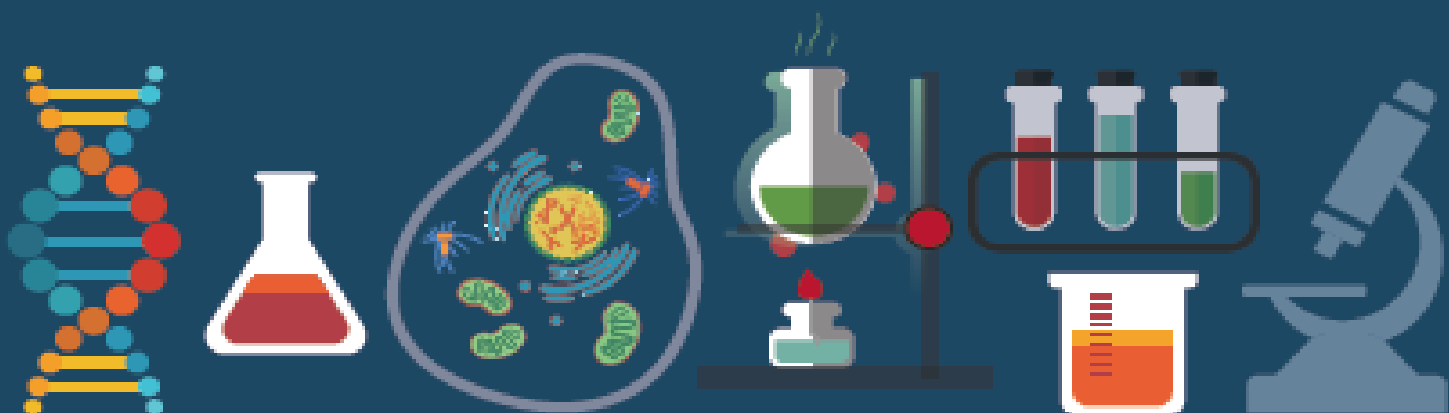




ბიოლოგია

ლაბორატორიის გაშოყენების სახელმძღვანელო



„მასწავლებელთა და სკოლის დირექტორთა პროფესიული განვითარების პროექტი“ ხორციელდება „ათასწლეულის გამოწვევის ფონდი - საქართველოს“ ზოგადი განათლების კომპონენტის ფარგლებში აშშ-ის „ათასწლეულის გამოწვევის კორპორაციის“ (MCC) მეორე კომპაქტის ფინანსური მხარდაჭერით. ინფორმაცია, რომელიც მოცემულია აღნიშნულ გამოცემაში არ წარმოადგენს აშშ-ის მთავრობის, „ათასწლეულის გამოწვევის კორპორაციისა“ ან „ათასწლეულის გამოწვევის ფონდი - საქართველოს“ პოზიციას“.

შინაარსი

თემა 1. უჯრედები და ქსოვილები.....	5
ლაბორატორიული სამუშაო 1.....	5
მცენარეული უჯრედის დროებითი მიკრო-პრეპარატის დამზადება.....	5
მცენარეული და ცხოველური უჯრედის შედარება.....	5
ლაბორატორიული სამუშაო 2.....	9
ცხოველთა და მცენარეთა ქსოვილების შედარება.....	9
თემა 2. უჯრედთა ქიმიური შემადგენლობა	11
ლაბორატორიული სამუშაო 3.....	11
ცილების, ლიპიდებისა და ნახშირწყლების განსაზღვრა (თვისებითი რეაქციები)	11
თემა 3. ოსმოსი.....	17
ლაბორატორიული სამუშაო 4.....	17
ჰიპერტონული, იზოტონური და ჰიპოტონური ხსნარების ზემოქმედება უჯრედებზე	17
თემა 4. ბაქტერიული ფერმენტაცია	22
ლაბორატორიული სამუშაო 5.....	22
სპირტული დუდილი	22
ლაბორატორიული სამუშაო 6.....	27
რძემჟავური დუდილი	27
თემა 5. ფერმენტული აქტიურობა	30
ლაბორატორიული სამუშაო 7.....	30
გარემო ფაქტორების ზეგავლენა ფერმენტულ აქტივობაზე	30
თემა 6. ფოტოსინთეზი.....	37
ლაბორატორიული სამუშაო 8.....	37
ფოთლის ტესტირება საქაროზას შემცველობაზე.....	37
ლაბორატორიული სამუშაო 9.....	39
ფაქტორები, რომლებიც ფოტოსინთეზის სიჩქარეზე ახდენენ გავლენას (ტემპერატურა, სინათლე, ნახშირორჟანგი)	39
ლაბორატორიული სამუშაო 10.....	42
ქლოროფილის როლი ფოტოსინთეზის პროცესში	42
თემა 7. წყლის და მინერალური ნივთიერებების მოძრაობა მცენარეებში	49
ლაბორატორიული სამუშაო 11.....	49
წყლისა და მინერალური მარილების გადაადგილება ღეროში	49
ლაბორატორიული სამუშაო 12.....	51

გარემო ფაქტორების გავლენა მცენარის მიერ წყლის შთანთქმაზე	51
თემა 8. მცენარეთა ზრდა და სუნთქვა.....	55
ლაბორატორიული სამუშაო 13.....	55
თესლის სიცოცხლისუნარიანობის განსაზღვრა ციტოპლაზმის შეფერვის მიხედვით.....	55
ლაბორატორიული სამუშაო 14.....	56
წყლის, ჰაერისა და ტემპერატურის გავლენა თესლის გაღივებაზე	56
თემა 9. ეკოლოგიური ფაქტორები	58
ლაბორატორიული სამუშაო 15.....	58
ნიადაგის pH -ის, აზოტის, სინათლის და გარემოს სხვა ფაქტორების გავლენა სხვადასხვა სახეობის მცენარეებზე	58
ლაბორატორიული სამუშაო 16.....	64
გარემოს ზოგიერთი ფაქტორის რაოდენობრივი მაჩვენებლების განსაზღვრა.....	64
თემა 10. საველე გამოკვლევები (მცენარეთა და ცხოველთა ბიომრავალფეროვნების შესწავლა)	69
ლაბორატორიული სამუშაო 17.....	69
ცხოველებისა და მცენარეების მრავალფეროვნებისა და სასიცოცხლო პროცესების გაცნობა..	69
თემა 11. ადამიანის ანატომია და ფიზიოლოგია	72
ლაბორატორიული სამუშაო 18.....	72
გულის შეკუმშვების რაოდენობის დათვლა მოსვენებულ მგომარეობაში და ფიზიკური დატვირთვის შემდეგ.....	72
ლაბორატორიული სამუშაო № 19.....	73
არტერიული წნევის გაზომვა მშვიდ მდგომარეობაში და ფიზიკური დატვირთვის შემდეგ..	73
სხეულის ტემპერატურის გაზომვა მშვიდ მდგომარეობაში და ფიზიკური დატვირთვის შემდეგ.....	75

თემა 1. უჯრედები და ქსოვილები

ლაბორატორიული სამუშაო 1

მცენარეული უჯრედის დროებითი მიკრო-პრეპარატის დამზადება.

მცენარეული და ცხოველური უჯრედის შედარება

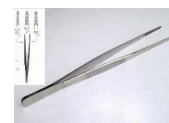
სამუშაოს მიზანი: მიკრო-პრეპარატების დამზადების შესწავლა, მიკროსკოპით მუშაობის ხერხების ათვისება; მოსწავლეებში უჯრედის, როგორც მცენარეული ორგანიზმის ერთეულის, შესახებ ცოდნის ჩამოყალიბება.

აღჭურვილობა და რეაქტივები:

ოპტიკური
მიკროსკოპი



პინცეტი



სასაგნე მინა



სკალპელი



საფარი მინა



მინის
წვირი



მუდმივი
პრეპარატების
ნაკრები



პიპეტი



პეტრის ჯამი



ფილტრის
ქაღალდი



საპრეპარატო
ნემსი



ქიმიური
ჭიქა



იოდის ხსნარი –
2%



ხახვის
ბოლქვი



ცდა 1. მიკროსკოპით მუშაობა

მიკროსკოპი - არის ოპტიკური ხელსაწყო, რომელიც შესასწავლი ობიექტის უკუგამოსახულების მიღების და მისი აგებულების იმ წვრილი დეტალების დაკვირვების შესაძლებლობას იძლევა, რომელთა ზომებიც თვალის მხედველობის უნარის (გამოსახულების აღქმის) ფარგლებს სცილდება.

სამუშაოს შესრულების წესი:

1. გაეცანით მიკროსკოპის აგებულებას,
2. დადგით მიკროსკოპი შტატივით თქვენკენ, მაგიდის კიდიდან 5-10 სმ-ის დაშორებით. დააყენეთ მცირე გადიდების ობიექტივი.
3. მოათავსეთ პრეპარატი მიკროსკოპის სასაგნე მაგიდაზე და დაამაგრეთ ის დამჭერებით. პრეპარატის მდებარეობა ობიექტივის მიმართ დაარეგულირეთ სასაგნე მაგიდის სამოძრაო ხრახნების მეშვეობით.
4. მაკროხრახნის მოძრაობით, ისე, რომ პრეპარატს გვერდიდან უყურებდეთ, ფრთხილად დაუშვით ობიექტივი. იყურეთ ოკულარში, მაკროხრახნი თქვენკენ ატრიალეთ და ამოდრავთ ტუბუსი იქამდე, სანამ შესასწავლი ობიექტი ფოკუსში არ მოექცევა. ბუნდოვანი გამოსახულების ფოკუსი დააყენეთ მიკრო-ხრახნის საშუალებით.
5. მიკროსკოპის შტატივზე არსებული მიკროხრახნის გადატრიალებით მხედველობის არის მაქსიმალური განათება და ფოკუსი დააყენეთ.
6. დიდ გადიდებაზე სამუშაოდ (10x, 40x, 100x, 400x) საჭიროა: ობიექტი ან მისი ის ნაწილი, რომელიც გვინტერესებს, მოათავსოთ მხედველობის არის ცენტრში, ვინაიდან დიდი გადიდებისას მხედველობის არე ძალზე ვიწროვდება, მოატრიალეთ რევოლვერი დატკაცუნებამდე და ფრთხილად შეცვალეთ ობიექტივი; დააყენეთ ბუნდოვანი გამოსახულება ჯერ მაკრო-, შემდეგ კი მიკრო-ხრახნით; გამოსახულების სიმკვეთრე დაარეგულირეთ დიაფრაგმის საშუალებით; სამუშაოს დამთავრებისას მიკროსკოპი ისევ მცირე გადიდებაზე დავაყენოთ და მხოლოდ ამის შემდეგ ავიღოთ პრეპარატი სასაგნე მაგიდიდან.

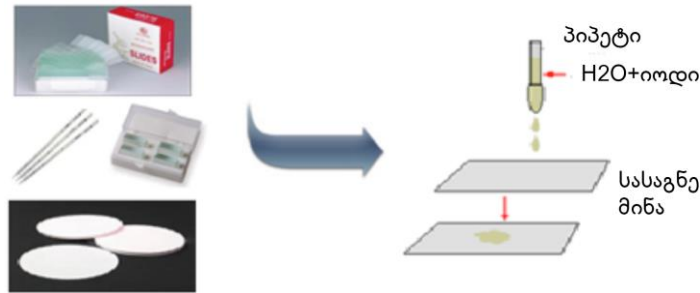
ცდა 2. მცენარეული უჯრედის დროებითი მიკროპრეპარატის დამზადება.

მცენარეული და ცხოველური უჯრედის შედარება.

ამ ექსპერიმენტის მიზანია მცენარეული უჯრედის აგებულების, მისი ნაწილების მნიშვნელობის შესახებ ელემენტარული წარმოდგენის შექმნა; მიკროპრეპარატების დამზადებისა და მათი მიკროსკოპით დაკვირვების უნარის განვითარება, ის გვეხმარება ვისწავლოთ უჯრედის ძირითადი ნაწილების ამოცნობა და უჯრედის აგებულების გამოსახვა; ავითარებთ აკურატულობას ოპტიკური ხელსაწყოებით მუშაობისას.

სამუშაოს შესრულების წესი:

1. სასაგნე და საფარი მინები კარგად გავრეცხოთ წყლით და გავამშრალეთ რბილი ტილოთი ან ხელსახოცით.
2. პიპეტით დავასხათ სასაგნე მინაზე 1-2 წვეთი 2%-იანი იოდის ხსნარი (ნახ. 1.1).



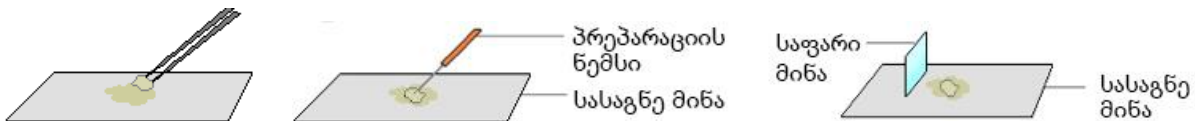
ნახ. 1.1. დროებითი პრეპარატის დამზადების წესი.

3. ხახვის წვნიან ქერქს სკალპელით ჩამოაჭერით 3-4მმ სიგანის ზოლი, გატეხეთ ის შუაზე და პინცეტით თხელი ზედა გარსი მოაცილეთ (ნახ.1.2). **სკალპელით მუშაობისას უსაფრთხოების ტექნიკის წესები დაიცავით, რათა თავიდან აიცილოთ ჭრილობები!**



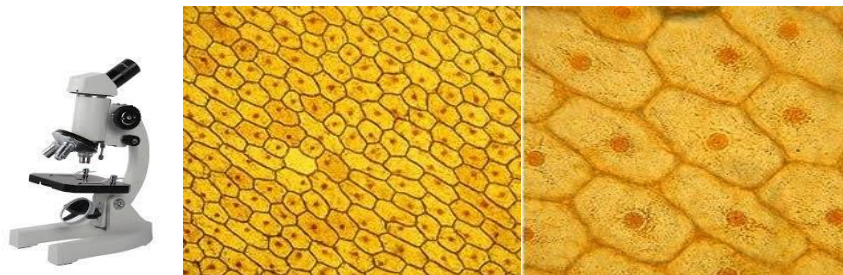
ნახ. 1.2. მიკროსკოპირების წინ მცენარეული მასალის დამუშავება.

4. მოათავსეთ ის სასაგნე მინაზე დასხმული იოდის ხსნარის წვეთში. ფრთხილად გაასწორეთ კანი საპრეპარატო ნემსით (ნახ.1.3.).



