნ ა წ ე ვ რ ე ბ უ ლ პარკებს უწოდებენ. ტიპური პარკების გარდა, არის სპირალურად დახვეული (იონჯა) ერთთესლიანი და ისეთები, რომლებიც არ იხსნებიან.

**ჭოტი-** ჭოტაკი ოთხბუდიანი ნაყოფი, წარმოქმნილი ორი ნაყოფფოთლისაგან. თესლი მიმაგრებულია სიგრძივ ტიხარზე. იხსნება ორ ნაწიბურაზე. ჭოტაკი ჭოტასაგან განსხვავდება სიგრძისა და სიგანის შეფარდებით. თუ ჭოტის სიგრძე მეტია სიგანეზე 4-ჯერ ან მეტჯერ, მაშინ ჭოტაკს 2-3-ჯერ მეტი სიგრძე ექნება. ჭოტი და ჭოტაკი აქვთ კომბოსტოსნაირთა ოჯახს. ჭოტები შესაძლოა იყოს დანაწევრებული, ცალკეულ ნაწილაკებად მტვრევადი.

**საკუთვრივ კოლოფი-** ნაყოფი შექმნილი ორი ან რამოდენიმე ნაყოფფოთლისაგან. სხავადასხვა მცენარეს სხვადასხვაგვარი ხერხი გააცნია ნაყოფის გადასახსნელად. ყაყაჩოს კოლოფი- ნასვრეტებით ეხსნება, ლენცოფას -სახურავით, მიხაკს- კბილანებით, ბანგას- საგდულით და ა.შ.

**II კაკლისებრნი** ( ერთთესლიანი ნაყოფი, დამწიფებისას არ სკდება, თესლი არ გადმოიპნევა).

კაკალი ან კაკლუჭა (მაგარი ნაყოფსაფარი, მერქნისებრი, ჩვეულებრივი თხილი).

**თესლურა-** აქვს სქელკანიანი ნაყოფსაფარი, თესლი შეზრდილი არა აქვს გინეციუმიდან ბაიას, არწყვი-წარმოიქმნება ნაყოფი რთული თესლურა.

**ფრთიანა-** თესლებს, რომლის ნაყოფსაფარს სქელი კანი ან აპკინი ფრთისებრი ამონაზარდი აქვს. მაგ. თელას.

**მარცვალა-** სქელკანიანი ნაყოფსაფარი, ტესლთან შეზრდილი კანიტ ( ხორბალი, ჭვავი).

ზოგჯერ მარტივ ნაყოფს შეუძლია ბუდეების მიხედვიტ ჩამოცვენა ან ერთლებნიან ნაწილაკებად დამტვერვა. ასეთ ნაყოფს დ ა ნ ა წ ე ვ რ ე ბ უ ლ ი ჰქვია. მაგალითად, ნეკერჩხალს დანაწევრებული ჭოტი აქვს, ველურ ბოლოკს დანაწევრებული პარკი აქვს.

**წვნიანი ნაყოფსაფრიანი ნაყოფი (ჩვეულებრივ კაშკაშად შეფერილი)**

**III**. **კენკროვანები.** (ნაყოფი ქვნიანი ენდოკარპიუმიტ, უკურკო, უმთავრესად მრავალთესლიანი).

**კენკრა-** მთელი ნაყოფსაფარი (თხელი კანის გარდა)-ეკზოკარპიუმია, წვნიანი, ხორციანი: ტომატი, კარტოფილი.

**ვაშლი-** ნაყოფის წარმოქმნაში ნასკვის გარდა მონაწილეობს ყვავილის სხვა ნაწილებიც, ყვავილსაჯდომის ჩათვლიტ; ვაშლის ხე, მსხალი, ცირცელი.

**გოგრულა-** ნაყოფი წარმოიქმნება ქვედა ნასკვისაგან, რომელიც სამი ნაყოფფოთლისგანაა შექმნილი: ეკზოკარპიუმი მაგარი (გახევებული); ნესვი, საზამთრო, გოგრა, კიტრი.

**ნარინჯი-** ციტრუსების ნაყოფი: ლიმონი.

**IV კურკოვანები.** ნაყოფი გახევებული ენდოკარპიუმით (კურკოვანი), ხშირად ერთთესლიანი.

კურკიანი ნაყოფსაფარი სამ ნაწილად იყოფა: თხელი კანი-ეკზოკარპიუმი, რბილობი, მეზოკარპიუმი და ასე თუ ისე სქელი ფენა გახევებული ენდოკარპიუმისა (კურკა) მაგ: ალუბალი ატამი, კუნელი.

იშვიათად გვხვდება ნაყოფი მშრალი. მაგალითად, ნუშისა და სხვა სახეების.

**თავი V.**

**მცენარეთა გამრავლება**

ცოცხალი ორგანიზმის ერთი აუცილებელი (ატრიბუტული) თვისევბათაგანია შთამომავლობის მომრავლება. მცენარეთა ზოგიერთ ბუნებრივ ჯგუფებში (სახეებში) დროთა განმავლობაში შეინიშნება ინდივიდთა რიცხობრივი ზრდა. ამასთან მათ ძალუძთ სწრაფი გავრცელება და ახალი ადგილების დაკავება. ეს პროგრედული სახეებია.

ზოგიერთ სახეს ახასიათებს დაახლოებით ინდივიდების მუდმივი რიცხვი და მათი გავრცელების არე ე.ი. სახის არეალი, არც იზრდება და არც მცირდება. დანარჩენებში კი შეინიშნება ინდივიდუმთა რიცხვის შემცირება და შესაბამისად-არეალის შემცირებაც. არც რეგრესული, მომაკვდავი სახეებია, ამასთან ზოგიერთი მათგანი უკვე აღარც გვხვდება ბუნებაში და მხოლოდ კულტურულად თუ შემოინახება.

ამრიგად გამრავლების პროცესი განუყოფლდაა დაკავშირებული მომდევნო განსახლებასთან. გამრავლება და განსახლება (გავრცელება) ე.ი. „სიცოცხლის მოფენა“ როგორც ვ. ვერნადსკი ამტკიცებდა, ჩვენი პლანეტის მნიშვნელოვანი ბიოქიმიური ფაქტორია.

გამრავლებაში იგულისხმება მოცემული სახის ინდივიდთა რიცხვის გაზრდა ტერმინი მომრავლება გამოხატავს უწინარეს ყოვლისა ხარისხობრივ მხარეს. მომრავლების შედეგად ინდივიდთა საერთო რიცხვი შიძლება შემცირდეს კიდეც. ამის კარგი მაგალითია სქესობივი მომრავლება დიატომურ წყალმცენარეებში, როდესაც ორი ეგზემპლარის დაქუმაცებული პინულარიების შრწყმის შედეგად ყალიბდება ნორმალური ზომის ერთი ინდივიდი.

გამრავლების არსი მდგომარეობს ერთი ცალკეულად აღებული ინდივიდის უნარში საწყისი მისცეს თავის მსგავსთა მთელ სერიებს. გამრავლება როგორც ცოცხალი მატერიის თვისება მისი განვითარების ჯერ კიდევ ადრეულ ეტაპზე. ამავე დროს მცენარეთა ევოლუციის შესაბამისად თავდაპირველი ერთგვაროვანი სიცოცხლის ფორმებიდან სხვადასხვაგვარ თანამედროვე ფორმებამდე ევოლუციას განიცდიდა და სხვადასხვა ფორმას იძენდა გამრავლების ხერხებიც. გამრავლების ევოლუცია სერიოზულ მამოძრავებელ ძალას წარმოადგენს მცენარეთა სამყაროს საერთო ევოლუციისა, სწორედ მან მიგვიყვანა ახალ სპეციალიზებულ ორგანოთა წარმოქმნამდე.

ცოცხალი ბუნების ობიექტების (სახეების) გამრავლების განუსაზღვრელი სხვადასხვაგვარი ფორმა შეიძლება ორ კატეგორიად გავყოთ, რომლებიც პრინციპულად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან: სქესობრივი და უსქესო გამრავლება.