ნახ. 1.3. პრეპარატის მომზადება მიკროსკოპირებისათვის.

5. აიღეთ საფარი მინა და დააფარეთ ხახვის ქერცლს.
6. დაიწყეთ მომზადებული მიკროპრეპარატის დაკვირვება მიკროსკოპის მცირე გადიდების რეჟიმში. სასაგნე მაგიდაზე სასაგნე მინის ფრთხილად გადაადგილებით მოძებნეთ პრეპარატზე ისეთი ადგილი, რომელზეც ყველაზე უკეთ ჩანს უჯრედები (ნახ. 1.4. ა). გადაიყვანეთ მიკროსკოპი დიდი გადიდების რეჟიმზე და დააკვირდით უჯრედს (ნახ. 1.4ბ).



ა ბ
მიკროპრეპარატი მცირე მიკროპრეპარატი დიდი
გადიდებისას გადიდებისას

ნახ. 1.4. ხახვის ქერცლის მიკროპრეპარატი მიკროსკოპის ქვეშ

7. აიღეთ მიკროპრეპარატი სასაგნე მაგიდიდან, ხოლო მის ადგილას მოათავსეთ მუდმივი პრეპარატი ცხოველური უჯრედით, დააკვირდით ცხოველურ უჯრედს ჯერ მცირე, შემდეგ კი დიდი გადიდების რეჟიმში. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.

ნიშანი	მცენარეული უჯრედი	ცხოველური უჯრედი
უჯრედის კედელი		
პლასტიდები		
ვაკუოლი		
ბირთვი		
ბირთვაკი		
უჯრედის ცენტრი		
ფორები		

კითხვები თვითკონტროლისათვის:

1. უჯრედის რომელ ორგანოიდებს ვხედავთ მიკროსკოპის მცირე გადიდების რეჟიმში? დიდი გადიდების რეჟიმში?
2. რისთვის ვაწვეთებთ სასაგნე მინაზე იოდის ხსნარს? რატომ ღებავს იოდის ხსნარი ზოგ ორგანოიდს უფრო მეტად, ზოგს კი ნაკლებად?
3. რომელი ორგანოიდები აქვს მხოლოდ ცხოველურ უჯრედს და რომელი - მხოლოდ მცენარეულს?
4. რომელი ორგანოიდები გვხვდება როგორც მცენარეულ, ისე ცხოველურ უჯრედში?

ლაბორატორიული სამუშაო 2

ცხოველთა და მცენარეთა ქსოვილების შედარება

სამუშაოს მიზანი: ქსოვილს სხვადასხვა ტიპების შესწავლა და მათი ფუნქციების განსაზღვრა; მცენარეთა და ცხოველთა ქსოვილების შედარება.

აღჭურვილობა და რეაქტივები:

ოპტიკური
მიკროსკოპი



მუდმივი
პრეპარატების
ნაკრები



ქსოვილი - ეს არის საერთო ფუნქციებისა და მსგავსი აგებულების უჯრედთა ჯგუფი და უჯრედშორისი ნივთიერება. ქსოვილი წარმოიშვა უმაღლეს მცენარეებში მათ ხმელეთზე ამოსვლასთან დაკავშირებით და ყველაზე დიდ სპეციალიზაციას მიაღწია ფარულთესლოვანებში, რომლებშიც 80 სახეობის ქსოვილებს გამოყოფენ. მცენარეთა უმნიშვნელოვანესი ქსოვილებია წარმომშობი, მფარავი, გამტარი, მექანიკური და ძირითადი. ისინი შეიძლება იყოს მარტივი და რთული. მარტივი ქსოვილები ერთი სახეობის უჯრედებისაგან შედგება (მაგალითად კოლენქიმა, მერისტემა), რთული კი - განსხვავებული აგებულების უჯრედებისაგან, რომლებიც ძირითადი ფუნქციების გარდა დამატებით ფუნქციებსაც ასრულებენ (ეპიდერმა, ქსილემა, ფლოემა და სხვ.). ცხოველთა და ადამიანის ორგანიზმში მრავალი ქსოვილია. ისინი ოთხ ძირითად სახეობად იყოფა: ეპითელური, შემაერთებელი, კუნთოვანი და ნერვული. მეცნიერებს, რომელიც ქსოვილებს შეისწავლის, ჰისტოლოგია ეწოდება.

სამუშაოს შესრულების წესი:

1. მიკროსკოპი სამუშაოდ მოამზადეთ.
2. აიღეთ მცენარის ქსოვილის მუდმივი პრეპარატი (ნახ. 2.1.) მოათავსეთ ის სასაგნე მაგიდაზე და ხრახნების მეშვეობით დაარეგულირეთ მკვეთრი გამოსახულება.



ნახ. 2.1. მიკროსკოპი და ცხოველთა ქსოვილების მუდმივი პრეპარატების ნაკრები

3. დააკვირდით მცენარეთა ყველა ძირითად ქსოვილს.
4. აიღეთ ცხოველთა ქსოვილების მუდმივი პრეპარატები და რიგ-რიგობით განიხილეთ ისინი. ჩაიხატეთ.

კითხვები თვითკონტროლისათვის:

1. მცენარეთა რომელი ქსოვილები, მათი აგებულების რა თავისებურებები დაინახეთ მიკროსკოპით? რა ფუნქციებს ასრულებენ ისინი?
2. ცხოველთა რომელი ქსოვილების დანახვა შესძელით მიკროსკოპით? მათი სტრუქტურის რა თავისებურებების წყალობით ასრულებენ ისინი გარკვეულ ფუნქციებს?
3. ცხოველთა და მცენარეთა რომელ ქსოვილებს აქვს მსგავსი აგებულება და ერთნაირი ფუნქციები?

თემა 2. უჯრედთა ქიმიური შემადგენლობა

ლაბორატორიული სამუშაო 3

ცილების, ლიპიდებისა და ნახშირწყლების განსაზღვრა (თვისებითი რეაქციები)

სამუშაოს მიზანი: ცილების, ლიპიდებისა და ნახშირწყლების აღმოჩენა თვისებითი რეაქციების საშუალებით.

აღჭურვილობა და რეაქტივები:

სინჯარები



სინჯარების
სადგამი



ქიმიური ჭიქა



მინის წკირი



უნივერსალური
ინდიკატორის
ქაღალდი



ოპტიკური
მიკროსკოპი



NaOH – ნატრიუმის ჰიდროქსიდი - 10%

CuSO_4 – სპილენძის სულფატი (II) – 1%
იოდის ხსნარი – 2%

Na_2CO_3 – ნატრიუმის კარბონატი – 2H

KMnO_4 – კალიუმის პერმანგანატი - 0,1H

სასაგნე
მინები



საფარი მინა



ფილტრის
ქაღალდი



სკალპელი



პიპეტი



ზეთი

წყალი
ქათმის კვერცხი
კარტოფილი

უჯრედის შემადგენლობაში შედის ორგანული და არაორგანული შენაერთები. უჯრედის არაორგანული შენაერთების საფუძველს შეადგენს წყალი (ის ყველაზე მეტია

უჯრედში) და მასში გახსნილი მინერალური ნივთიერებები. უჯრედის ყველა ძირითადი ფუნქციის განხორციელება მასში შემავალ ორგანულ ნივთიერებებთანაა დაკავშირებული. უჯრედებისათვის სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია მაღალ-მოლეკულური, ძალზე რთული აგებულების ორგანული ნაერთები: ცილები, ცხიმები ნახშირწყლები და ნუკლეინის მჟავები.

ცილები - არის მაკრომოლეკულები ანუ პოლიმერები. ცოცხალი უჯრედების ცილების მონომერებს წარმოადგენს 20 სხვადასხვა ამინომჟავა. ორი მეზობელი ამინომჟავას COOH (მჟავა) კარბოქსილურ ჯგუფსა და H - N - H (ფუძე) ამინოჯგუფს შორის ყალიბდება პეპტიდური (კოვალენტური) კავშირი. ცილის მოლეკულებში ამინომჟავების სხვადასხვა კომბინაციები სპეციფიკურობას ანიჭებს ცილებს. ცილაში ამინომჟავების თანმიმდევრული შეერთება მის პირველად სტრუქტურას - პოლიპეპტიდს ქმნის. უმეტეს შემთხვევაში პოლიპეპტიდი სპირალის სახით ეხვევა - ცილის მეორად სტრუქტურად.

ცილების ფუნქციები:

- სამშენებლო: ცილები უჯრედული სტრუქტურების შემადგენლობაში შედის.
- სატრანსპორტო: ცილების აქვთ უნარი დაიკავშირონ და გადაიტანონ მრავალი ქიმიური ნაერთი (მაგალითად ჟანგბადის გადატანა ჰემოგლობინით) სისხლის ნაკადთან ერთად .
- რეცეპტორული ფუნქცია: უზრუნველყოფს უჯრედებს შორის და ასევე ცილების სხვადასხვა მაკრომოლეკულებს შორის ურთიერთკავშირს, რათა განხორციელდეს სტრუქტურის შექცევადი ცვლილება ფიზიკური და ქიმიური ფაქტორების ზემოქმედების საპასუხოდ.
- შეკუმშვის ფუნქციას უზრუნველყოფს განსაკუთრებული კუმშვადი ცილები, რომელთა წყალობითაც ხდება შოლტებისა და წამწამების მოძრაობა, კუნთების შეკუმშვა და სხვა.
- ენერგეტიკული ფუნქცია: ცილა ენერგიის სათადარიგო წყაროა.
- კატალიზური ფუნქცია: ცილა-ფერმენტები ქიმიურ რეაქციებს აჩქარებენ.
- დამცავი ფუნქცია: ცილა-ანტისხეულები (იმუნოგლობულინები) უვნებელყოფენ ანტიგენებს (უცხო ნივთიერებებს), რომლებიც ორგანიზმში დაავადებებს იწვევენ.
- რეგულატორულ ფუნქციას უზრუნველყოფენ ცილები-ჰორმონები, რომლებიც ნივთიერებათა ცვლას არეგულირებენ.

ნახშირწყლები იყოფა მარტივ ნახშირწყლებად - მონოსაქარიდები (რიბოზა, დეზოქსირიბოზა, გლუკოზა, ფრუქტოზა და სხვ.) და რთულ ნახშირწყლებად - დისაქარიდები (საქაროზა, ლაქტოზა, მალტოზა) და პოლისაქარიდები (სახამებელი, გლიკოგენი, ცელულოზა, ქიტინი და სხვ.).

ნახშირწყლების ფუნქციები:

ისინი შედიან ნუკლეინის მჟავების და ატფ-ის შემადგენლობაში, წარმოადგენენ ორგანიზმში ენერგიის უნივერსალურ წყაროს, მონაწილეობენ შხამიანი ნივთიერებების გაუვნებელყოფაში და ორგანიზმიდან გამოდევნაში, პოლისაქარიდები სამარაგო პროდუქტების როლს ასრულებენ.

ლიპიდები - არის ნეიტრალური ცხიმები, ცვილები, ფოსფოლიპიდები და სტეროიდული ჰორმონები. ისინი არ იხსნება წყალში, მაგრამ კარგად იხსნება ორგანულ გამხსნელებში (ბენზინი, დიეთილის ეთერი, ბენზენი და სხვ.). მათ შემადგენლობაში როგორც წესი გლიცერინი და ცხიმოვანი მჟავები შედის.

ლიპიდების ფუნქციები:

გამოიყენება ენერგიის სათადარიგო წყაროს სახით; შედის უჯრედის მემბრანის შემადგენლობაში; ასრულებს დამცავ ფუნქციებს (თბოიზოლაცია).

ცდა 1. ცილების განსაზღვრა: ბიურეტის რეაქცია - თვისებითი რეაქცია ცილებზე

ცილის განსაზღვრისათვის ფერად რეაქციებს იყენებენ. ისინი იყოფა ორ ტიპად: ზოგადი ანუ უნივერსალური და სპეციფიკური. უნივერსალურ რეაქციებს განეკუთვნება ბიურეტის (პეპტიდური კავშირის დასადგენად). ფერადი რეაქციების მნიშვნელობა იმაშია, რომ ისინი ბიოლოგიურ სითხეებსა და ხსნარებში ცილის აღმოჩენის და სხვადასხვა ბუნებრივი წარმოშობის ცილაში ამინომჟავების შემადგენლობის დადგენის საშუალებას გვაძლევს. ეს რეაქციები გამოიყენება ცილის და მასში შემავალი ამინომჟავების როგორც თვისებითი, ისე რაოდენობითი განსაზღვრისათვის.

ბიურეტის რეაქცია ადგენს ცილაში არსებულ პეპტიდურ კავშირს ($-\text{CO}-\text{NH}-$). ტუტე გარემოში ცილის ხსნარი სპილენძის იონებთან ურთიერთქმედებით მოლურჯო-მოიისფრო ფერს იღებს. ცილის არასრული ჰიდროლიზის პროდუქტები - პეპტონები ვარდისფერ შეფერილობას იღებს.

სამუშაოს შესრულების წესი:

1. გავაცალკევოთ კვერცხის ცილა და გული, მოვათავსოთ ცილა ჭიქაში, გავაზავოთ ცილა წყლით.
2. მიღებულ წყლისა და ცილის ხსნარს დავუმატოთ სპილენძის სულფატის 1 მლ 1%-იანი ხსნარი (III) (CuSO_4) და ნატრიუმის ჰიდროქსიდის (NaOH) 2 მლ 10%-იანი ხსნარი, ავურიოთ. **ტუტეებზე მუშაობისას დაიცავით უსაფრთხოების ტექნიკის წესები. ტუტეს კანზე მოხვედრა ქიმიურ დამწვრობას იწვევს! სპილენძის ცილასთან კომპლექსური შენაერთების წარმოქმნის შედეგად ჩნდება იისფერი შეფერილობა. (ნახ.3.1)**



ნახ. 3.1. იისფერი შეფერილობა სპილენძისა და ცილის კომპლექსური ნაერთების წარმოქმნისას.

3. უნივერსალური ინდიკატორის ქაღალდის დახმარებით დავადგინოთ pH (ნახ. 3.2).



ნახ. 3.2. ინდიკატორის ქაღალდი pH-ის დასადგენად

ცდა 2. ნახშირწყლების განსაზღვრა (რეაქცია იოდის ხსნარით)

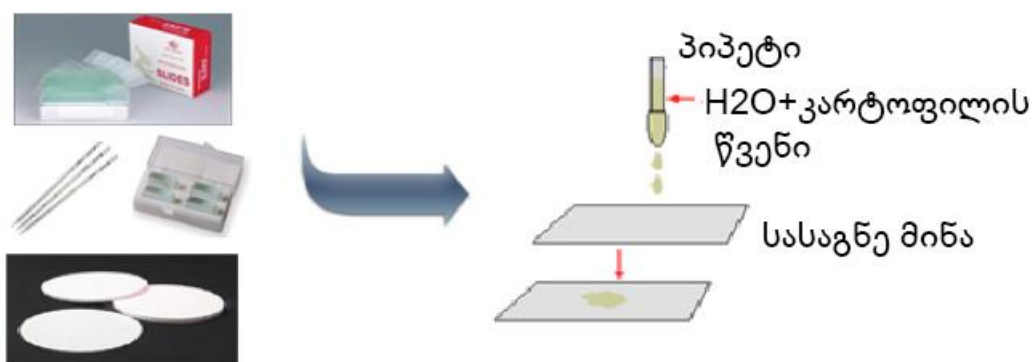
სახამებელი ბუნებრივ პოლიმერს წარმოადგენს. ამასთან სახამებელი არის არა ინდივიდუალური ნივთიერება, არამედ ორი პოლიმერის - $(C_6H_{10}O_5)_n$ - *ამილაზას* (10–20 %) და ამილოპექტინის (80–90 %) ნაზავი, რომლებიც α -D-გლუკოზის ნაშთებისაგან შედგება. ამილოპექტინი ცხელ წყალში ბუზვოდ იქცევა და იოდი მას იისფრად ღებავს.

ძირითადად სახამებელი თეთრი მყარი ნივთიერებაა სუნისა და ფერის გარეშე, რომელიც ცივ წყალში ნაკლებად იხსნება.

როგორც მრავალატომიანი სპირტი, სახამებელი წარმოქმნის უბრალო და რთულ ეთერებს. სახამებლის დამახასიათებელი თვისებითი რეაქციაა მისი რეაქცია იოდთან, რომელსაც მკვეთრი ლურჯი შეფერილობა აქვს.

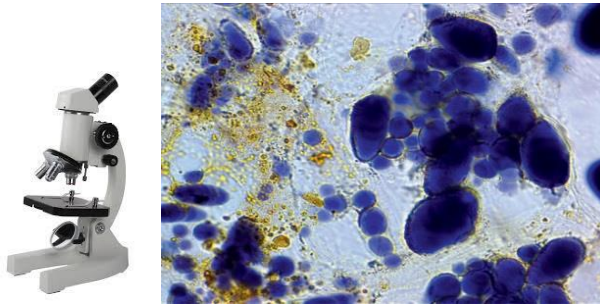
სამუშაოს შესრულების წესი:

1. მოამზადეთ მიკროსკოპი სამუშაოდ.
2. სასაგნე და საფარი მინები კარგად გარეცხეთ წყლით და გაამშრალეთ რბილი ტილოთი ან ხელსახოცით. (ნახ 3.3.). პიპეტით დავასხათ სასაგნე მინაზე 1-2 წვეთი წყალი.



ნახ. 3.3. კარტოფილის წვენისგან მიკროპრეპარატის მომზადების წესი

3. გაჭერით კარტოფილის ბოლქვი, სკალპელით აიღეთ მცირე ოდენობით სითხე, რომელმაც გადაჭრილ ზედაპირზე გამოჟონა, გადაიტანეთ ის წყლის წვეთში, რომელიც სასაგნე მინაზეა და დააფარეთ საფარი მინა. **სკალპელით მუშაობისას დაიცავით უსაფრთხოების ტექნიკის წესები, რომ თავიდან აიცილოთ ჭრილობები!**
4. მიკროსკოპით დააკვირდით სახამებლის მარცვლებს მცირე გადიდების რეჟიმში.
5. სასაგნე მინაზე საფარი მინის გვერდით დააწვეთეთ იოდის ხსნარის ერთი წვეთი. საფარი მინის მეორე მხრიდან მოაცილეთ წყალი ფილტრის ქაღალდის საშუალებით. *მიიღება მუქი ლურჯი შეფერილობა (ნახ. 3.4).*



ნახ. 3.4. სახამებლის რეაქცია იოდთან

6. შევამოწმოთ მივიღებთ თუ არა მუქ ლურჯ შეფერილობას კარტოფილის ბოლქვზე: აიღეთ კარტოფილის გაჭრილი ბოლქვი და პიპეტით იოდის ხსნარის ერთი წვეთი დააწვეთეთ (ნახ. 3.5). რას ვხედავთ?



ნახ. 3.5. სახამებლის და იოდის რეაქცია

იოდის ზემოქმედებით ჩნდება ლურჯ-იისფერი შეფერილობა, რაც კარტოფილის ბოლქვის უჯრედებში სახამებლის არსებობაზე მიუთითებს, ის კარტოფილში სახამებლის მარცვლების სახით გვხვდება.

7. გაჭრილ კარტოფილის ბოლქვს ინდიკატორის ქაღალდი მივადოთ და შკალის მიხედვით განვსაზღვროთ pH (ნახ. 3.2).

ცდა 3. ლიპიდების განსაზღვრა (ვაგნერის რეაქცია)

ლიპიდები ცილებთან და ნახშირწყლებთან ერთად ცოცხალი უჯრედის ორგანული ნივთიერების ძირითად მასას შეადგენენ.

ლიპიდები - წყალში უხსნადი (ჰიდროფობული) ორგანული ნივთიერებებია - ცხიმები და ცხიმის მსგავსი ნივთიერებები (ცვილები, სტეროლები). ცხიმები - გლიცერინის და მაღალმოლეკულური ცხიმოვანი მჟავების რთული ეთერებია. ბიოლოგიური მნიშვნელობა: ენერგეტიკული, სამარაგო, სტრუქტურული, დამცველობითი, რეგულატორული ფუნქციები.

სამუშაოს შესრულების წესი:

1. ჩაასხით სინჯარაში 1 მლ ზეთი.
2. დაუმატეთ ნატრიუმის კარბონატის Na_2CO_3 1 მლ 2 H ხსნარი და კალიუმის პერმანგანატის KMnO_4 1 მლ 0,1 H ხსნარი.
3. სინჯარის შიგთავსი მინის წკირით მოურიეთ.
4. დააკვირდით სინჯარაში მიმდინარე რეაქციას.
კალიუმის პერმანგანატის ჟოლოსფერი შეფერილობა ქრება, რაც იმას მიუთითებს, რომ მიმდინარეობს ზეთის შემადგენლობაში შემავალი უჯერი ცხიმოვანიმჟავების გლიცერიდების ჟანგვის პროცესი.
5. ინდიკატორის ქაღალდის საშუალებით განსაზღვრეთ pH (ნახ. 3.2.). შედეგები შეიტანეთ ცხრილში:

ექსპერიმენტის დასახელება	მცენარეული ან ცხოველური მასალა	თვისებითი რეაქტივი	მოვლენები, რომლებსაც ვაკვირდებით	გარემოს pH
ბიურეტის რეაქცია	კვერცხის ცილა			
რეაქცია იოდის ხსნარით	კარტოფილის ბოლქვი			
ვაგნერის რეაქცია	ზეთი			

კითხვები თვითკონტროლისათვის:

1. როგორი შეფერილობა მიიღება ბიურეტის რეაქციისას? როგორ აიხსნება მიღებული შედეგი?
2. როგორი შეფერილობა მიიღება სახამებლის იოდთან რეაქციისას? როგორ აიხსნება მიღებული შედეგი?
3. როგორ ცვლილებას განიცდის ზეთი ნატრიუმის კარბონატისა და კალიუმის პერმანგანატის ზემოქმედებით? რატომ?
4. როგორი pH-ის შემთხვევაში ხდება ცილების, ლიპიდებისა და ნახშირწყლების თვისებითი რეაქციები? მოხდება თუ არა ასეთი რეაქციები pH-ის სხვა მაჩვენებლების შემთხვევაში?

თემა 3. ოსმოსი

ლაბორატორიული სამუშაო 4

ჰიპერტონული, იზოტონური და ჰიპოტონური ხსნარების ზემოქმედება უჯრედებზე

სამუშაოს მიზანი: გავარკვიოთ ორმხრივი ოსმოსის, ენდოსმოსის და ეგზოსმოსის მიზეზები, დავრწმუნდეთ, რომ ცოცხალი უჯრედი იმ ხსნარში მოთავსებისას, რომლის კონცენტრაცია ფიზიოლოგიურისაგან (0,89%) განსხვავდება, იცვლის ზომებს ოსმოსის ზემოქმედებით, ავხსნათ ჰემოლიზისა და პლაზმოლიზის მოვლენათა ბუნება. ჩავიხატოთ ხახვის უჯრედის და ერითროციტები უჯრედები იზოტონურ, ჰიპოტონურ და ჰიპერტონურ ხსნარებში.

აღჭურვილობა და რეაქტივები:

ოპტიკური
მიკროსკოპი



შუშის სასაგნე
მინები



საფარი მინები



სინჯარები



სინჯარების
შტატივები



ფილტრის
ქაღალდი



საპრეპარატო
ნემსი



პინცეტი



სკალპელი



მინის წკირი



ნატრიუმის ქლორიდის (NaCl) -0,1;
0,89; და 10% ხსნარები, წითელი ხახვი

ციტრატინი
სისხლი

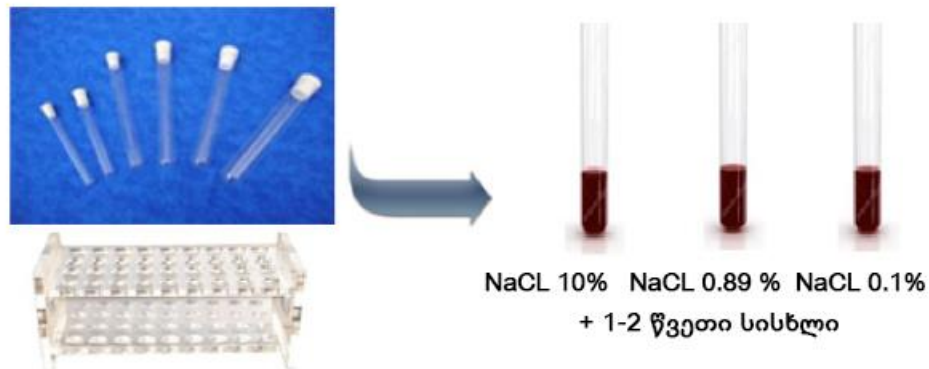
ცდა 1. ჰიპოტონური ხსნარების ზემოქმედება უჯრედებზე. ჰემოლიზი

იზოტონურ ხსნარებში ცხოველური და მცენარეული უჯრედები ფიზიკურ ცვლილებებს არ განიცდის. მათში ხდება ორმხრივი ოსმოსი: უჯრედები არც იბერება და არც ნაოჭდება. B ჰიპერტონურ ხსნარებში ხდება პროცესი, რომელსაც ეგზოსმოსი

ეწოდება, რომლის შედეგიც არის პლაზმოლიზის მოვლენა. ჰიპოტონურ ხსნარებში ხდება ენდოსმოზი, რომელსაც ჰემოლიზის გამოწვევა შეუძლია.

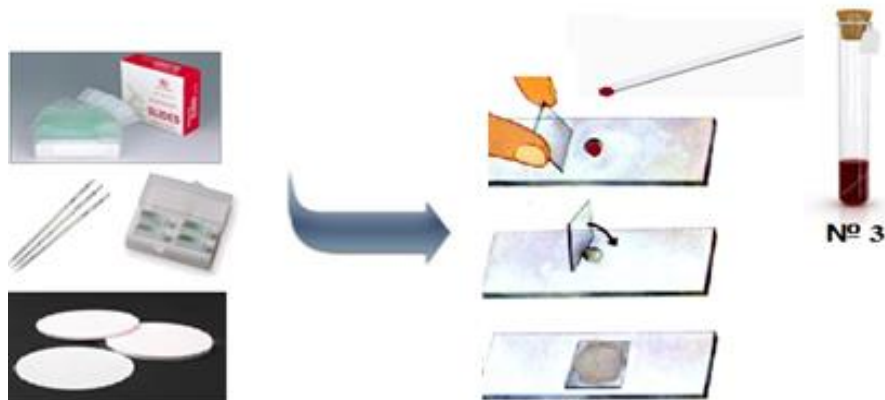
სამუშაოს შესრულების წესი:

1. სამ სინჯარაში ასხამენ ნატრიუმის ქლორიდის 2-3 სმ³ ხსნარს (№1 სინჯარაში-10%, №2 სინჯარაში - 0,89%, №3 სინჯარაში - 0,1%) და თითოეულში უმატებენ 1-2 წვეთ სისხლს (ნახ. 4.1).



ნახ. 4.1. სინჯარების შევსების წესი ცდის დროს

2. თითოეული სინჯარის შიგთავსს ურევვენ, მაშინვე იღებენ მინის წკირით №3 სინჯარიდან სისხლის წვეთს, ათავსებენ სასაგნე მინაზე, აფარებენ საფარ მინას (ნახ.4.2).



ნახ. 4.2. სისხლის მიკროპრეპარატის მომზადება

3. აკვირდებიან მიკროსკოპით დიდი გადიდების რეჟიმით. როცა ცდა სწრაფად ტარდება, მიკროსკოპის მხედველობის არეში ჩანს ცალკეული ერითროციტები, რომელთა მოცულობაც სწრაფად იზრდება და ისინი თანდათან კარგავენ თავის მოხაზულობას ჰემოლიზის გამო (ნახ. 4.3).



ნახ. 4.3. ჰიპერტონური ხსნარის ზემოქმედება სისხლის უჯრედებზე

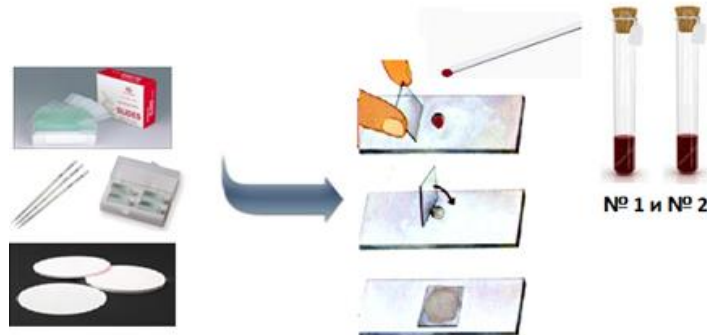
4. შედეგი ჩავიხატოთ.