სქესობრივი გამრავლების დროს ტიპობრივ შემთხვევებში ყალიბდება მცენარეთა ყოველი ცალკეული ჯგუფისათვის დამახასიათებელი სქესობრივი გამრავლების სპეციალური ორგანოები. წყალმცენარეთა და სოკოების ზოგიერტ ჯგუფს სქესობრივი გამრავლების ორგანოები არ გააჩნიათ, თუმცა ისინი სქესობრივ პროცესს საკმაოდ რეგულარულად ახორციელებენ. სქესობრივი პროცესის არსი (უსქესოსაგან განსხვავებით) ორი უჯრედის შერწყმაში ორმხრივ ასიმილაციაში მდგომარეობს, რომლებიც სპეციალიზებულია ტიპური შემთხვევებისათვის. მათ გ ა მ ე ტ ე ბ ი ეწოდებათ.

ბირთვებისა და გამეტების ციტოპლაზმების სრული შერწყმის შედეგად (იმ შემთხვევაში თუ სოკოებს სქესობრივი გამრავების ორგანოები-არც სპეციალიზებული უჯრედები ან მიცელიუმის ნაწევრები არ გააჩნიათ) მიიღება ზ ი გ ო ტ ა. ზიგოტის პრინციპული განსხვავება კოპულარული გამეტებისაგან იმაში მდგომარეობს, რომ იგი შეიცავს ქრომოსომათა ორმაგ ნაკრებს (კომპლექტს).

უსქესო გამრავლება-უფრო ძველი და უეჭველად თავდაპირველი სახეა გამრავლებისა.

მცენარეთა სამყაროს ევოლუციის დროს და სქესობრივი პროცესის განვითარებისას უსქესო გამრავლება სულ უფრო პროგრესული და ცალმხრივი ხდებოდა. სქესობრივ გამრავლებასთან ერთად იგი ფართოდაა წარმოდგენილი მცენარეთა ყველა ჯგუფში, მათ შორის უფრო მაღალგანვითარებულ ფარულთესლოვანებშიც. მაღალორგანიზებულ მცენარეებში უსქესო გამრავლება უფრო მეტადაა სპეციალიზებული, რაც საშუალებას იძლევა განვასხვაოთ ორი ძირითადი ფორმა:

1. ვეგეტაციური ნაყოფიერება;
2. საკუთრივ უსქესო განაყოფიერბა.

ევოლუციური განვითარების დაბალ საფეხურზე მდგომ მცენარეებში, მაგალითად, ზოგიერთ წყალმცენარეებში, სოკოსა და ბაქტერიებში მკვეთრი ზღვარი დასახელებულ ფორმათა შორის არ არსებობს.

**5.1. ვეგეტაციური გამრავლება**

ვეგეტაციური გამრავლება უჯრედამდელი ცოცხალი სხეულების ყველაზე ადრინდელ ეტაპებზე შეიმჩნევა. მრავალი წინაბირთვულისათვის მაგალითად, ბაქტერიებისათვის ეს ამჟამადაც გამრავლების ერთადერთი ხეხია.

ვეგეტაციური გამრავლების ხერხები სხვადასხვაგვარია და ფართოდა გავრცელებული მცენარეთა ყველა ჯგუფში. ზოგჯერ იგი ხორციელდება ვეგეტაციური სხეულის ნაწილებით. ე.ი. სომატური უჯრედებით (თალუსის, ფესვის, ღეროს, ფოთლის). სხვა შემთხვევებში იგი ხდება სპეციალური ერთუჯრედოვანი წარმონაქმნების საშუალებით, რომლებიც სპორებისაგან განსხვავებით გარედან (ეგზოგამურად) უშუალოდ ვეგეტაციურ სხეულზე იქმნებიან.

ერთუჯრედიან წყალმცენარეებსა და ბაქტერიებს ვეგეტაციური გამრავლება მარტივი თანმიმდევრობით ერთი უჯრედის ორად გაყოფიტ უტარდებათ. მრავალუჯრედიანებში ან კოლონიურ წყალმცენარეებში იგი შრეთა დანაწევრებით ხდება. განსაკუთრებით სხვადასხვაგვარია ვეგეტაციური გამრავლების ფორმბი სოკოებში, სადაც გამომუშავდა სოეციალიზებული ერთუჯრედოვანი წარმონაქმნები კონიდუბი, ოიდუბი, ქლამიდოსპორები და სხვა. რის შედეგადაც ზოგიერთი მათგანი შეიძლება განვიხილოთ როგორც გარდამავალი ფორმა ვეგეტაციურ გამრავლებასა და უსქესო გამრავლებას შორის.

ყოველი დიდი, ბუნებრივი ჯგუფი ხასიათდება ხშირად მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი ვეგეტაციური გამრავლების ფორმებით: ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები მრავლდებიან მრავალუჯრედიანი ჰორმოგონიებით, მღიერები სპეციალური წარმონაქმნებით-იზიდიებიტ და სორედიებიტ, სოკოები-კოპიდიუმით, ოიდიებით, ქლამიდოსპორებითა და სხვა. ღვიძლის ხავსები ნაჩეკი კვირტებით.

ყველაზე მრავალფეროვანი ფორმა ვეგეტაციური გამრავლებისა შეინიშნება უმაღლეს მცენარეებში. ფარულთესლოვანებში იგი ხორციელდება ვეგეტაციური ორგანოს ნაწილებით (ფესვი, ღერო, ფოთოლი), მაგრამ განსაკუთრებით ხშირად მათი მეტამორფოზებით. მოცემულ შემთხვევაში ვეგეტაციური გამრავლება ხშირად დაფუძნებულია მცენარის რეგენერაციის უნარზე.

რეგენერაციაში იგულისხმება დახარჯულის აღდგენა ან იმ ორგანოს აღდგენა, რომელიც აკლია ე.ი. მთელი მცენარის აღდგენა რომელიმე მისივე ნაილისაგან. ცალკეულ შემთხვევებში რომელიმე ორგამნოს უჯრედების ჯგუფსაც კი შეუძლია მთელ მცენარედ რეგენერაცია (რესტიტუცია). მცენარის რეგენერაციის უნარი უდევს საფუძვლად საძოვრებისა და სათიბების სამეურნეო მოხმარებას.

ვეგეტაციური გმრავლბა ფართოდაა გავრცელებული ბინებაში და გამოყენებული ადამიანის მიერ. ყვავილოვანებს, რომელსაც განეკუთვნება მრავალი სასოფლო-სამეურნეო კულტურა და აგრეთვე საკვები ბალახის ძირითადი მასა, ვეგეტაციური ორგანოების სპეციალური ორგანოები აქვთ, ასეთებია სტოლონები, გორგლები, ბოლქვები, ნაჩეკი და კვიტრტები.

ბუნებრივი ვეგეტაციური გამრავლების საფუძველზე ძირითადი ვეგეტაციური ორგანოების რეგენერაციის დიდი პოტენციური შესაძლებლობის გათვალისწინებით, სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში შემუშავებულია ხელოვნური ვეგეტაციური გამრავლების სხვადასხვაგვარი ხერხების მთელი სერია, ყველაზე ხშირად მიმართავენ შემდეგს:

1. გორგლიტ (კარტოფილი, ბატატი);
2. ფესურებით (ზამბახი);
3. ულვაშებით(მარწყვი);
4. ბოლქვებით (ხახვი);
5. ფესვის ნიჟარით(ალუბალი, ცირცელი).

მრავალი კულტივირტებული მცენარე მრავლდება კალმით, გადაწვენით და აგრეთვე მყნობით.

როგორც მთელი რიგი ავტორებისექსპერიმენტულმა კვლევამ გვიჩვენა (ე. სინოტი, ა. იასუფოვი და სხვა), მცენარეთა მრავალი ჯგუფის პოტენციალური შესაძლებლობანი ამოუწურავია. თურმე შესაძლებელია მთელი მცენარის დაფუძნება და რეგენირება ყვავილსაჯდომიდან, გვირგვინის ფურცლებიდან, მტვრიანადანაც კი. მცენარის რეგენირება მოხერხდა მსუქანას ფოთლისა ეპიდერმის მხოლოდ ერთი უჯრედისაგან. მცენარის დიდი მიდრეკილება რეგენერაციისადმი შესაძლოა აიხსნას ორი მიზეზით. ჯერ ერთი მაღალი მერისტემული აქტივობით; მეორე- მცენარის ავტონომური ორგანოების დაბალი დონით, ნაწილობრივ კი ნერვული სისტემის არქონებით. ეს დაკავშირებულია ცხოვრების ავტოტროფიულობითა და უძრაობით.

ვეგეტაციური გამრავლება მრავალ შემთხვევაში უზრუნველყოფს ფარულთესლოვანების მცენარეული საფარის სიმჭიდროვეს. ამი კარგი მაგალითია მარცვლოვანები და ისლი. მათი მრავალი წარმომადგენელი ხასიათდება ვეგეტაციური გამრავლების ძალზე მაღალი პოტენციით და ხშირად ველების, სტეპების და აგრეთვე ჭაობების მცენარეული საფარის საფუძველს წარმოადგენს. საყოველთაოდ ცნობილი, ასე ვთქვათ, გაბატონებული მარცვლოვანების გვერდით (ჭანგას სახეები, ვაციწვერა, წივანა, ლერწამი). ბალახეული საფარველის სტრუქტურაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს მრავალ ორლებნიან ბალახს, ბუჩქეულსა და ბუჩქბალახებს, რომლებსაც ვეგეტაციური გამრავლების დიდი ენერგია გააჩნიათ.

ჩვენი ფოთლოვანი ტყეების ფიტოცენოზებში ასეთს წარმოადგენს წიწვიან ტყეებში-წითელი მოცვი, მოცვი და სხვა.. კალამი მშობლიური მცენარიდან მოჭრილი ღეროს მონაკვეთია ფოთლისა და კვირტებით, ფესვით ან ფოთლით.

ამრიგად, კალამი შეიძლება იყოს ყორტისა (ღეროსი) ფესვისა და ფოთლის.

**ღეროს კალამი-** გამოიყენება ვაზის გასამრავლებლად საჭიროა ზამთრის ღეროს უფოთლო კალმები 1-3 წლისა და 20-30 სმ. სიგრძისა.

გაზაფხულის (მწვანე) კალმებს ყოველთვის როდი აქვთ განსაზღვრლი სიგრძე: 203-იდან 6-8 სმ-მდე და მეტიც. მაგრამ ისინი, როგორც წესი ერთი მუხლთაშორისისა და ორი მუხლისაგან შედგებიან (მათგან ზედა 1-2 ფოთლს ირებს); მათ ჭრიან მიმდინარე წლის შეფოთლილ ყლორტებზე.

კალმით გამრავლებისას აუცილებელია პოლარულობის კანონის გათვალისწინება. ყოველ კალამს ორი პოლუსი გააჩნია: ბაზალური-მორფოლოგიურად ქვედა ბოლო, რომელიც ხელსაყრელ პირობებში იძლევა დამატებით ფესვებს და ტერმინალური-გაშლილი ყლორტების მომცემი მორფოლოგიურად ზედა ბოლო. კალამი რომ წვეროთი ფესვში ჩაუშვათ, ეს თვისება მაინც შენარჩუნებული იქნება.

**ფოთლის კალამი.** ფოთლის კალმებიტ გამრავლებას ფოთლის ფირფიტა და კალამი დიდი თეორიული მნიშვნელობა აქვს. ფოთოლს შეუძლია წარმოქმნას ორი ორგანო. დამატებითი ფესვები და ყლორტი. ბეგონიას დამატებითი ფესვები უმეტესად ფოთლის მორფოლოგიურად ქვედა მხარეს უჩნდება - მსხვილი ძარღვების დატოტვის ადგილებში; კვირტები, ხოლო შემდგომ კი ყლორტები, ფოთლის ზედა მხარეს ჩნდება. მცენარეთა სახეების მხოლოდ მცირე რაოდენობა გამრავლდება ფოთლის კალმებით. შროშანები, ბეგონიები, გლოკსინია და სხვა. თუმცა მცენარეთა უმეტესი სახეების ფოთლებს, ზრდის სტიმულატორის გამოყენების შემდგომაც არ შეუძლიათ წარმოქმნან მთელი მცენარე. იაპონურ კალამს, კალმები მხოლოდ დამატებით ფესვებში უვითარდებათ. მცენარეთა მრავალი სახის ფოთლები დამატებით ყლორტებს არ იძლევიან.

**ფესვის კალმებით-** ამრავლებენ მცენარეთა იმ სახეებს, რომელთა ფესვებს გააჩნიათ დამატებითი კვირტები. ამ ხერხით პრაქტიკაში საკმაოდ ხშირად ამრავლებენ ჟოლოს, ალუბალს, ქლიავს, ვერხვთა სახეებს-ფითრს, ვერხვს და აგრეთვე მრავალ დეკორატიულ მცენარეს, ფლოქსოებსა და სხვა.

ფესვის კალმებს ამზადებენ შმოდგომით, იშვიათად გაზაფხულზე. მათ ჭრიან მცენარის გვერდითი ფესვებიდან, რომელთა ასაკი არ აჭარბებს 2-3 წელიწადს. კალმის ზომა 10-15 სმ. სიგრძისა და 0,6-1,5 სმ. დიამეტრისაა. მას ჩაგრავენ ნიადაგში 2-3 სმ-ზე და ვერტიკალურად ასობენ ოდნავ დახრილი კუთხით, პოლარულობის კანონის გათვალისწინებით.

**მყნობით გამრავლება-** მყნობა, ანუ ტრანსპლანტაცია, როგორც ვეგეტაციური გამრავლების ხერხი დიდი ხანია ცნობილია. მყნობის არსი წარმოადგენს ერთი მცენარის მოჭრილი კვირტების ან კალმების მეორესთან-გასამრავლებელთან, დაფესვიანებულთან შეზრდაში. ამ შემთხვევაში (მის კალამს ან კვირტს) ს ა ნ ა მ ყ ე ნ ე ს უწოდებენ, ხოლო მცენარეს, რომელზედაც ამყნიან ე.ი. დამოკლებულ მცენარეს-ს ა ძ ი რ ე ს.

ტრანსპლატაციით გამრავლება განსაკუთრებით ფართოდაა გავრცელებული მებაღეობაში, თუმცა დამყნობა ყველა მცენარისა შეიძლება, მათ შორის უდაბლესი მცენარეებიც. მებაღეები მყნობის გამოყენებით აღწევენ სხვადასხვა მიზანს. მაგალითად, გასამრავლებელ მცენარეს უვითარებენ ყინვაგამძლე ფესვებს, ზოგიერთი ხე და ბუჩქი თესლს არ იძლეა. მათ რიცხვს განეკუთვნება ვაზი, ლიმონი და სხვა. ზოგიერთი ჯიში. მათი გამრავკება მხოლოდ ვეგეტაციური გზითაა (მათ შორის ტრანსპლატაციის) შესაძლებელი.

ცნობილია მყნობის დაახლოებით 100 სხვადასხვაგვარი ხერხი, მაგრამ მათი დაყვანა შესაძლებელია პრინციპულად ერთმანეთისაგან განსხვავებულ სამ ხერხზე:

1.დ ა ა ხ ლ ო ე ბ ა ანუ აბლაკტირება მყნობის ეს ხერხი სხვებისაგან იმით განსხვავდება, რომ სანამყენე არ გამოირჩევა დედა მცენარის საძირესთან მთლიანად შეზრდამდე;

2.კ ო პ უ ლ ი რ ე ბ ა ანუ კალმით მყნობა- ეს ხერხი უამრავ ვარიანტს მოიცავს და სხვადასხვაგვარი მიზნით გამოიყენება, მაგრამ უმთავრესად ხილის ძვირფასი ჯიშების გასამრავლებად მიმართავენ.

ხეებსა და ბუჩქებს ხშირად არ ემთხვევათ სანამყენეს კალამი და ღეროს საძირეს დიამტერები. ასეთ შემთხვევაში მყნობას ადარებენ ქერქის ქვეშ გაპობით, მიდებით ან სხვა ხერხებით.