ცდა 2. უჯრედზე იზოტონური და ჰიპერტონული ხსნარების ზემოქმედება

ჰიპერტონულ ხსნარში ერითროციტებზე დაკვირვების შემდეგ შეისწავლიან მათზე იზოტონური და ჰიპერტონული ხსნარების ზემოქმედებას.

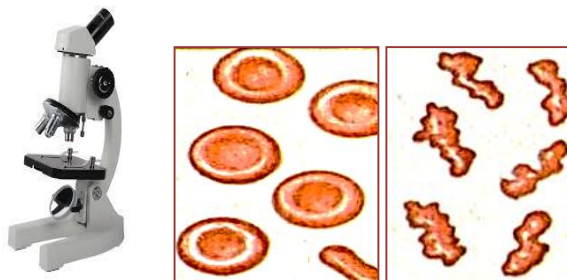
სამუშაოს შესრულების წესი:

1. წვეთებს №1 და №2 სინჯარიდან სასაგნე მინაზე ათავსებენ და საფარ მინას ადებენ. (ნახ.4.4).



ნახ. 4.4. სისხლის მიკროპრეპარატების მომზადება იზოტონურ და ჰიპერტონულ ხსნარებში

2. აკვირდებიან მიკროსკოპით დიდი გადიდების რეჟიმში (ნახ. 4.5).



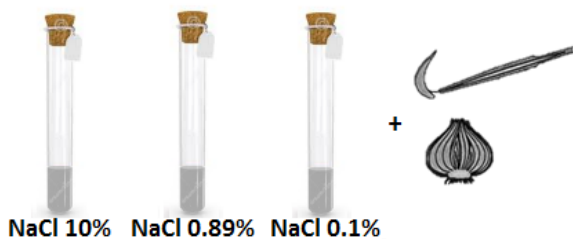
ნახ. 4.5. იზოტონური (№ 2 სინჯარა) და ჰიპერტონული ხსნარის ზემოქმედება (№ 1 სინჯარა) სისხლის უჯრედებზე

3. შედეგი ჩავიხატოთ.

ცდა 3. მცენარეულ უჯრედზე ჰიპერტონული, იზოტონური და ჰიპოტონური ხსნარების ზემოქმედება

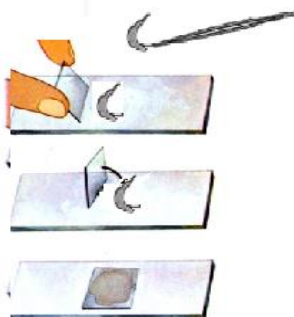
სამუშაოს შესრულების წესი:

1. სამ სხვადასხვა სინჯარაში ასხამენ 2-3 სმ³ ნატრიუმის ქლორიდის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარს (№1 სინჯარაში -10%, №2 სინჯარაში - 0,89%, №3 სინჯარაში - 0,1%). თითოეულში ათავსებენ ნემსით პრეპარირებული ხახვის თხელ ფენას (ნახ. 4.6).



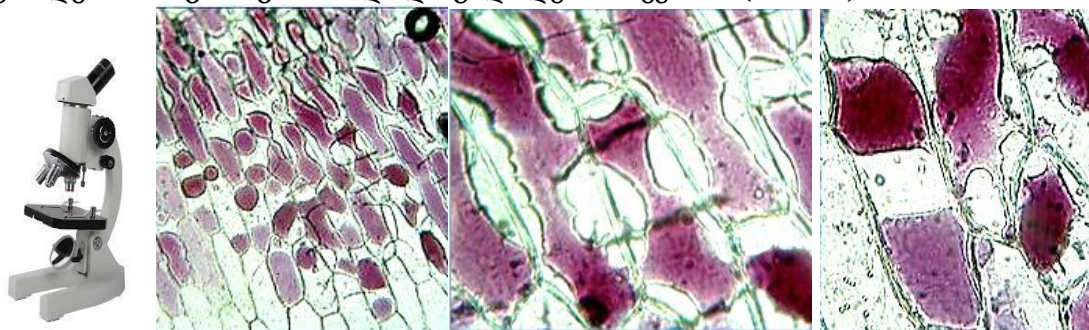
ნახ. 4.6. ცდის წარმოებისას სინჯარების შევსების წესი

2. ხახვის ქერცლის ნიმუშების სინჯარებში მოთავსებიდან 10 წუთის შემდეგ მათ ამოიღებენ, ათავსებენ სასაგნე მინაზე და ადებენ საფარ მინას. (ნახ. 4.7).



ნახ. 4.7. ხახვის ქერცლის მიკროპრეპარატის მომზადების წესი

3. აკვირდებიან მიკროსკოპით დიდი გადიდების რეჟიმში (ნახ. 4.8).



ნახ. 4.8.ჰიპერტონული ხსნარების ზემოქმედებით ხახვის უჯრედებში მიმდინარე პლაზმოლიზი

4. შედეგი ჩავიხატოთ.

კითხვები თვითკონტროლისათვის:

1. რომელ ხსნარებს ეწოდება ჰიპერტონული, იზოტონური და ჰიპოტონური?
2. ახსენით ჰიპერტონული, იზოტონური და ჰიპოტონური ხსნარების ზემოქმედება უჯრედებზე
3. შეუძლიათ თუ არა მკვდარ უჯრედებს განიცადონ პლაზმოლიზი?
4. რატომ ხდება ერითროციტების გაჯირჯვება, როდესაც სისხლის პრეპარატს ჰიპოტონურ ხსნარს ვუმატებთ?
5. ორგანიზმის გარეთ ქსოვილების ცოცხლად შესანახად მათ ათავსებენ არა წყალში, არამედ ფიზიოლოგიურ ხსნარში, რომელიც 0,9% სუფრის მარილს შეიცავს. განმარტეთ რატომ არის ეს აუცილებელი?

თემა 4. ბაქტერიული ფერმენტაცია

ლაბორატორიული სამუშაო 5

სპირტული დუღილი

სამუშაოს მიზანი: გაეცანით სპირტული დუღილის პროცესებსა და თვისებით რეაქციებს, ამ სახის დუღილის გამომწვევი მიკროორგანიზმების მორფოლოგიას.

აღჭურვილობა და რეაქტივები:

ოპტიკური
მიკროსკოპი



სასაგნე მინები



საფარი მინა



ქიმიური ჭიქა



ელექტროგამათბობელი



ლაბორატორიული
სასწორი



სინჯარების სადგამი



სინჯარები



თერმომეტრი



ფაიფურის
ჭურჭელი წყლის
აბაზანისათვის



ბოროსილიკატური
მინის კოლბა მეთილის
ჩამკეტისა
გადამყვანით



ბუნზენის კოლბა



ვაკუუმის მილი



შლანგი



ვაკუუმის ტუმბო



ქაღალდის
ფილტრები



ბუნზენის კოლბა
ბიუხნერის ძაბრით

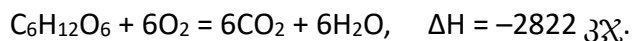


საქაროზა –150გრ
NaOH –ნატრიუმის ჰიდროქსიდი – 10 %-
იანი ხსნარი
 $K_2Cr_2O_7$ –კალიუმის ბიქრომატი -
კრისტალური
იოდი კრისტალური

მშრალი საფუარი (1 გრ)
დისტილირებული წყალი
 H_2SO_4 - გოგირდმჟავა
კონცენტრირებული
 $Ba(OH)_2$ ბარიტის წყალი

ორგანული ნივთიერებები, რომლებიც ყოველწლიურად ხვდება ნიადაგში მცენარეთა და ცხოველთა ნაშთების, მკვდარი მიკროორგანიზმების სახით, ბიოქიმიური გარდაქმნების რთულ ციკლს გაივლის და საბოლოო ჯამში მინერალიზაციას განიცდის. ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციის პროცესი სხვადასხვა ჯგუფების მიკროორგანიზმების გავლენით ხდება ორგანული ნივთიერების შედგენილობიდან გამომდინარე. ამ დროს გამოიყოფა ნახშირორჟანგი, რომელსაც ნაწილობრივ მოიხმარენ ნიადაგის ავტოტროფული და ქემოსინთეზებული მიკროორგანიზმები, მისი უმეტესი ნაწილი კი ატმოსფეროში ხვდება. ნახშირბადის ნაერთებიდან მინერალიზაციას ყველაზე სწრაფად და ადვილად ნახშირწყლები - შაქრები და სახამებელი ექვემდებარება, გაცილებით უფრო ძნელად - პექტინი, უჯრედისი, ლიგნინი და ცხიმები.

ორგანული ნივთიერებების დაშლის სიჩქარე დამოკიდებულია აერაციის პირობებზე. აერობულ პირობებში ნახშირბადშემცველი ორგანული ნაერთები სრულად იჟანგება საბოლოო პროდუქტების - ნახშირორჟანგისა და წყლის წარმოქმნით:



ცდა 1. სპირტული დუდილი. დუდილისას CO_2 -ს გამოყოფა.

ანაერობულ პირობებში, ჟანგბადის უკმარისობის გამო ნახშირწყლები განიცდის დუდილის ტიპის დაშლას. ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება სხვადასხვა შუალედური პროდუქტი - სპირტები (ეთილის, ბუთილის, და სხვ.), ორგანული მჟავები (რძემჟავა, ძმარმჟავა, ქარვის მჟავა, პროპიონის მჟავა და სხვ.) და გაზისებრი ნივთიერებები - წყალბადი, ნახშირორჟანგი და სხვ. ამ პროცესში გაცილებით ნაკლები სითბური ენერგია გამოიყოფა, ვიდრე აერობული ჟანგვისას.

1. მოვამზადოთ 200 მლ შაქრის 10%-იანი ხსნარი და გავასტერილოთ ის 30 წუთის განმავლობაში მდუღარე წყლის აბაზანაზე 250 მლ მოცულობის კოლბაში, რომელსაც ბამბის ტამპონი ახურავს. გავიმეოროთ ეს ოპერაცია ორჯერ 1-საათიანი ინტერვალით.

2. 50 მლ კოლბაში ჩავასხათ 25 მლ სტერილური საკვები არე და დავუმატოთ 0,5 გრ მშრალი საფუარი. ამის შემდეგ დავხუფოთ კოლბა საცობით, რომელშიც ჩაყენებულია მეისელის ჩამკეტიანი გადამყვანი და რეზინის სარქველი. აწყობილი ხელსაწყო უნდა ავწონოთ, მოვათავსოთ თერმოსტატში $26 \pm 2^\circ \text{C}$ ტემპერატურაზე და გავაჩეროთ ერთი დღე-ღამის განმავლობაში.
3. 250 მლ კოლბაში ჩავასხათ 150 მლ შაქრის 10%-იანი ხსნარი, გავაცხელოთ წყლის აბაზანაზე იმ ტემპერატურამდე, რომელზეც საფუარის კულტივირება ხდება ($30\text{—}35^\circ \text{C}$) და შევიყვანოთ დასათესი მასალა, რომელიც ამ სამუშაოს მეორე პუნქტშია მომზადებული, 1,5 მლ ოდენობით.
4. კოლბას აფარებენ რეზინის საცობს გაზგამყვანი მილით. მილის ქვედა ბოლოს უშვებენ წყლიან ჭიქაში. CO_2 -ს შესაგროვებლად. (ნახ. 5.1.). დუღილის დასაჩქარებლად კოლბას ათავსებენ $30\text{--}35^\circ \text{C}$ ტემპერატურის წყლის აბაზანაზე. საფუარის ცხოველქმედების შედეგად 10-20 წუთის შემდეგ კოლბიდან იწყება CO_2 -ს გამოყოფა. მას აგროვებენ სინჯარაში და განსაზღვრვენ ბარიტიანი წყლის საშუალებით.



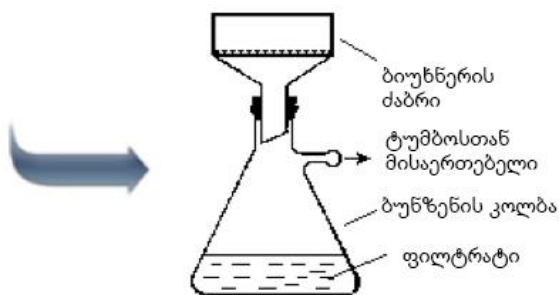
ნახ. 5.1. სპირტული დუღილისათვის განკუთვნილი, მეისელის ჩამკეტიანი გადამყვანით აღჭურვილი ხელსაწყო

5. გაზიან სინჯარაში უმატებენ 5-10 მლ ბარიტიან წყალს და ანჯღრევენ. ხდება რეაქცია $\text{CO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, რომლის შედეგადაც წარმოიქმნება ბარიუმის კარბონატის თეთრი ნალექი.
6. დუღილისას წარმოქმნილი CO_2 -ს რაოდენობის განსაზღვრისათვის კოლბას წონიან დუღილამდე და დუღილის შემდეგ. მიღებული სხვაობა გვიჩვენებს დუღილის შედეგად წარმოქმნილი CO_2 -ს რაოდენობას.

ცდა 2. სპირტული დუდილის პროდუქტების აღმოჩენა და მათი ოდენობების განსაზღვრა
ზოგიერთი ცვლადის მიხედვით (ტემპერატურა, დრო)

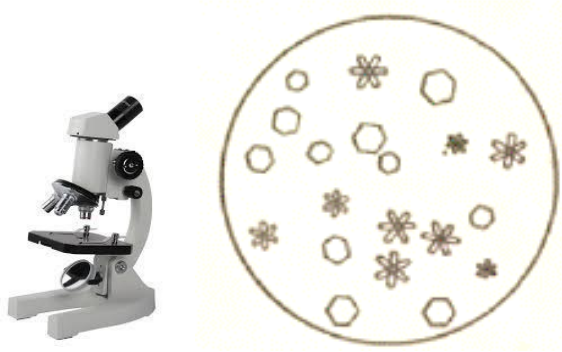
იოდოფორმის სინჯი. წინა ცდაში მომზადებული საკვები არე საფუარის მასალაით იყენებენ ეთილის სპირტზე სხვა თვისებითი რეაქციის ჩასატარებლად.

1. ამ რეაქციის შესასრულებლად 3-5 მლ ხსნარს უმატებენ დაახლოებით 0,1 გრ კრისტალურ იოდს და ურევნ ნარევს მის სრულ გახსნამდე.
2. შემდეგ უმატებენ 0,5 გრ NaOH-ს და აცხელებენ ამ ნარევს 60—70°C ტემპერატურის წყლის აბაზანაზე ხსნარის სრულ გაუფერულებამდე. **ტუტეებთან მუშაობისას დაიცავით უსაფრთხოების ტექნიკის წესები. ტუტეების კანზე მოხვედრა ქიმიურ დამწვრობას იწვევს!**
3. გაციებისას გამოიყოფა იოდოფორმის ყვითელი კრისტალური ნალექი (CH₃I) მისთვის დამახასიათებელი სუნით:



იოდოფორმის კრისტალების გაფილტვრა

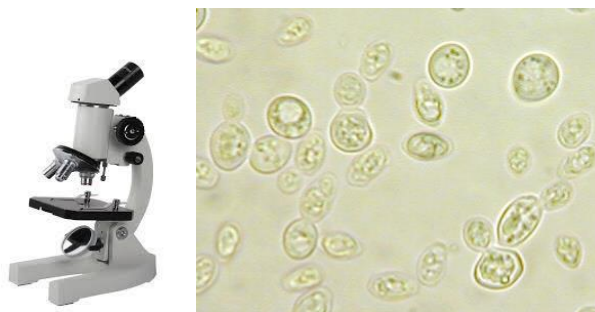
4. კრისტალებს მიკროსკოპით აკვირდებიან. მათ ვარსკვლავისა და ფიფქის ფორმა აქვთ (ნახ. 5.3).



იოდოფორმის კრისტალები მიკროსკოპით დაკვირვებისას

ცდა 3. საფუარის მიკროსკოპით დაკვირვება

დუდილის პროცესში მყოფ სითხის წვეთს მინის წკირით ათავსებენ სასაგნე მინაზე, აფარებენ საფარ მინას და აკვირდებიან მიკროსკოპით ობიექტივის საპაერო ან იმერსიული სისტემით. პრეპარატის გაბრტყელებული წვეთის მიკროსკოპირებისას კონდენსორი ოდნავ უნდა დავუშვათ. პრეპარატში უნდა მოიძებნოს გაყოფის სტადიაში მყოფი უჯრედები და ჩაიხატოს ისინი. (ნახ. 5.4).



ნახ. 5.4. საფუარი (*Saccharomyces cerevisiae*) გაყოფის სტადიაში

კითხვები თვითკონტროლისთვის:

1. ეთილის სპირტის რომელი თვისებითი რეაქციები შეისწავლეთ?
2. რომელი მიკროორგანიზმები იწვევს სპირტულ დუდილს?
3. რატომ გამოიყოფა CO_2 სპირტული დუდილისას?
4. რატომ მოათავსეს წყლის აბაზანაზე კოლბა, რომელშიც მკვებავი გარემო და საფუარი იყო?
5. რომელი რეაქცია იძლევა სპირტული დუდილისას ყვითელ კრისტალურ ნალექს?
6. იოდოფორმის როგორი კრისტალების დანახვა მოახერხეთ მიკროსკოპით?

ლაბორატორიული სამუშაო 6

რძემჟავური დუღილი

სამუშაოს მიზანი: გავეცნოთ რძემჟავური დუღილის პროცესსა და თვისებით რეაქციებს, აგრეთვე შევისწავლოთ ამ სახის დუღილის გამომწვევი ნივთიერებების მორფოლოგია.

აღჭურვილობა და რეაქტივები:

ოპტიკური
მიკროსკოპი



სასაგნე მინები



საფარი მინა



ქიმიური ჭიქა



ელექტროგამათბობელი



ლაბორატორიული
სასწორი



სინჯარების სადგამი



სინჯარები



თერმომეტრი



კონუსური
კოლბები
(ერლენმეიერის)
მიხეხილი
საცობებით
ქაღალდის
ფილტრები



სადგამი



სპირტქურა



მინის ძაბრი



ლითონის ბადე



ტემპერატურის და
pH-ის
ციფრული გამზომი



ცხიმგაცლილი რძე
შრატი
გამოხდილი წყალი
ლაკმუსის ქაღალდი
მეთილენის ლურჯი

ფენოლფტალეინის ხსნარი
90 %-იანი ეთანოლი
დიეთილეთერი

რძემჟავურ დუღილს იწვევს რძემჟავა ბაქტერიები ანუ ლაქტობაქტერიები – რძის წარმოებისათვის ყველაზე მნიშვნელოვანი ჯგუფის ბაქტერიები.

ნედლი რძის pH უდრის 6,3-6,7-ს. შენახვისას რძემჟავური დუღილის შედეგად მასში წარმოიქმნება რძემჟავა. თუ რძე ამჟავებას იწყებს, მისი pH თანდათანობით ეცემა.

რძის pH-ის განსაზღვრა შეიძლება ელექტრო pH-მეტრის საშუალებით. ანალიზის ჩასატარებლად საკმარისია ხელსაწყო რძიან ჭურჭელში მოვათავსოთ და ხელსაწყოს მონიტორზე გამოისახება pH სიდიდე.

6,3-ზე დაბალი pH იმის მანიშნებელია, რომ რძემ უკვე დაიწყო ამჟავება, ხოლო 6,3-ზე მეტი pH მიუთითებს, რომ რძეს დამატებული აქვს ნივთიერებები, რომლებიც მის ნაადრევ ამჟავებას აფერხებს, მაგალითად სოდა.

ხარისხიანი რძის ნაწარმისთვის დამახასიათებელია pH-ის შემდეგი მნიშვნელობები: კეფირი - 4,85-4,65; ხაჭოს შრატი - 4,3-4,6; იოგურტები - 4,0-4,3.

გარემო პირობების მიხედვით (pH, ტემპერატურა, CO₂-ს, O₂-ს არსებობა და სხვა) ჰომოფერმენტაციული რძემჟავური დუღილისას გვერდითი პროდუქტების სახით გარდა რძემჟავისა მცირე რაოდენობით წარმოიქმნება აქროლადი და არააქროლადი ორგანული მჟავები, სპირტები, გლიცერინი, აცეტონი, დიაცეტილი, ბუთილენგლიკოლი და სხვა ნაერთები, რომლებიც რძემჟავა პროდუქტებს სპეციფიკურ არომატს ანიჭებს.

რძემჟავის პროდუცენტი მიკროორგანიზმის სახით ამ ლაბორატორიულ სამუშაოში შემოთავაზებულია შემდეგი სახის ლაქტობაქტერიები, რომლებსაც მაღალი მჟავაწარმოქმნის უნარი ახასიათებთ: *Lbm.delbrueckii ssp bulgaricum*, *L. acidophilum*, *L. casei*, *L. lactic ssp lactic*, აგრეთვე ამ მიკროორგანიზმების კულტურათა ნაზავები ან მაწვნის დედო.

ცდა 1. რძემჟავის მიღება

სამუშაოს შესრულების წესი:

მიკრობული სინთეზის მეთოდით რძემჟავის მისაღებად საკვებ არედ იყენებენ ნებისმიერ რძის ნედლეულს (ცხიმგაცილილი რძე, შრატი).

1. რძის ნედლეულის პასტერიზება ხდება 80-85 °C ტემპერატურაზე 20 წამის განმავლობაში, შემდეგ მას აგრილებენ შედედების ტემპერატურამდე. შედედებისათვის იმ ტემპერატურულ რეჟიმებს იყენებენ, რომლებიც გამოყენებული დედოს სახეობას შეესაბამება.
2. შემდეგ 500 სმ³ მოცულობის კონუსურ კოლბაში ათავსებენ 250 სმ³ გამზადებულ რძის ნედლეულს და უმატებენ დედოს, რძის ნედლეულის მასის 0,5 % ის ოდენობით. ნიმუშს ურევინ და ათავსებენ თერმოსტატში იმ ტემპერატურაზე, რომელიც ოპტიმალურია შერჩეული სახის ბაქტერიების გამრავლებისა და დუღილის პროცესის წარმოებისათვის.
3. დუღილის პროცესში აკონტროლებენ მჟავიანობის ცვლილებას. დაკვირვებას აგრძელებენ მასწავლებლის მიერ მოცემული დროის განმავლობაში. დუღილის

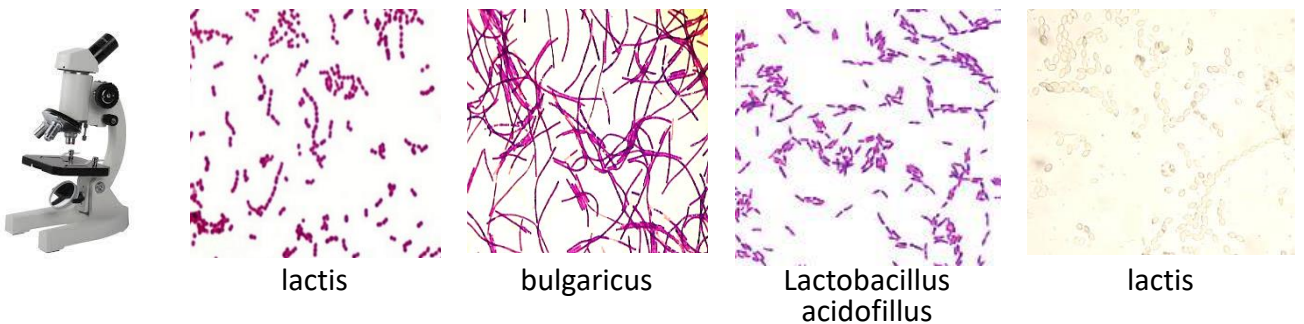
პროცესში ხდება ნიმუშებში მჟავიანობის დინამიკის შეფასება. ამისათვის იზომება სინჯის pH დედოს შეყვანის შემდეგ და პროდუცენტი მიკროორგანიზმის კულტივირების განმავლობაში ყოველი საათის გამოტოვებით (ნახ. 6.1).



ნახ. 6.1. pH-ის ციფრული გამოზომი

ცდა 2. დაკვირვება საფუარა სოკოზე

1. რძემჟავა ბაქტერიების მიკროსკოპით შესწავლისას პრეპარატები მჟავე რძისგან მზადდება. სტერილურ სასაგნე მინაზე ბაქტერიოლოგიური მარყუქით ათავსებენ რძის შრატს გამოხდილი წყლის წვეთში.
2. დამზადებულ ნაცხს აშრობენ და აფიქსირებენ სპირტის და დიეთილის ეთერის ნარევით (1:1). ეს ნარევი რამდენჯერმე უნდა დავიტანოთ და თითო წუთით გავაჩეროთ. ასეთი ფიქსაციისას ბაქტერიები იხოცება და შუშას ეკრობა, გარდა ამისა ხდება იმ ცხიმის მოცილება, რომელიც ბაქტერიების მიკროსკოპირებას უშლის ხელს.
3. შემდეგ პრეპარატს ღებავენ მეთილენის ლურჯში. 2-3 წუთის განმავლობაში, რეცხავენ გამოხდილი წყლით და მიკროსკოპით აკვირდებიან. პრეპარატზე შეიმჩნევა რძის სტრეპტოკოკები *Streptococcus lactis*, გრძელი ჩხირისებრი ბაქტერიები *Lactobacillus bulgaricus*, *L. acidophilus*. თუ პრეპარატი იმ აფსკისგანაა დამზადებული, რომელიც რძის ზედაპირზე წარმოიქმნება, მასზე კარგად ჩანს რძის ობის *Oidium lactis* დიდი უჯრედები (ნახ. 6.3).



ნახ. 6.2. რძემჟავური დუღილის გამომწვევი ბაქტერიები

კითხვები თვითკონტროლისათვის:

1. რომელი მიკროორგანიზმები იწვევს რძემჟავურ დუღილს?
2. რა გარემო პირობებია საჭირო რძემჟავური დუღილისთვის?
3. რძემჟავური დუღილის გამომწვევი რომელი ბაქტერიების დაკვირვება მოახერხეთ

თემა 5. ფერმენტული აქტივობა

ლაბორატორიული სამუშაო 7

გარემო ფაქტორების ზეგავლენა ფერმენტულ აქტივობაზე

სამუშაოს მიზანი: დავადგინოთ, რა სახის ზეგავლენას ახდენს გარემო ფაქტორები მცენარეული და ცხოველური უჯრედების ფერმენტების აქტივობაზე.

აღჭურვილობა და რეაქტივები:

სინჯარები



სინჯარების
სადგამი



კოლბა



ოპტიკური
მიკროსკოპი



სასაგნე მინები



საფარი მინა



პეტრის ფინჯანი



ფილტრის
ქაღალდი



საპრეპარატორო
ნემსი



პინცეტი



სკალპელი



მინის წკირი



ელოდეა

უმი და მოხარშული

კარტოფილი

უმი და მოხარშული ხორცი

სახამებლის ხსნარი

საქაროზის ხსნარი 20%

NaOH 0,1N ნატრიუმის ტუტე

თერმომეტრი

H₂O - წყალი

წყალბადის ზეჟანგის H₂O₂ 3 %-იანი ხსნარი

იოდის ხსნარი

ფელინგის სითხე

HCl 20%-იანი მარილმჟავა

HCl კონცენტრირებული მარილმჟავა

საათი

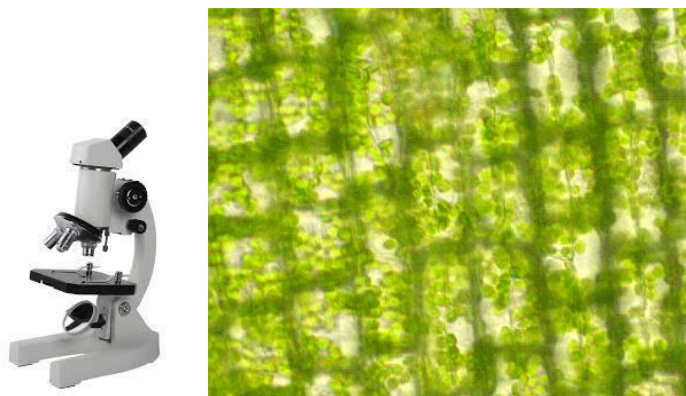
ცდა 1. კატალაზას მოქმედება წყალბადის ზეჟანგზე

ეს ცდა საშუალებას გვაძლევს გამოვავლინოთ ფერმენტ კატალაზას მოქმედება წყალბადის ზეჟანგზე და პირობები, რომლებშიც ის ფუნქციონირებს; გამოვავლინოთ ფერმენტ კატალაზას მოქმედება მცენარეულ და ცხოველურ ქსოვილებში, აგრეთვე შევადაროთ ნატურალურ და მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით დაზიანებულ ქსოვილებში ფერმენტული აქტივობა.