3.ო კ უ ლ ი რ ე ბ ა ანუ კვირტით (თვალით) მყნობა.- სანამყენედ გამოიყენება კვირტი ან თვალი, რომელიც გამოყოფილია გასამრავლებელი მცენარეების ყლორტის შუა ნაწილიდან. ჩვეულებრივ ოკულირებას ზაფხულში მიმართავენ.

მყნობის წარმატება, შეზრდის სისწრაფე და საიმედოობა დამოკიდებულია სხვადასხვა პირობებზე: მყნობის დროზე, ტექნიკაზე (ხელოვნებაზე, სახელდობრ კვირტით მყნობელზე), პოლარულობის პრინციპის დაცვაზე და სხვა. პრაქტიკით დადასტურებულია, რომ უფრო სწრაფი და მჭიდრო შეზრდა იმ შემთხვევებში ხდება, როდესაც ყლორტის სხვადასხვა პოლუსიდან აღებულ კომპონენტებს შეზრდიან: საძირესა და აპიკალურ პოლისს და შუა ბაზალურ პოლუსსა და სანამყენეს.

ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი პირობათაგანია-მყნობის კომპონენტების ნათესაური დამოკიდებულება. ყველაზე კარგად ის კომპონენტები ხორციელდებიან, რომლებიც ერთ სახეს ან ერთ გვართან ახლოს მდგომ მცენარეს მიეკუთვნება სხვადასხვა გვარის კომპონენტთა შეზრდა, უფრო ძნელია მაგალითად ალუბალი ძნელად დასამყნობია გარგარზე თუმცა ორივე გვარი ერთსა და იმავე ვარდისნაირთა ოჯახს და ქლიავისნაირთა ერთ ქვეოჯახს განეკუთვნება. უფრო მეტიც, ყვითელი ვარდი-ასკილი ძნმელად და არამტკიცედ ეზრდება წითელი ან თეთრ ვარდს (სექცია და სხვა).

მაგრამ ცალკეულ შემთხვევებში იმ კომპონენტთა მყნობაც შესაძლებელია, რომლებიც განეკუთვნებიან არა მარტო სხვადასხვა გვარს, ცნობილია მაგალითად, ავშანის(ასტერისნაირთა ოჯახი) პომიდორზე დამყნობა (ძაღლყურძენასებრთა ოჯახი) და მრავალი სხვა შემთხვევა ბალახეული კომპონენტების ოჯახთაშორის მყნობისა. განსაკუთრებულ ინტერესს წრმოადგენს გამერქნებული კომპონენტების ოჯახთაშორის მყნობა-ლიმონის და მსხლისა.

სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკაში ტრანსპლანტაციის მნიშვნელობა ძალზე დიდია. როდესაც ფილოქსერა გავრცელდა კულტურული ვაზის ფესვებზე და დაღუპვას უქადდა ვენახებს, მავნებლებთან ბრძოლაში გადამწყვეტი როლი შეასრულა მყნობამ- ევროპული ჯიშებისა ამერიკულ ველურ საძირესთან, რომლებიც ფილოქსერასადმი გამძლე აღმოჩნდნენ.

**5.2. საკუთვრივ უსქესო გამრავლება**

საკუთვრივ უსქესო გამრავლება ხორციელდება სპეციალური ნაყრით (კვირტი) (უჯრედებით)-ზოოსპორებით ან სპორებით. ესენი აუცილებლად უსქესო უჯრედებია, სპორები ჩნდებიან უსქესოდ გამრავლების ორგანოებში ანუ სპორანგიუმებში. სპორების კლასიფიკაცია მათი წარმოშობისა და დანიშნულების საფუძველზე უნდა შეიქმნას. ტიპურ შემთხვევაში სპორები, როგორც უსქესო გამრავლების ნაყრები (კვირტები) მიტოზური დაყოფის საფუძველზე წარმოიქმნებიან. ამოზრდის შემდგომ მათ შეუძლიათ უშუალოდ წარმოშვან დედისეულის მსგავსი ახალი ინდივიდები. სქესობრივი გამრავების დოს სპორები მეიოზის შედეგად ჩნდებიან.

ორივე შემთხვევაში გამრავლებაში მონაწილეობს მხოლოდ ერთი დედისეული ინდივიდი. წყალმცენარეების უმეტესობას სპორებზე აქვთ მოძრაობის ორგანოები-შოლტები (ზოოსპორები). მრავალ წითელ წყალმცენარეს და ზოგიერთ მწვანესაც სპორები სპორანგიუმებში როდი უვითარდებათ, არამედ ისინი უშუალოდ ზიგოტიდან წარმოიქმნებიან. ასეთი სპორები სქესობრივი პროცესის პროდუქტებს წარმოადგენენ. ბუნებრივია, რომ არ შეიძლება ისინი ვეგეტაციური გამრავლების ნაყრებად (კვირტებად) მივიღოთ. მოცემულ შემთხვევაში სპოროგენეზი-სქესობრივი გამრავლების ფაზაა.

სპორების განსაკუთრებული ტიპი გააჩნიათ თესლოვან მცენარეებს, სადაც სპორას„დაკარგული აქვს გამრავლებისა და გავრცელების ფუნქცია. თესლოვან მცენარეებში ამ როლს თესლი ასრულებს.

**5.3. სქესობრივი გამრავლება და მომრავლება**

სქესობრივი გამრავლების არსი მცენარის მიერ სპეციალურად უჯრედების-გამეტების ჩამოყალიბებაში და წყვილ-წყვილად შერწყმაში (კოპულაცია) მდგომარეობს, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ზიგოტა. ზიგოტისაგან კი იქმნება ახალი ორგანიზმი.

სქესობრივი აქტის განმსაზღვრელი ყველაზე არსებითი მომენტი სასქესო უჯრედია, რომლის ბირთვი მონოპლოიდურ (გიპლოიდურ) ე.ი. ქრომოსომათა ცვლა რიცხვს მოიცავს. დედისეული მცენარე გამეტებს აპროდუცირებს თავისი ინდივიდუალური განვითარების, მხოლოდ განსაზღვრულ ეტაპებზე. მაკოპულირებელი გამეტები ერთმანეთისაგან გამოირჩევა როგორც სიდიდით, ისე ფიზიოლოგიურად ე.ი. სქესითა და მემკვიდრეობითობით.

მამრობითი და მდედრობითი გამეტები ხშირად წარმოქმნიან სხვადასხვა ინდივიდებს; ამიტომ გამეტების სერწყმის შედეგად ქალიშვილისეული ორგანიზმი ორ მემკვიდრეობას ღებულობს-დედისეულსა და მამისეულს. აი რატომაა, რომ სქესობრიბვი მომრავლებიდან შთამომავლობა იღებს უფრო მდიდრულ და უფრო სხვადასხვაგვარ მემკვიდრულ მასალას. მაშასადამე სქესობრივი გამრავლება არ უნდა განვიხილოთ როგორც მხოლოდ ინდივიდთა რიცხვითი გადიდება.

როგორც კ. ტიმირიაზევი ამტკიცებდა, სქესობრივი პროცენტიდან შთამომავლობა „წარმოადგენს ორი ორგანიზმის მემკვიდრეობას, მაგრამ ვინაიდან იგივე ეორდება ყოველ თაობაში, ამიტომ ყოველი ახალი ორგანიზმი გვევლინება ყველა მისი წინაპრის მემკვიდრეობად“.

სქესობრივი პროცესის შედეგად წარმოიქმნებიან ინდივიდები (ან ინდივიდი) ოდნავ შეცვლილი, მაგრამ მშობლების კომპონენტებზე ყფრო მდიდარი მემკვიდრული შესაძლებლობების მქონე ინდივიდები. კომპონენტურად მათ შეუძლიათ ჰქონდეთ მაგალითად, უფრო ფართო შესაძლებლობანი. ახალ ადგილსამყოფელთან შეგუებისა ე.ი. განსახლებისა (სახის ექსპანსია).