წყალბადის ზეჟანგი შხამიანი ნივთიერებაა, რომელიც უჯრედში წარმოიქმნება მისი ცხოველქმედების პროცესში. რიგი ტოქსიკური ნივთიერებების უვნებელყოფის პროცესში მონაწილეობისას მას შეუძლია თვითმოწამლვის გამოწვევა (ცილების, კერძოდ კი ფერმენტების დენატურაცია). H_2O_2 -ს დაგროვებას ხელს უშლის ფერმენტი **კატალაზა**, რომელიც გავრცელებულია აერობულ პირობებში არსებობის უნარის მქონე უჯრედებში. ფერმენტი კატალაზა, რომელიც H_2O_2 -ს წყლად და ჟანგბადად ხლეჩს $2H_2O_2=2H_2O+O_2$, უჯრედში დამცავ ფუნქციას ასრულებს.

სამუშაოს შესრულების წესი:

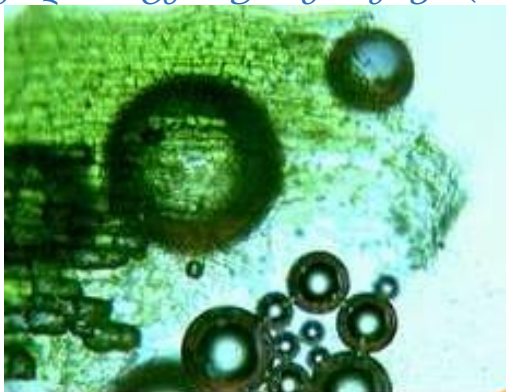
1. აიღეთ 4 სინჯარა, ჩაასხით თითოეულში 2 მლ წყალბადის ზეჟანგის 3%-იანი ხსნარი (H_2O_2).
2. პეტრის ფინჯნიდან პინცეტით აიღეთ უმი ხორცის ნაჭერი და ჩაუშვით პირველ სინჯარაში. *გამოიყოფა გაზის ბუშტუკები*
3. სინჯარის პირთან მიიტანეთ მბჟუტავი კვარი. ჩანს, როგორ როგორ ააღდება და იწვის კვარი.
4. მეორე სინჯარაში უმი კარტოფილის ნაჭერი ჩაუშვით და მიუახლოვეთ მბჟუტავი კვარი. *აქაც დავინახავთ, როგორ გამოიყოფა გაზის ბუშტუკები და ააღდება კვარი.*
5. მესამე და მეოთხე სინჯარაში ჩაუშვით მოხარშული ხორცისა და კარტოფილის ნაჭრები. *აქ არაფერი არ მოხდება, რადგან ხარშვისას ფერმენტები იშლება და ვეღარ ახდენს წყალბადის ზეჟანგის დაშლის რეაქციის კატალიზაციას.*
6. სასაგნე მაგიდაზე საპრეპარატო ნემსით გაასწორეთ ელოდეას ფოთოლი და საფარი მინა დაადეთ. დააკვირდით მიკროპრეპარატს მიკროსკოპით. (ნახ. 7.1).



ნახ.7.1. კანადური ელოდეას ფოთოლი მიკროსკოპით დაკვირვებისა

7. დააწვეთეთ საფარი მინის კიდეზე წყალბადის ზეჟანგის(H_2O_2) 3%-იანი ხსნარის ერთი წვეთი, მეორე მხრიდან კი ფილტრის ქაღალდის საშუალებით წყალი მოაცილეთ.

როდესაც ელოდეთ ფოთლის უჯრედებს წყალბადის ზეჟანგს (H_2O_2) ვუმატებთ, შეინიშნება უჯრედებიდან ჟანგბადის ინტენსიური გამოყოფა. (ნახ. 7.2).



ნახ. 7.2. წყალბადის ზეჟანგის დაშლა ელოდეთ ფოთოლში არსებული ფერმენტების დახმარებით (გაზის ბუშტუკების გამოყოფა)

კითხვები თვითკონტროლისათვის:

1. შეავსე ცხრილი

ობიექტი	მოვლენები, რომლებსაც სინჯარაში ვაკვირდებით	დაკვირვებათა განმარტება
უმი ხორცი		
უმი კარტოფილი		
მოხარშული ხორცი		
მოხარშული კარტოფილი		

2. რომელი ფაქტორები ახდენს გავლენას ფერმენტების მუშაობაზე? მოიყვანეთ მაგალითები.

ცდა 2. ნერწყვის ამილაზას მოქმედება სახამებელზე. გარემო ფაქტორების გავლენა ფერმენტების აქტიურობაზე

ეს ცდა გვიჩვენებს, რომ ნერწყვში არის ფერმენტები, რომლებიც სახამებელს შლის. შეგვიძლია ვნახოთ, რა ცვლილებებს განიცდის სახამებელი ნერწყვის ფერმენტების ზემოქმედებით.

ამილაზა – ნერწყვში არსებული ფერმენტი, შლის სახამებელს დისაქარიდ მალტოზამდე, $C_{12}H_{22}O_{11}$. ამილაზა, როგორც ცილოვანი ბუნების ნივთიერება, მხოლოდ მკაცრად განსაზღვრულ პირობებში მოქმედებს. ოპტიმალური ტემპერატურა ადამიანის სხეულის ტემპერატურაა. ($36-39^{\circ}C$), უფრო მაღალი ტემპერატურა დენატურაციას-მესამეული და ნაწილობრივ მეორეული სტრუქტურის რღვევას იწვევს, შედეგად კი

ბიოლოგიური ფუნქციის მოშლას. ამილაზა პირის ღრუს სუსტ ტუტოვან გარემოში მოქმედებს, მჟავა გარემო ფერმენტის მოქმედების მოშლას იწვევს. 50°C-ზე მაღალი ტემპერატურის პირობებში ამილაზა აქტიურობას კარგავს, სახამებლის ჰიდროლიზი აღარ ხდება.

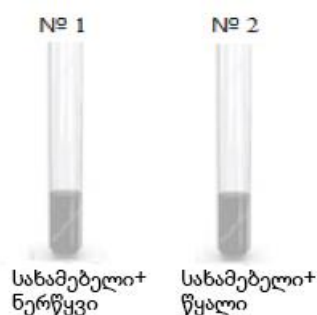
სამუშაოს შესრულების წესი:

1. მოამზადეთ ცდისთვის საჭირო ლაბორატორიული ჭურჭელი ნახ. 7.3.-ს მიხედვით



ნახ. 7.3. ამილაზას ხსნარის მოსამზადებელი ლაბორატორიული ჭურჭელი

2. 1-2 ჯერ გამოივლეთ წყალი პირის ღრუში, შემდეგ 3-5 წუთის განმავლობაში გამოივლეთ გამოხდილი წყალი და შეაგროვეთ ნერწყვის ხსნარი კოლბაში. დაუმატეთ სინჯარაში წყალი 50 მლ მოცულობამდე. მიღებული ხსნარი შეიცავს ფერმენტ ამილაზას.
3. აიღეთ სინჯარების სადგამიდან 2 სინჯარა და დანომრეთ ისინი. თითოეულში ჩაასხით 2 მლ სახამებლის ხსნარი.
4. №1 სინჯარაში ჩაატაეთ 0,5მლ მოცულობის ნერწყვის ხსნარი, რომელიც ფერმენტ ამილაზას შეიცავს, ხოლო №2 სინჯარაში - 0,5 მლ გამოხდილი წყალი (ნახ. 7.4). აურიეთ სინჯარების შიგთავსი მინის წკირით. მორევიდან 30 წამის შემდეგ 1 და 2 სინჯარებიდან აიღეთ მიღებული ხსნარის წვეთი, შეურიეთ სასაგნე მინაზე დაწვეთებულ იოდის ხსნარს და შეამოწმეთ სახამებლის შემცველობაზე. თუ სახამებელი კიდევ არის, ხსნარი უნდა შემოწმდეს ყოველი 30 წამის შემდეგ, იქამდე, სანამ არ დაადგენთ, რომ ხსნარში სახამებელი აღარ არის.



ნახ. 7.4. ცდის სქემა

5. სადგამიდან აიღეთ კიდევ 2 სინჯარა და დანომრეთ ისინი. თითოეულ სინჯარაში ჩაასხით 2 მლ სახამებლის ხსნარი. №1 სინჯარაში დაუმატეთ ნერწყვის 0,5 მლ მოცულობის ხსნარი, რომელიც ამილაზას ფერმენტს შეიცავს, №2 სინჯარაში კი ჩაუმატეთ 0,5 მლ მოცულობის გამოხდილი წყალი.

სინჯარები, რომლებშიც მომზადებული ხსნარები ასხია, მოათავსეთ მინის წყლიან ჭიქებში, რომელთაგან ერთში ყინულის მეშვეობით გაცივებული წყალია, მეორეში კი - თბილი წყალი (35-40°C). ყოველ 30 წამში ამოიღეთ სახამებლის ხსნარის და ფერმენტის ნაზავის თითო წვეთი და შეურიეთ სასაგნე მინაზე დაწვეთებულ იოდის წვეთს. ეს იქამდე იმეორეთ, სანამ არ აღმოაჩენთ, რომ ხსნარში სახამებელი გაქრა. შეავსეთ ცხრილი.

სინჯარის №	სინჯარის შიგთავსი	გარემოს ტემპერატურა	იოდის რეაქციის შედეგი
1	სახამებელი + ნერწყვი	35-40 °C	
2	სახამებელი+ ნერწყვი	სიცივე	

კითხვები თვითკონტროლისათვის:

1. რომელ სინჯარებშია იოდის რეაქცია უარყოფითი? რატომ?
2. რატომ არის, რომ ფერმენტების აქტიური ფუნქციონირება მხოლოდ ტემპერატურის, pH-ის და სხვა ფაქტორების გარკვეულ დიაპაზონში ხდება?
3. მოხდება თუ არა სახამებლის ჰიდროლიზი, თუ მის ხსნარს 50°C-ზე მეტად გავაცხელებთ?

ცდა 3. საქაროზას ფერმენტული ჰიდროლიზი

ნახშირწყლები – მცენარეებში ფართოდ გავრცელებული ორგანული ნივთიერებებია. ისინი მცენარეებში უჯრედების და ქსოვილების წარმოქმნისათვის ასევე სუნთქვისათვის გამოიყენება. ბევრი მცენარისათვის ნახშირწყლები სამარაგო ნივთიერებებს წარმოადგენს.

ყველა ნახშირწყალი ორ ჯგუფად იყოფა:

1. მარტივი ნახშირწყლები ანუ მონოსაქარიდები, რომელთაც ჰიდროლიზის უნარი არ აქვთ;
2. რთული ნახშირწყლები ანუ პოლისაქარიდები, რომლებიც განიცდიან ჰიდროლიზს და მონოსაქარიდის რამოდენიმე მოლეკულას წარმოქმნიან.

ყველა მონოსაქარიდი რედუცირებადია, ანუ გააჩნიათ აღმდგენი თვისებები. მარედუცირებელ შაქრებზე დამახასიათებელი რეაქციაა ფელინგის სითხის აღდგენის რეაქცია. საქაროზა წარმოადგენს $C_{12}H_{22}O_{11}$ დისაქარიდს . საქაროზამ შეიძლება განიცადოს ჰიდროლიზი. ჰიდროლიზი - ფერმენტაციული პროცესია. საქაროზას ჰიდროლიზი ხდება ფერმენტ საქარაზის (ინვერტაზის) მოქმედებით.

ფერმენტ საქარაზას შეიცავს მცენარეთა უმრავლესობა. ყველაზე მეტად აქტიურ საქარაზას შეიცავს საფუარის უჯრედები, რომლებიდანაც ის ადვილად მიიღება (ახალ საფუარს თხელ ფენად უსვამენ მინაზე და ჰაერზე აშრობენ. ხმელ საფუარს ჩამოფხეკენ მინიდან, ნაყავენ როდინში და ღებულობენ წვრილად დაფქვილ ფხვნილს. 0,5 გრ ოდენობის საფუარის ფხვნილს დასრესენ 2 მლ წყალში, სითხეს ფილტრავენ პატარა

ნაკეცებიან ფილტრში და ხმარობენ როგორც საქაროზას ხსნარს).

საქარაზას აქტიურობა შეიძლება გავაკონტროლოთ ჰიდროლიზის პროდუქტების რაოდენობის მიხედვით, რომლებიც გარკვეული დროის მანძილზე წარმოიქმნება და რომელთა არსებობაც ფელინგის სითხის მეშვეობით დგინდება, - ილექება სპილენძი (I)-ისოქსიდის ნალექი დაილექოს. (ფელინგის რეაქტივი ანუ ფელინგის სითხე *მზადდება მცირე ოდენობით ყოველი ლაბორატორიული სამუშაოს წინ*: კოლბაში ასხამენ 100 მლ წყალს, ამატებენ 1,8 გრ სეგნეტის მარილს და ნგრ ნატრიუმის ჰიდროქსიდს. მეორე კოლბაში 100 მლ წყალში უნდა გაიხსნას 3,5 გრ სპილენძის სულფატი $\text{CuSO}_4(\text{II})$. სეგნეტის მარილის ტუტე ხსნარს ურევენ იგივე ოდენობის სპილენძის სულფატის ხსნარს (II). მიიღება მუქი ლურჯი გამჭვირვალე ხსნარი, რომელსაც დამჟანგველი თვისებები აქვს.

საქაროზის ჰიდროლიზის, როგორც ფერმენტული რეაქციის სიჩქარე გარემო პირობებზეა დამოკიდებული.

სამუშაოს შესრულების წესი:

1. გავამზადოთ 12 სინჯარა და გავუკეთოთ წარწერები (3 -3 სინჯარა ცდის ყოველი ვარიანტისათვის).
2. ჩავასხათ თითოეულ სინჯარაში საქაროზის 10 მლ 20 %იანი ხსნარი.
3. საქაროზიან სინჯარებში ჩავასხათ (ცხრილის შესაბამისად) საჭირო რაოდენობის წყალი, მჟავა (0,1 H HCl) ან ტუტე (0,1 H NaOH). **სამუშაოს შესრულებისას დაიცავით უსაფრთხოების ტექნიკის წესები, რადგან მუშაობისას გამოიყენება კონცენტრირებული მჟავა !!!**
4. შევიყვანოთ სინჯარაში ფერმენტისა და არაორგანული კატალიზატორის (მარილმჟავას) აუცილებელი რაოდენობა, კარგად ავურიოთ და მოვათავსოთ სინჯარები ცხრილში მითითებულ ტემპერატურულ პირობებში 40-50 წუთით.
5. მოვამზადოთ სამი სინჯარა ფელინგის სითხით: 3 სინჯარიდან თითოეულში ჩავასხათ 2-2 მლ ფელინგის სითხე და გამოხდელი წყალი.
6. გარკვეული დროის შემდეგ განვსაზღვროთ საქარაზის ან არაორგანული კატალიზატორის აქტივობა შემდეგი ხერხით: სამ სინჯარაში, რომელშიც ფელინგის სითხის ხსნარი დუდილის ტემპერატურამდეა მიყვანილი, წვეთ-წვეთად (რიგრიგობით) ჩავასხათ საცდელი ხსნარების სითხე ფელინგის სითხის ხსნარის სრულ გაწითლებამდე.

შედეგები შევიტანოთ ცხრილში:

ვარიანტის №	ვარიანტი	სინჯარის №	10 მლ საქაროზაში შეაქვთ			კატალიზატორი	ცდის პირობები	ფელონგის სითხის რეაქციისათვის გამოყენებული ხსნარის წვეთების რაოდენობა
			წყალი	0,1 H HCl	0,1 H NaOH			
1	ტემპერატურის გავლენა	1	4			ფერმენტი, 1 მლ	18-20°C	
		2	4			ფერმენტი, 1 მლ	40-45°C	
		3	4			ფერმენტი, 1 მლ	100°C	
2	ტემპერატურის გავლენა არაორგანულ კატალიზატორ ზე	1	5			2 წვეთი კონცენტრირებული HCl	18-20°C	
		2	5			2 წვეთი კონცენტრირებული HCl	40-45°C	
		3	5			2 წვეთი კონცენტრირებული HCl	100°C	
3	pH გარემოს გავლენა	1		4		ფერმენტი, 1მლ	40-45°C (pH 4,5)	
		2	4			ფერმენტი, 1მლ	40-45°C (pH 6,5)	
		3			4	ფერმენტი, 1მლ	40-45°C (pH 7,5)	
4	ფერმენტის რაოდენობის გავლენა	1	4			ფერმენტი, 1მლ	40-45°C	
		2	3			ფერმენტი, 2მლ	40-45°C	
		3	1			ფერმენტი, 4მლ	40-45°C	

კითხვები თვითკონტროლისათვის:

1. გარემოს რა პირობები მოახდენს გავლენას ჰიდროლიზზე?
2. გარემოს რომელი რეაქციაა ყველაზე ხელსაყრელი საქარაზას ოპტიმალური მუშაობისათვის?
3. როგორი ტემპერატურაა ყველაზე ხელსაყრელი საქარაზას ოპტიმალური მუშაობისათვის?

თემა 6. ფოტოსინთეზი

ლაბორატორიული სამუშაო 8 ფოტოლის ტესტირება საქაროზას შემცველობაზე

სამუშაოს მიზანი: გამოვავლინოთ მწვანე მცენარეებში ფოტოსინთეზის პროდუქტი - სახამებელი.

აღჭურვილობა და რეაქტივები:

სფერული მინა
დაკვირვებისათვის



ქიმიური
ჭიქა



ელექტრო
გამათბობელი



სინჯარები



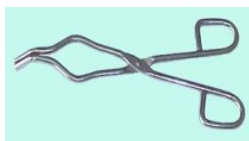
სინჯარების
სადგამი



პინცეტი



მაშა



პლასტმასის
დანაყოფებიანი
პიპეტები



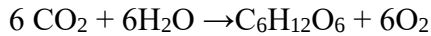
ნემსიწვერას მწვანე
ფოთლები



იოდის 2%-იანი
ხსნარი
90%-იანი
ეთანოლი

ფოტოსინთეზი ეწოდება ორგანული ნაერთების სინთეზის პროცესს, რომელიც მიმდინარეობს მზის სხივური ენერგიისა და ქლოროფილის მონაწილეობით. ეს რთული და მრავალსაფეხურიანი პროცესი იწყება ქლოროფილის მოლეკულის მიერ სინათლის კვანტების შთანთქმით. ქლოროფილის მწვანე ფერი განპირობებულია მზის სინათლის წითელი და იისფერი სხივების შთანთქმით. ფოტოსინთეზის სინათლის ფაზა იწყება იმ მომენტიდან, როცა ქლოროფილი შთანთქავს მზის შუქს. ფოტოსინთეზის სინათლის სტადიისათვის დამახასიათებელია ენერგიის გარდაქმნა - ქლოროფილის ელექტრონების აღზნება, წყლის ფოტოლიზი, ატფ-ის (ადენოზინტრიფოსფატი) წარმოქმნა და ნადფ-ის (ნიკოტინამიდადენინდინუკლეოტიდფოსფატი) აღდგენა. შემდეგ მოდის

ფოტოსინთეზის ბნელი ფაზა, რომლისთვისაც სინათლე არ არის საჭირო. ატფ-ის ენერგიის ხარჯზე, რომელიც სინათლის რეაქციების დროს წარმოიქმნება, ხდება წყალბადის CO₂-სთან შეერთება. სპეციფიკური ფერმენტების მონაწილეობით მიმდინარე რიგი რეაქციების შემდეგ წარმოიქმნება სხვადასხვა ნაერთები, რომელთა შორისაც პირველი ადგილი უკავიათ ნახშირწყლებს. ფოტოსინთეზის პროცესი გამოისახება ჯამური განტოლებით:



იმის დასადგენად, წარმოებდა თუ არა ფოტოსინთეზის პროცესები, აუცილებელია ამ პროცესების რომელიმე პროდუქტის იდენტიფიცირება. ფოტოსინთეზის პროდუქტებს შორის ერთ-ერთი პირველი უმნიშვნელოვანესი შენაერთია ფოსფორგლიცერინის მჟავა, რომელიც შემდეგ სხვა ნაერთებად გარდაიქმნება, მათ შორის შაქრებად, რომლებიც სახამებელს შეადგენენ. სწორედ სახამებლის გამოვლენა შეიძლება იყოს იმის ინდიკატორი, რომ ფოტოსინთეზი მოხდა.

სამუშაოს შესრულების წესი:

1. იმისათვის, რომ ქლოროფილის მწვანე ფერმა არ შენიღბოს ცდის პროცესში ფოთლის შეფერილობის ცვლილება, ის წინასწარ უნდა გავაუფერულოთ. ამისთვის ამ ფოთოლს ათავსებენ სინჯარაში და ასხამენ 4-6 მლ 90%-იან ეთანოლს. (ნახ. 8.1).



ნახ. 8.1. ფოთლის გაუფერულება

2. სინჯარას ათავსებენ მდუღარე წყლის აბაზანაში. ამისათვის თერმოგამძლე ჭიქაში ასხამენ წყალს, უშვებენ მასში ფოთლიან სინჯარას და დგამენ ჭიქას ელექტროგამათბობელზე. **გამათბობელ ხელსაწყოებთან მუშაობისას დაიცავით უსაფრთხოების ტექნიკის მოთხოვნები!** ფოთლებს ამ პირობებში აჩერებენ სრულ გაუფერულებამდე.
3. გაუფერულებულ ფოთოლს რეცხავენ ცხელი წყლით, რომ მეთანოლი მოაცილონ და ქსოვილები დარბილდეს. შემდეგ ფოთოლს გაასწორებენ პეტრის ფინჯანში ან კაფელის ფილაზე და ფრთხილად ასხამენ იოდის ხსნარს, ისე, რომ სრულად დაიფაროს. (ნახ. 8.2). აკვირდებიან, როგორ იღებება მუქ ლურჯად ფოთლის ის უბნები, რომლებიც სახამებელს შეიცავს.



ნახ. 8.2. ფოთლის შეღებვა მუქ ლურჯად იოდის ხსნარის ზემოქმედებით

4. ცდის შედეგებს იხატავენ. ჩამოყალიბებულ დასკვნებს იწერენ.

კითხვები თვითკონტროლისათვის:

1. რა პროცესის შედეგად წარმოიქმნება ფოთოლში სახამებელი?
2. რაზე მეტყველებს ფოთლის ფერის ცვლილება იოდის ხსნარის ზემოქმედებით?

ლაბორატორიული სამუშაო 9

ფაქტორები, რომლებიც ფოტოსინთეზის სიჩქარეზე ახდენენ გავლენას (ტემპერატურა, სინათლე, ნახშირორჟანგი)

სამუშაოს მიზანი: ვაჩვენოთ, რამდენადაა დამოკიდებული ფოტოსინთეზი, მისი პროდუქტიულობა ფოთლის სხვადასხვა განათებასა თუ ჰაერში ნახშირორჟანგის შემცველობაზე.

აღჭურვილობა და რეაქტივები:

თერმომეტრები



ქიმიური
ჭიქები



მინის ძაბრები



სკალპელი



ელექტროგამათბობელი



სინჯარები



სინჯარების სადგამი



პინცეტი



მაშა



პლასტმასის
დანაყოფებიანი
პიპეტები



ელოდეას რტოები



კოლბები



კრისტალური NaHCO_3 (სასმელი სოდა)
ონკანის წყალი
ადუღებული წყალი

დღის სინათლის ნათურები

ცდა 1. ტემპერატურის გავლენა ფოტოსინთეზზე

1. ელოდეას რტოს, რომელსაც სადი წვერო აქვს, გადანაჭერი ადგილით ზემოთ ათავსებენ სინჯარაში, რომელშიც ოთახის ტემპერატურის წყალი ასხია და მცირეოდენი სოდაა ჩამატებული. მოვიცადოთ, სანამ ბუშტუკების რაოდენობა გათანაბრდება და შემდეგ დავითვალოთ ისინი ხუთი წუთის განმავლობაში.
2. იგივე სინჯარა წყლითა და ელოდეას რტოთი მოვათავსოთ ჭურჭელში, რომელშიც გაცივებული წყალი ასხია. მოვიცადოთ სამი წუთი და დავითვალოთ გაზის ბუშტუკების რაოდენობა 5 წუთის განმავლობაში.
3. შემდეგ მოვათავსოთ ჭურჭელში, რომელშიც 30 გრადუსამდე შემთბარი წყალი ასხია, 3 წუთი მოვიცადოთ და დავითვალოთ გაზის ბუშტუკების რაოდენობა 5 წუთის განმავლობაში.

ყურადღება! სამივე შემთხვევაში სინათლის წყაროსგან დაშორება უცვლელი უნდა იყოს. გავაკეთოთ შესაბამისი დასკვნები და შედეგები რვეულში ჩავიწეროთ.

ცდა 2. განათების გავლენა ფოტოსინთეზზე

1. იგივე სინჯარას წყლითა და ელოდეას რტოთი ერთნაირი და უცვლელი ტემპერატურის პირობებში სინათლის წყაროდან 10 სმ-ის მანძილზე ათავსებენ. დავითვალოთ ბუშტუკების რაოდენობა 3 წუთის განმავლობაში, შედეგები ჩავიწეროთ.
2. სინჯარას ათავსებენ კედლის ნათურიდან 20 სმ-ის დაშორებით. დავითვალოთ ბუშტუკების რაოდენობა 3 წუთის განმავლობაში, შედეგები ჩავიწეროთ.
3. ამის შემდეგ სინჯარას ათავსებენ კედლის ნათურიდან 30 სმ-ის დაშორებით. ითვლიან ბუშტუკების რაოდენობას 3 წუთის განმავლობაში, შედეგებს იწერენ.

- წარმოქმნილი გაზის ბუშტუკების რაოდენობებს ადარებენ იმის მიხედვით, თუ როგორი იყო სინათლის წყაროსაგან დაშორება, და აკეთებენ დასკვნებს განათების ფოტოსინთეზზე გავლენის შესახებ.

ცდა 3. ნახშირორჟანგის (CO₂) გავლენა ფოტოსინთეზზე

- ავიღოთ ლაბორატორიული ხელსაწყოები და მასალები ნახ. 9.1.-ის მიხედვით. ელოდვას რამდენიმე რტო გადანაჭრებით ზემოთ მოვათავსოთ განიერ ჭიქაში და ძაბრი დავახუროთ.



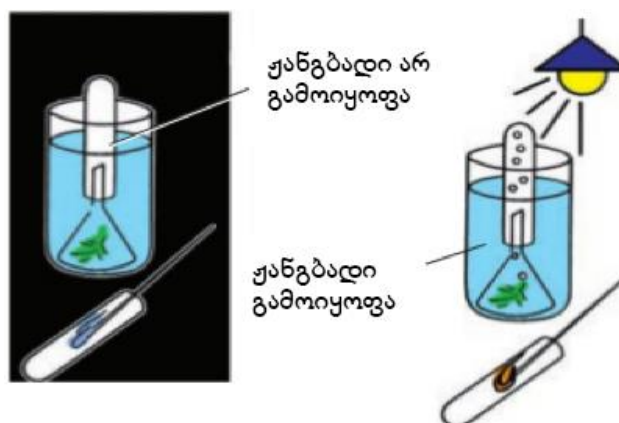
ნახ. 9.1. აღჭურვილობა და მასალები ცდისათვის

- შემდეგ ავიღოთ წყლიანი სინჯარა, დიდი თითით თავი დავუცოთ და წყალქვეშ ძაბრის წვრილ ბოლოს დავადოთ (იხ. ნახ.9.2). წყალში ცოტაოდენი (სკალპელის წვერით აღებული) NaHCO₃ ჩავამატოთ, რომელიც ნახშირორჟანგის წყაროდ გამოიყენება:



- ჭიქა, რომელშიც სინჯარა და მცენარეა მოთავსებული, სინათლის წყაროს ქვეშ მოვათავსოთ (მზის ან ძლიერი ელექტრონათურის შუქზე). ასიმილაცია თვალსაჩინო გახდება იმის მიხედვით, თუ როგორ გამოიყოფა გაზის ბუშტუკები, რომელიც სინჯარაში იწყებს დაგროვებას და წყლის გამოდევნას.

ფოტოსინთეზის ძირითადი განტოლების თანახმად გამოიყოფა ჟანგბადი. იმისათვის, რომ ამაში დავრწმუნდეთ, წყალქვეშ ფრთხილად უნდა მოვაცილოთ სინჯარა ძაბრს, ისე, რომ სინჯარა დიდი თითით გვექონდეს დაცული, ამოვიღოთ სინჯარა წყლიდან, გადმოვატრიალოთ და მივუტანოთ ახლოს მბჟუტავი კვარი, რომელიც ჟანგბადის წყალობით მკვეთრი ალით დაიწყებს წვას. (ნახ. 9.2).