სქესობრივი გარავლება წარმოიშვა ისტორიული განვითარების ძალზე ადრეულ ეტაპებზე, მაგრამ ზოგიერთ თანამედროვე, მაგრამ დაბალგანვითარებულ მცენარეთა პრიმიტიული ჯგუფებისათვის სქესობრივი პროცესი უცნობია.ამასთან ეჭვგარეშეა, რომ ზოგიერთ ბუნებრივ ჯგუფს (ლურჯმწვანე წყალმცენარეები და ბაქტერიათა უმეტესობა) არასდროს არ გააჩნდა სქესობრივი გამრავლების უნარი. სხვებმა კი მაგალითად ზოგიერთმა სოკომ, სავარაუდოა, რომ დაკარგა იგი. სქესობრივი პროცესის დაკარგვის ფაქტები ცნობიია ზოგიერთ მაღალგანვითარებულ უმაღლეს მცენარეებში-ფარულთესლოვანებში.

ამჟამად მეცნიერებას ჯერ კიდევ არა აქვს საკმაო მონაცემები მცენარეებში სქესობრივი პროცესის განვითარების გზის სრული სურათის აღდგენისა. მაგრამ დადგენილია, რომ მცენარეთა სხვადასხვა ბუნებრივ ჯგუფს, რომლებიც ისტორიული განვითარების სხვადასხვა დონეზეა, სქესობრივი პროცესი გამოხატული აქვს ზოგჯერ პრიმიტიულ, ზოგჯერ კი მაღალგანვითარებული ფორმით, მაშასადამე უეჭველია, რომ სქესობრივი პროცესიც განვითარებას განიცდიდა.

სქესობრივი პროცესის ევოლუცია უდაბლეს მცენარეებშიც, მაგალიტად წყალმცენარეებშიც შეინოსნება. ევოლუციის დონის მაჩვენებელს გამეტების სპეციალიზაცის წარმოადგენს. სქესობრივი პროცესის ყველაზე პრიმიტიულ ფორმად თვიან იზოგამიას, როდესაც ზიგოტაში შეერთებული გამეტები ერთმანეთისაგან არ განსხვავდებიან არც ფორმით და არც ზომით.

უფრო მაღალი დონეა -ჰეტეროგამია, როდესაც მდედრობითი გამეტა უფრო დიდია, ვიდრე მამრობითი და ნაკლებად მოძრავია. სქესობრივი პროცესის უმაღლეს დონედ ითვლება ოოგამია, როდესაც მდედრობითი გამეტა ძალზე დიდია, ბირთვისებური და უმოძრაოა, მამრობითს კი გააჩნია შოლტები, საკმაოდ ექსპრესიულია (მოძრავია) და ზომითაც ნაკლებია-მდედრობითისაზე. ოოგამური სქესობრივი პროცესი გვხვდება მცენარეთა სამყაროს ნებისმიერ დონეზე, ფარულთესლოვანთა ჩათვლით.

ასევე დადგენილია, რომ სქესობრივი მომრავლება თავისთავად როდი ვითარდებოდა-უსქესო გამრავლებისაგან იზოლირებულად და მასთან ურთიერთკავშირში. უდაბლეს მცენარეებში, რომლებშიც პირველად გაჩნდა სქესობრივი პროცესი, მკაფიოდაა გამოხატული გამრავლების ხერხების რიტმულობა. ერთი ან რამოდენიმე უსქესო გამრავლება ეხამება სქესობრივ მომრავლებას. მცენარეთა ყოველი ბუნებრივი ჯგუფი ხასიათდება თავისი რიტმით, თავისი უსქესო გამრავლების აქტების მონაცვლეობის კანონზომიერებებით.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ გამრავლების კონსტრასტულად გამოხატულ ძირითად ფორმებს-უსქესოსა და სქესობრივს შორის არსებობს გარდამავალი ფორმებიც. ასეთებია მაგალითად პ არ თ ე ნ ო გ ე ნ ე ზ ი ს ი. პართენოგენეზისის შემთხვევაში ჩანასახი ვითარდება არა ზიგოტისაგან (მდედრობითიდა მამრობითი გამეტების შერწყმის პროდუქტისაგან), არამედ მხოლოდ მდედრობითი გამეტის კვერცხუჯრედისაგან. ამიტომ პართენოგენეზი უნდა განვიხილოთ, როგორც უსქესო გამრავლებისაკენ მობრუნება.

სქესობრივი პროცესის ფორმათა მრავალგავრობას ორ ჯგუფად ჰყოფენ: გ ა მ ე ტ ო გ ა მ ი ა და ა გ ა მ ე ტ ო გ ა მ ი ა. პირველი მათგანი აერთიანებს სქესობრივი პროცესის მრავალ ფორმას, როდესაც მამრობით და მდედრობით ჩანასახებს-გამეტებს ეს არა მარტო ტიპური, არამედ სქესობრივი პროცესის უნივერსალური ფორმაა წყალმცენარეებიდან დაწყებული ფარულთესლოვანი მცენარეების ჩათვილით. მაღალგანვითარებულ თესლოვან მცენარეებში მიწისზედა პირობებთან შეგუებასთან დაკავშირებით მამრობითი გამეტა კარგავს მოძრაობის უნარს. მხოლოდ შედარებით პრიმიტიულ თესლოვანებშია (როგორიცაა საგოვანები და გინგკო)შენარჩუნებული სპერმატოზოიდები და მათი კვერცხუჯრედებამდე მიტანა წყლის საშუალებით ხდება.

სქესობრივი პროცესის ფორმათა მეორე ჯგუფი-აგამეტოგამია ხორციელდება მონოპლოიდური სომატური უჯრედებით და არა გამეტებით. აგამეტოგამია შედარებით იშვიათად უდაბლეს მცენარეებში, წყალმცენარეებსა და სოკოებში. აგამეტოგამიის ძირითადი ფორმები ორია: ხ ო ლ ო გ ა მ ი ა და კ ო ნ ი უ გ ა ც ი ა. ხოლოგამია (ბერძ. სიტყვიდან ”ხოლოს”-მთელი, მთლიანი) ტიპური სახით წარმოდგენილია ერთუჯრედიან მწვანე წყალმცენარეებში კლასტერიუმში,

ხოლოგამია გამოიხატება ორი ინდივიდის პროტოპლასტების შერწყმაში. აღსანიშნავია, რომ ხოლოგამია კი არ ზრდის ინდივიდთა რიცხვს, არამედ ამცირებს. სქესობრივი პროცესის ასეთი ფორმა სამართლიანად იწოდება არა გამრავლებად, არამედ მომრავლებად. კიბისებური კონიუგაციის ფორმის კონიუგაცია ფართოდაა წარმოდგენილი მწვანე წყალმცენარეებში-სპიროგირებში.

ავტოგამიის სხვადასხვაგვარი ფორმა კი გვხვდება სოკოებში.

**5.4. ონტოგენეზის საერთო კანონზომიერებანი, სიცოცხლის ციკლი**

**ონტოგენეზის საერთო კანონზომიერებანი.** მცენარის ყოველი ინდივიდის სიცოცხლე, ისევე როგორც ცხოველისა ხასიათდება განვითარების ინდივიდუალური ციკლურობით, რომელშიც არჩევენ სიცოცხლის ციკლს ან ონტოგენეზის და განვითარების ციკლს.

ონტოგენეზის გაიგივება განვითარების ციკლთან ყოველთვის როდი შეიძლება. ციტოგენეზში იგულისხმება ინდივიდის განვითარების ზიგოტის წარმოქმნიდან ბუნებრივ სიკვდილამდე. უმაღლეს მცენარეთა ორგანიზმში განარჩევენ 4 პერიოდს:

1. ზიგოტიდან ჩანასახის განვითარებამდე-ემბრიონალური პერიოდი;
2. ჩანასახიდან სქესობრივი სიმწიფის დადგომამდე (გამეტების ჩამოყალიბების უნარი)-ჭაბუკობის პერიოდი;
3. ზრდასრული მდგომარეობა-მატურული პერიოდი;
4. სიბერე და ბუნებრივი სიკვდილი-სენილური პერიოდი.

მ.ხ. ჩაილხინი ონტოგენეზის 5 ეტაპს განარჩევს:

1. ემბრიულს ( თესლისა ან კვირტისა);
2. იუვენილურს ანუ ახალგაზრდობის;
3. სიმწიფის (სქესობრივი ან ვეგეტაციური);
4. გამრავლების (სქესობრივი ან ვეგეტაციური);
5. სიბერის.

განვითარების ციკლს უფრო ფართოდ და ოდნავ სხვაგვარ პლანში განიხილავენ. ონტოგენეზს ხშირად აგრეთვე წლიური მცირე ციკლებისაგან განსხვავებით დიდ ციკლსაც უწოდებენ. სასიცოცხლო ციკლის განხილვა, როგორც ონტოგენეზისა, აუცილებელი არაა ზიგოტიდან, არამედ უნდა განვიხილოთ თესლიდან თესლამდე, სპორიდა სპორამდე.

ამრიგად, ნებისმიერი ინდივიდის ინდივიდუალურ განვითარებაში განარჩევენ განვითარების ცალკეულ ფაზებს, როგორც ვეგეტაციური ორგანოებისა (მაგ. ფესვის, ღეროსა და ფოთლის, ყლორტის) ასევე რეპროდუქციულსაც (მაგ. ყვავილისას, თესლის).

ყოველი ბუნებრივი ჯგუფისათვის დამახასიათებელია ორგანოთაჩასახვისა და განვითარების თანმიმდევრულობის საკუთარი კანონზომიერება ორგანოგენეზი. მცენარეთა სხვადასხვა ბუნებრივ ჯგუფთა ინდივიდუალურ სასიცოცხლო ციკლში ასევე შეინიშნება თანმიმდევრულობა და ურთიერთკავშირი უსქესო და სქესობრივი გამრავლებათა შორის. ეს საერთო კანონზომიერება მცენარეთა სხვადასხვა ბუნებრივ ჯგუფებში სხვადასხვაგვარადაა გამოხატული.

ვოლვოქსის უჯრედთა ჯგუფებში ინდივიდები, მხოლოდ გამეტებს წარმოქმნიან, უჯრედთა სხვა ჯგუფებში-პართენოგონიდიუმები ემსახურებიან უსქესო გამრავლებას. ხშრად აღინიშნება ერთი შეხედვით თითქოს პარადოქსალური მოვლენა, როდესაც ერთი სახის ინდივიდები მრავლდებიან, მხოლოდ უსქესო გზით (წარმოქმნიან სპორებს), ხოლო დანარჩენი სქესობრივი. მაგრამ ფუნქციათა ასეთი დაყოფა წარმოიშვა საკმაოდ მაღალ ორგანიზებულ წყალმცენარეებში. უფრო პრიმიტიულ ფორმებში ერთი ინდივიდი წარმოშობდა სპორებსაც და გამეტებსაც. ასეთი პრიმიტიულობის ფენომენს წარმოადგენს ზოგიერთი მწვანე წყალმცენარე (ნაწილობრივ ულოტრიკსისის გვარის სახეებში).

თავდაპირველად კი ე.ი. წინაბირთვულებსა (ბაქტერიები) და ზოგიერთ ბირთვულებში (სოკოები და წყალმცენარეები) აღნიშნულია, მხოლოდ უსქესო გამრავლება.

**სიცოცხლის ციკლი.** სიცოცხლის ციკლის მიმდინარეობის შესასწავლად (ონტოგენეზის) მას ორ მონაკვეთად ან განვითარების ორ ფაზად ჰყოფენ: მონოპლოიდურად (ჰაპლოიდური) და დიპლოიდურად.

განვითარების ფაზების ცვლის ანალიზის საფუძველზე ახსნილია საერთო მნიშვნელობის კანონზომიერება. ინდივიდებს, რომლებიც წარმოქმნიან სპორებს ან ზოოსპორებს და მათ სათავსებს-სპორანგიუმებს, ს პ ო პ ო ფ ი ტ ი ეწოდებათ.სპოროფიტის ვეგეტაციური სხეულის უჯრედები, როგორც წესი, შცავენ ქრომოსომათა ორმაგ ნაკრებს, მაგრამ სპორების წარმოქმნისას ხდება რედუქციული გაყოფა, ასე რომ სპორები ყოველთვის მონოპლოდიურებია, შეიცავენ ქრომოსომათა მხოლოდ ერთმაგ ნაკრებს. მოცემულ შემთხვევაში ლაპარაკია სქესობრივი გამრალების სპორებზე. უსქესო გამრავლების სპორებისაგან განსხვავებით, მათ არ შეუძლიათ უშუალოდ წარმოქმნან დედისეული ინდივიდი-სპოროფიტი.

სქესობრივი გამრავლების სპორიდან ჩნდება გამეტოფიტი, რომელზედაც წარმოიქმნება არა სპორებიანი სპორანგიუმი, არამედ სქესობრივი გამრავლების ორგანოები, რომლებიც პროდუქცირებენ სქესობრივ უჯრედებს - გამეტებს. გამეტოფიტის ყველა უჯრედი, მათ შორის გამეტებიც, მონოპლოიდურია.

სქესობრივი პროცესის შედეგად (გამეტების კოპულაცია) წარმოიქმნება ზიგოტა (ქრომოსომათა 2n), ხოლო ზიგოტიდან იქმნება ინდივიდი, რომელიც სქესობრივი გამრავლების სპორებს- სპოროფიტებს (2n ქრომოსომათა) ამ შემთხვევაში მოყვანილია საკმაოდ უნივერსალური საერთო ტიპური სქემა, მაგრამ მას ახასიათებს სხვადასხვა მნიშვნელობის გადახრების მთელი სერიები.

იმ შემთხვევაში, როდესაც მომრავლება ხორციელდება მხოლოდ სქესობრივი გზით, რედუქციურ გაყოფას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ან გამეტების წარმოქმნის წინ (მაგ. ფუკუსის გვარი მურა წყალმცენარეების წარმომადგენელი), ან ზიგოტის პირველი გაყოფის თანავე (სპიროგირის გვარი მწვანე წყალმცენარეებიდან).

მრავალ მწვანე წყალმცენარე, ისევე, როგორც სიროგირს განვითარების გზების ცვლა არა აქვს გამოხატული-არ ჩანს გამეტოფაზების და სპოროფაზის განცალკავებული ინდივიდები. ამ შემთხვევებში თითქმის სავსებიტ გამოვარდება სპოროფაზა (დიპლოიდი) და სპორები უშუალოდ ზიგოტიდან ვითარდებიან. სპორების რედუცირებისათვის მომზადების მთელი პროცესი ზიგოტაში ხდება. მეორეს მხრივ, იმავე მწვანე წყალმცენარეებში (მაგ. კლადოფორას გვარი და სხვა) შეინიშნება განვითარების ფაზების კანონზომიერი ცვლა. ტალომები და გამეტოფიტები განცალკავებულია, ვინაიდან წარმოდგენილნი არიან სხვადასხვა ინდივიდებით, რომლებიც გარეგნულად არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

მორფოლოგიური სხვადასხვაგვარობა და სპოროფაზისა და გამეტოფაზის სიჭარბე ინდივიდუალური განვითარების საერთო ციკლში კარგი მაჩვენებელია შესასწავლი მცენარეების ჯგუფის ისტორიული განვითარების საერთო დონისა. ეს კანონზომიერება ჩამოყალიბებული იყო ფუძემდებლური შრომების შედეგად განვითარების ფაზათა მონაცვლეობის (მორიგეობის) სხვადასხვაგვარი მასალისა და მათი შედარებით პლანში შესწავლის შედეგად. განვითარების ფაზების მორიგეობის შესწავლის საფუძველზე დადგინდა კერძოდ, რომ უმაღლეს სპოროვან და ახლანდელი ყვავილოვან მცენარეთა შორის არა არის დიდი სხვაობა როგორც ეს წინათ ეგონათ.

დადგენილია საერთო კანონზომიერება: სპოროფიტების (სპოროფაზა) ევოლუციის პროცესში სპოროფაზა სულ უფრო მეტ განვითარებასა და დამოუკიდებლობას იძენს, გამეტოფაზა კი პირიქით, სულ უფრო რედუცირდება, სავსებით კარგავს თავის დამოუკიდებლობას და მთლიანად ემორჩილება სპოროფიტს, რაც შეინიშნება კიდეც უფრო მაღალგანვითარებულ მცენარეებში (შიშველთესლოვანებში, ფარულთესლოვანებში).

სპოროფაზისა და გამეტოფაზის ყველა სხვადასხვაგვარობა მცენარეთა სამყაროში დეტალურად ჯერ კიდევ არაა შესწავლილი. მცენარეთა ყველა ბუნებრივი ჯგუფის ფართო მასალაზე დაყრდნობით. მხოლოდ წყალმცენარეებს განვითარების 6 სხვადასხვა ტიპი გააჩნია; მათ შორის ყველაზე კონტრასტულია:

1. გ ა პ ლ ო ფ ა ზ უ რ ი. მისი დამახასიათებელი თვისებებია:

ა) ყველა ინდივიდი წარმოქმნის სპორებსა და გამეტებს;

ბ) მეიოზი ხდება ზიგოტის გაღივებისას. მაშასადამე სპოროფაზისა და გამეტოფაზის მონაცვლეობა აქ არ ხდება. მტელი სიცოცხლის ციკლი ხორციელდება გიპლოიდურ მდგომარეობაში. მაჰგალითები: ულოტრიკსი და ზოგიერთი მწვანე წყალმცენარე.

1. ი ზ ო მ ო რ ფ უ ლ ი. მისი დამახასიათებელი თვისებები იმაში მდგომარეობს, რომ სახის ყველა ინდივიდიუმი გარეგნულად და მიკროსკოპული სტრუქტურებითაც ერთნაირები არიან. თუმცა ისინი წარმოშობით პრინციპულად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ზოგი ინდივიდი ვითარდება ზიგოტიდა და აყალიბებენ სპორებს ე.ი. სპოროფოტებს წარმოადგენენ. მეორენი კი სპორებისაგან ვითარდებიან და გამეტებს აყალიბებენ. ე.ი. გამეტოფიტებს წარმოადგენენ. მაგალითები: დიქტიოტის გვარი, გვარი ულვა და ზოგიერთი სხვა მწვანე წყალმცენარე.
2. ჰ ე ტ ე რ ო მ ო რ ფ უ ლ ი. მასში კარგადაა გამოხატული სპოროფაზისა და გამეტოფაზის მორიგეობა. სპოროფაზა წარმოდგენილია 15 მმ სიგრძის პატარა შრით, გამეტოფაზა წარმოდგენილია 20 სმ. სიგრძის მსხვილი ცალსქესიანი ინდივიდებით. მაგალითები:კუტლერიას გვარის სახეები-(მურა წყალმცენარეები).
3. დ ი პ ლ ო ფ ა ზ უ რ ი. იგი ხასიათდება, მხოლოდ კლასობრივი სქესობრივი გამრავლების არსებობით,. შესაბამისად ფაზათა მორიგეობა (მონაცვლეობა) არაა. ყველა ინდივიდი დიპლოიდურია, ვინაიდან მეიოზი ხორციელდება მხოლოდ გამეტების ჩამოყალიბებისას. მაგალითები: ფუკუსის გვარის სახეები (მურა წყალმცენარები).

უმაღლესი მცენარეების სხვადასხვა სისტემურ ჯგუფს, ისევე როგორც წყალმცენარეებს, სიცოცხლის ციკლის თავისებური ტიპი ჩამოუყალიბდათ. სპოროფაზისა და გამეტოფაზის მორიგეობა აქ ყოველთვის ხორციელდება, მაგარმ წყალმცენარეებისაგან განსხვავებით არასოდეს არა არის იზომორფული ცვლა ფაზებისა.

სქესობრივი პროცესის ევოლუციის საერთო კანონზომიერებად შეიძლება აღინიშნოს გამეტოფაზის პროგრესული რედუქვია. ამან მიგვიყვანა გამრავლებისა და გავრცელების ახალი ჩანასახების თესლისა და ნაყოფის შექმნასთან. უმაღლეს მცენარეებში ყველაზე პრიმიტიული განვითარების ციკლი ხავსებს ახასიათებს. მხოლოდ აქ და სხვაგან არსად უმაღლესებში შეიძლება შევნიშნოთ სავსებით დამოუკიდებელი და კარგად განვითარებული მეტამორფოზა, თანაც გვხვდება, როგორც ორსქესიანი ისე ცალსქესიანი გამეტოფიტები. სპოროფიტები ხავსებში მთლიანად დამოკიდებულია გამეტოფიტზე. სიცოცხლის ციკლის ასეთივე ტიპი შეინიშნება ზოგიერთ მურა წყალმცენარეებში. მაგალითად, ფილოფორას გვარის სახეებში.

თანაბარსპოროვან ლიკოპოდიუმებს - შვიტებსა და გვიმრებს განვითარების უნივერსალური ციკლი გააჩნიათ. დამოუკიდებლად მცხოვრები სპოროფაზებისა და გამეტოფაზების აუცილებელი მორიგეობით (მონაცვლეობით).

ვეგეტაციური სხეულის (სომის) დიფერენციაციის ხარისხით და სიცოცხლის ხანგძლივობით აშკარად ჭარბობს სპოროფაზა. გამეტოფაზა წარმოდგენილია შრისაგან (ქსოვილზე არა დიფერენცირებული). სპორები წარმოადგენენ სახის ინდივიდის რიცხვის გაზრდისა და მისი გავრცელების ჩანასახებს, სქესობრივი პროცესი და გამეტოფაზა ემსახურება მხოლოდ სპოროფაზის მომრავლებას. საჭიროა აღინიშნოს, ამასთან, რომ სპოროფაზები აქაც თუმცა ხანმოკლედ, მაგრამ მაინც დამოუკიდებელია გამეტოფაზაზე. ჭეშმარიტად, განვითარების ადრეულ ეტაპებზე (დაფესვიანებამდე) სპოროფიტის ჩანასახი ვითარდება გამეტოფიტის ხარჯზე., მხოლოდ სპოროფიტი შედარებით მაღალორგანიზებულ უმაღლეს ფარულთესლოვნებში სავსებით დამოუკიდებელია.

სიცოცხლის ციკლის ძირითადი თავისებურების მაჩვენებელია მდედრობითი წინაზარდი (გამეტოფიტი) განვითარებულია მეგასპორის კამერის საზღვრებში. ამიტომ იგი ნიადაგში არ ფესვიანდება. სპოროფიტის ჩანასახი იჩეკება გამეტოფიტის სხეულში და ვითარდება ” მის ხარჯზე”. ასეთი წარმონაქმნი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც თესლის პროტოტიპი. გამრავლების ჩანასახს აქ ასევე წარმოადგენს სპორა (მეგასპპორა).

სქესობრივი პროცესი ასრულებს, მხოლოდ სპოროფიტის მომრავლების ფუნქციას. რამდენიმე მსგავსი სიცოცხლის ციკლი წყალმცენარეებს არ გააჩნიატ. ეს ორიგინალური სასიცპოცხლო ციკლი, ისევე როგორც მომდევნო ორი, მიწისზედა მცენარეების ევოლუციის მსვლელობისას გაჩნდა.

შიშველთესლოვან მცენარეებში სასიცოცხლო ციკლი საერთო გეგმით მიმდინარეობს მსგავსად, მაგრამ მაინც მრავალი სპეციფიკური თვისებები გააჩნია. ეს თვისებები ვლინდება, როგორც თესლკვირტის აგებულებაში, ისე მის თესლად გარდაქმნაში. უმაღლეს მცენარეთა წინა უჯრედებისაგან განსხვავებით თესლოვანებსი მეგასპორამ მთლიანად დაკარგა გამრავლებისა და გავრცელების ჩანასახის ფუნქცია.

მამრობითი გამეტოფიტი (მტვერი) წყლის არსებობის დროს ახალ დანიშნულებას იძენს-განსაკუთრებული სამარჯვების საშუალებით (სამტვრე მილი და სხვა). გამტები მიაქვს კვერცხუჯრედამდე. მამრობითი გამეტები კი კარგავენ მოძრაობის უნარს. მათ ს პ ე რ მ ე ბ ს უწოდებენ.

გვიმრებისა და შიშველთესლოვანთაგან განსხვავებით ფარულთესლოვანი მცენარეების სიცოცხლის ციკლს დიდი სპეციფიკური თავისებურებანი გააჩნია. ფარულთესლოვანების მდედრობითი გამეტოფიტი უფრო ძლიერადაა რედუცირებული ვიდრე შეიშველთესლოვანების. მას აქ ჩ ა ნ ა ს ა ხ ო ვ ა ნ პ ა რ კ ს უწოდებენ. თესლის განვითარების დიდი თავისებურებაა-ორმაგი განაყოფიერება (ერთი სპპერმი ანაყოფიერებს კვერცხუჯტრედს, მეორე -ჩანასახოვანი პარკის მეორეულ ბირთვს) ენდოსპერმი ტრიპლოიდურია. ვითარდება სქესობრივი პროცესის შედეგად და განსხვავდება შიშველთესლოვანთაგან, სადაც ენდოსპერმი სქესობრივ პროცესამდეა განვითარებული, არ არის მონოპლოიდური.

მამრობით ნასახში შენარჩუნებულია მხოლოდ ორი ფუნქციონირებული უჯრედი-ვეგეტაციური და რეპროდუქციული. სპერმები ყველაზე ხშირად სამტვრე მილში ყალიბდებიან. ორივე გამეტოფაზა მტელი სიცოცხლის მანძილზე იკვებება სპოროფაზის ხარჯზე.

აღსანიშნავია ორი მეტად მნიშვნელოვანი ვითარება:

1. სიცოცხლის ციკლის მკვეთრი ინტენსიფიკაცია, განსაკუთრებით ფარულთესლოვანებში სქესობრივი მომრავლების ტემპებისა;
2. სასიცოცხლო ფორმების მთელი სპექტრის გაჩენა ფარულთესლოვანებში, რომლებიც შესანიშნავად ეხამებიან სიცოცხლის ყველაზე განსხვავებულ პირობებს ტროპიკული ტყეებიდან, ცივ არქტიკულ უდაბნოებამდე.

**ორგანოგენეზი.** ამ ტერმინით აღინიშნება ონტოგენეზის დროს ორგანოთა ჩასახვა და გან ვითარება. თუ ორგანოს ჩასახვა და განვითარება მის ისტორიულ პერსპექტივაში გვაინტერესებს, მაგალითად, ყვავილის წარმოშობაზეა ლაპარაკი მაშინ ფილოგენეტიკურ მორფოგენეზზე უნდა ვიმსჯელოთ. მცენარეთა თითოეული სახე გამოირჩევა ორგანოთა ჩასახვისა და განვითარების მისთვის დამახასიათებელი ტემპებით. ასე მაგალითად, შიშველთესლოვანებში რეპროდუქციული ორგანოების ჩამოყალიბებას, განაყოფიერებასა და ჩანასახის განვითარებას ერთი წელი, ხოლო ზოგჯერ მეტიც (ფიჭვი) სჭირდება, (ნაძვი). ზოგიერთ უმაღლეს სპოროვანებში მაგალითად, ლიკოპოდიუმებში ეს პროცესი დაახლოებით 12-15 წელი და მეტიც გრძელდება. ფარულთესლოვან მცენარეებსი სპორო და გამეტოგენეზისის, განაყოფიერებისა და ჩანასახის განვითარების პროცესები მიმდინარეობს ძალზე ინტენსიურად. განსაკუთრებით კი გვალვიანი ცხელი რაიონების ერთწლიან მცენარე-ეფემერემში 3-4 კვირის განმავლობაში. ეს მცენარეები ნაკლებად ექსტრემალურ პირობებში ე.ი. უფრო ზომიერი კლიმატის პირობებში ვეგეტაციას განიცდიან 7-8 კვირის განმავლობაში. მაშასადამე მორფოგენეზის მსვლელობის ერთ-ერთი მაჩვენებელია მცენარეთა შესასწავლი სახის ინდივიდებისა; ნათეს მცენარეებში იგი მოსავლისმაჩვენებელია.

ფარულთესლოვან მცენარეებში მორფოგენეზის ეტაპური მსვლელობის ანალიზი საფუძვლად დაედო სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა ბიოლოგიურ კონტროლს. ეს მეთოდი უკვე აპრობირებულია სხვადასხვაგვარ მასალაზე (ბალახებიდან-ხეებამდე). იგი ძალზე საიმედო აღმოჩნდა.

ფ.კუპერმანისა და მისი თანამშრომლების ნაშრომებით დადგინდა ფარულთესლოვანთა ორგანოგენეზის 12 ეტაპი:

1. არადიფერენცირებული ზრდის კონუსი;
2. ღეროს დიფერენციაცია, ფოთლებისა და ღერძის მეორე რიგის ჩასახვა;
3. ყვავილედის ღერძის დიფერენციაცია;
4. ყვავილედის ნაკვეთის ჩასახვა და დიფერენციაცია;
5. ყვავილისა და არქესპოროგენეზის დიფერენციავია;
6. მეგა და მიკროსპოროგენეზი;
7. გამეტოგენეზი;
8. ასევე გამეტოგენეზი;
9. ზიგოტოგენეზისი;
10. ნაყოფის ჩამოყალიბება;
11. კვების პროდუქტთა დაგროვება;
12. კვების პროდუქტების სათადარიგოდ გადატანა.

როგორც ონტოგენეტიკური, ასევე ევოლუციური მორფოგენეზის შესწავლას დიდი სამეცნიერო მნიშვნელობა აქვს სხვადასხვა სისტემატური ჯგუფების ნათესაური ურთიერთკავშირის დასადგენად.

ჯერ კიდევ ბრონიარმა (1827) დაამტკიცა, რომ ყვავილის განვითარების მსვლელობის ისტორიულად შესწავლ;ა მეტს იძლევა, ვიდრე მზა მოდელებისა. ეს ფაქტი ბრწყინვალედ დადასტურდა მორფოგენეტიკოსების (ი.პეი და სხვა) შედარებითი-მორფოლოგიური გამოკვლევებით. ვაზის ყვავილის მორფოგენეტიკური ანალიზი მოგვცა პ.ბარანოვმა (1946). მორფოგენეტიკოსთა ნამუშევრებით გამოირკვა, რომ ფურცლებგანცალკავებული ყვავილები წინ უსწრებდნენ ფურცლებშეზრდილებს, შეზრდილმტვრიანებისა და ნაყოფფოთლებს განცალკავებულნი, ხოლო ყვავილთა მონოსიმეტრიულობასა და ასიმეტრიულობას წინ უსწრებდა პოლისიმეტრიულობა. შეიქმნა როგორც არქაული, ისე მაღალი ორგანიზაციის ნიშანთა მთელი კოდექსი. (იხ. ზემოთ).

როგორც გამოირკვა ყვავილები ვითარდებიან უბის ან კიდურა კვირტებისაგან. ყვავილის ჩანასახი იცეკება კონუსისებური ბორცვაკის სახით. შემდეგ განვითარებისდა მიხედვით ხდება მისი დიფერენციაცია. გარეგნულად იგი იმაში ვლინდება, რომ ყვავილის საწყის ბორცვაკზე თანადაქვემდებარებული ბორცვაკების სახით რიგრიგობით იჩეკება ყველა ძირითადი ნაწილი ყვავილისა: ყვავილსაფარი, ანდროცეუმი და გინეცეუმი.

დასასრულ, მოგვყავს ფარულთესლოვანი მცენარეების სახეცვლილების ციკლის საერთო მოდელი, სადაც გამეტოფაზა ყველაზე ხანმოკლეა და მთლიანად სპოროფაზაზეა დამოკიდებული.