ნახ. 9.2. ელოდვას მიერ ჟანგბადის გამოყოფა სხვადასხვა განათებისას

- შემდეგ ვარკვევთ, გამოიყოფა თუ არა O_2 სიბნელის პირობებში. ამისათვის მომზადებული ჭიქა ელოდეს რტოებით, სინჯარითა და წყლით დავდგათ ბნელ ადგილას. გაზის ბუშტუკები არ გამოიყოფა. ეს ნიშნავს, რომ ფოტოსინთეზი მხოლოდ სინათლის პირობებში ხდება.
- ვცვლით ცდას. ვიყენებთ გაცივებულ ანადუღარ წყალს, $NaHCO_3$ -ს დამატების გარეშე. მწვანე მცენარიდან გაზის გამოყოფა არ შეიმჩნევა. წყლიან ჭიქაში ჩავამატოთ $NaHCO_3$ სკალპელის წვერზე და მოვურიოთ. გაზის ბუშტუკები ისევ ჩნდება. შემდეგ გადმოვასხათ ჭიქიდან წყალი მასში გახსნილი $NaHCO_3$ -ით წყალი გავავლოთ მცენარეს და ისევ ანადუღარი წყალი დავასხათ, გაზი კვლავ არ გამოიყოფა. მინის მილის საშუალებით ჰაერი ჩავბეროთ ჭიქაში და შუქზე დავდგათ. გარკვეული დროის შემდეგ ისევ გაჩნდება გაზის ბუშტუკები.

კითხვები თვითკონტროლისათვის:

- რომელი ეკოლოგიური ფაქტორები ახდენენ გავლენას ფოტოსინთეზზე?
- როგორ ზემოქმედებს ტემპერატურა ფოტოსინთეზის პროცესზე? როგორი ტემპერატურაა ოპტიმალური ფოტოსინთეზის პროცესის მიმდინარეობისათვის?
- როგორ გავლენას ახდენს განათება ფოტოსინთეზის პროცესზე?
- რომელი გაზის ბუშტუკების გამოყოფა მოხდა თქვენ მიერ ჩატარებული ცდის შედეგად?
- ხდება თუ არა ფოტოსინთეზი სიბნელეში?
- რატომ ახდენს განათების გაზრდილი ინტენსიურობა ჟანგბადის გამოყოფის სტიმულირებას?
- როგორ მოქმედებს $NaHCO_3$ -ს დამატება ფოტოსინთეზის პროცესზე?

ლაბორატორიული სამუშაო 10

ქლოროფილის როლი ფოტოსინთეზის პროცესში

სამუშაოს მიზანი: ქლოროფილის როლის განსაზღვრა ფოტოსინთეზის პროცესში, მცენარეული პიგმენტების გამოყოფა და მათი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შესწავლა.

აღჭურვილობა და რეაქტივები:

ფაიფურის
როდინები
ფილთაქვევებით



ფილტრის
ქაღალდი



სინჯარები



მინის ძაბრები



სინჯარების
სადგამი



მინის წკირი



პინცეტი



საწვეთურიანი
ფლაკონები



ვაკუუმის
ტუმბო



ბუნზენის
კოლბა
ბიუხნერის
ძაბრით



პლასტმასის
დანაყოფებიანი
პიპეტები



ულტრაიისფერი
ნათურა

სხვადასხვა მცენარეთა
ფოთლები
კვარცის ქვიშა
90%-იანი ეთანოლი
დაფშვნილი ცარცი
ბენზინი

გამოხდილი წყალი

გრანულირებული ნატრიუმის ჰიდროქსიდი
HCl - 10% მარილმჟავას ხსნარი
სპილენძის კრისტალური აცეტატი
(CH₃COO)₂Cu

მცენარეთა სიცოცხლეში მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ პიგმენტები. ისინი შთანთქავენ მზის ენერგიას და მოიხმარენ მას ფოტოსინთეზის რეაქციებისათვის. ყველა მცენარეული პიგმენტი 4 ჯგუფად იყოფა: ქლოროფილები, კაროტინოიდები, ფიკობილინები, ფლაგონოიდები. ქლოროფილებს და კაროტინოიდებს მცენარეთა ქლოროპლასტები შეიცავს. ქლოროფილები მწვანე შეფერილობისაა და ქლოროფილ a-ს (C₅₅H₇₂O₅N₄Mg) და ქლოროფილ b-ს (C₅₅H₇₀O₆N₄Mg) სახითაა წარმოდგენილი. კაროტინოიდები მოყვითალო ნარინჯისფერი შეფერილობისაა. უმნიშვნელოვანესი კაროტინოიდებია კაროტინი (ჯამური ფორმულა C₄₀H₅₆) და ქსანტოფილები (C₄₀H₅₆O₂).

ცდა 1. პიგმენტების სპირტიანი ხსნარების მიღება

ცდის მიზანი: ქლოროფილებისა და მათი თანმხლები ყვითელი პიგმენტების (კაროტინისა და ქსანტოფილის) ზოგიერთი ფიზიკური და ქიმიური თვისების გამოკვლევა.

სამუშაოს შესრულების წესი:

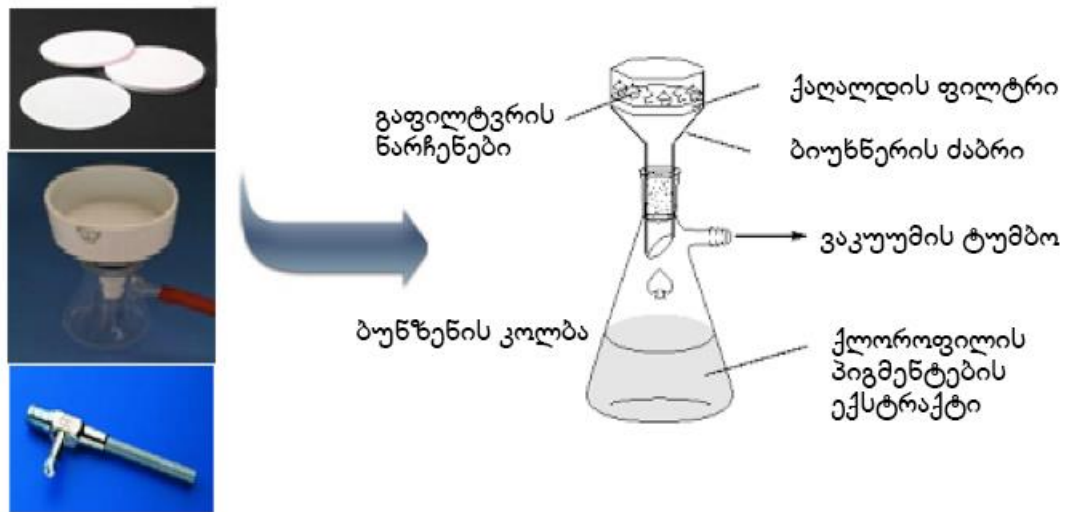
1. პიგმენტების სპირტიანი ხსნარების მიღება: 1გრ ოდენობის ფოთლები წვრილად დაჭრათ და კარგად დავნაყოთ ფაიფურის როდინში ცოტაოდენ კვარცის ფხვნილთან

და 8 მლ სპირტთან ერთად. მჟავიანობის ნეიტრალიზაციისათვის დანაყილ მწვანე მასას დაუმატოთ 0,5 გრ ცარცი. (ნახ. 10.1).



ნახ. 10.1. პიგმენტების სპირტიანი ხსნარების მიღება

2. მიღებული სპირტიანი ექსტრაქტი გავფილტროთ. ამისათვის აუცილებელია მოვამზადოთ ბუნზენის კოლბა ბიუნზერის ძაბრით. ბიუნზერის ძაბრის შიდა ზედაპირზე დავაფინოთ ქაღალდის ფილტრი. როდინიდან სითხე მინის წკირით ისე გადმოვასხათ, რომ მცენარეული მასა არ გადმოჰყვეს და ფილტრზე არ მოხვდეს. (ნახ. 10.2).
3. როდინში დარჩენილი მასა ისევ დავნაყოთ 5 მლ სპირტის დამატებით და იმავე ფილტრით გავფილტროთ. ჭარბი სპირტის გამოყენებას უნდა ვერიდოთ, რომ ზედმეტად განზავებული პიგმენტების ხსნარი არ მივიღოთ.



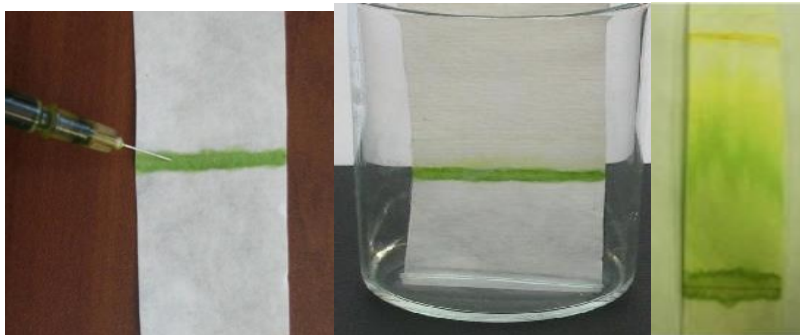
ნახ. 10.2. სპირტის ექსტრაქტის მიღება გაფილტვრის საშუალებით

ცდა 2. სპირტის ექსტრაქტის პიგმენტების განცალკევება მ.ს. ცვეტის მეთოდით

მ.ს. ცვეტის მეთოდი ეფუძნება იმ ფაქტს, რომ სხვადასხვა პიგმენტებს დაფშვნილი ნივთიერებებით, როგორცაა ცარცი, სახამებელი, უჯრედისი (ფილტრის ან ქრომატოგრაფიული ქაღალდი) ადსორბირების განსხვავებული უნარი გააჩნიათ ანუ განსხვავებულია ამ ნივთიერებებით პიგმენტების შთანთქმის პროცესი.

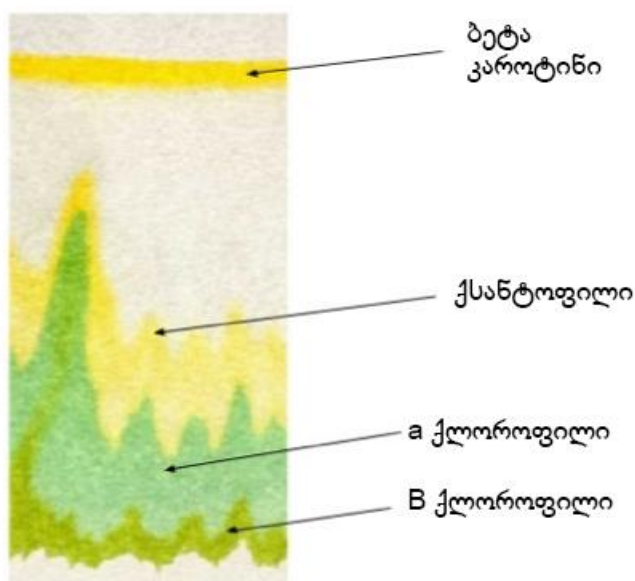
სამუშაოს შესრულების წესი:

1. სინჯარაში ჩავასხათ 1 მლ სპირტის ექსტრაქტი და ჩავუშვათ მასში ფილტრის ქაღალდის წვრილი ზოლის ერთი ბოლო. მეორე ბოლო სინჯარის კიდეზე გადმოვკეცოთ და დავტოვოთ 20 წუთის განმავლობაში (ნახ. 10.3).



ნახ. 10.3. ფოთლის პიგმენტების განაწილების სამუშაოს შესრულება

2. პიგმენტები, რომლებიც ქაღალდით შეიწოვება, მათი განსხვავებული ადსორბირების უნარიდან გამომდინარე ზოლებად დაიყოფა ამ ქაღალდზე. რაც უფრო კარგად იხსნება პიგმენტი გამხსნელებში და ნაკლებად ადსორბირდება ქაღალდით, მით უფრო სწრაფად გადაადგილდება და მით უფრო მაღლა განლაგდება იმ ადგილიდან, სადაც ექსტრაქტია. შედეგად ქაღალდის ზოლზე მკვეთრად განირჩევა ("ა" ქლოროფილის) ლურჯ-მწვანე ფერის ზოლი, მოყვითალო-მომწვანო ("ბ" ქლოროფილის), მკვეთრი ყვითელი (ქსანტოფილის) და ყვითელი (კაროტინის) ზოლები.



ნახ. 10.4. პიგმენტების ქრომატოგამა მ.ს. ცვეტის მეთოდის მიხედვით

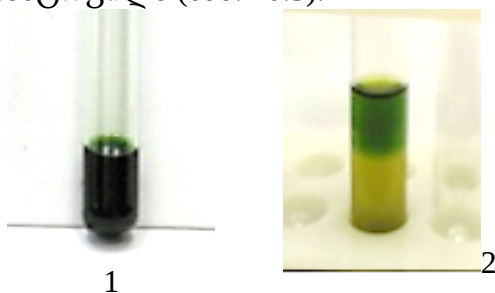
3. ფერადი ფანქრებით ჩავიხატოთ მიღებული ქრომატოგამა.

ცდა 3. სპირტიანი ექსტრაქტის პიგმენტების განაწილება კრაუსის მეთოდით

პიგმენტების კრაუსის მეთოდით განაწილება ემყარება სპირტსა და ბენზინში პიგმენტების გახსნის განსხვავებულ უნარს

სამუშაოს შესრულების წესი:

1. ჩავასხათ სინჯარაში 2-3 მლ სპირტის ექსტრაქტი, დავუმატოთ 4-6 მლ ბენზინი და 2-3 წვეთი გამოხდილი წყალი. დავახუროთ სინჯარას საცობი და 4-5 წუთის განმავლობაში ინტენსიურად ვანჯღრიოთ. დადგომის შემდეგ სინჯარაში არსებული სითხე 2 ფენად გაიყოფა: ზედა - ბენზინის - მწვანე ფერის და ქვედა - სპირტის - ყვითელი ფერის. ბენზინის ფენა ქლოროფილებს და კაროტინს შეიცავს, სპირტისა კი - ქსანტოფილს (ნახ. 10.5).



ნახ. 10.5. ფოთლის პიგმენტების კრაუსის მეთოდით განაწილება

- 1- პიგმენტების სპირტის ექსტრაქტი
- 2 - პიგმენტების სპირტის ექსტრაქტი ბენზინის დამატების შემდეგ

2. დავაკვირდეთ მიღებულ შრეებს, შემდეგ ისევ შევანჯღრიოთ სინჯარის შიგთავსი, და ორ სხვადასხვა ნაწილად ჩამოვასხათ. ერთი პორცია (1-ლი სინჯარა) დავტოვოთ დასალექად, მეორეში (2-ე სინჯარა) კი მოვახდინოთ კაროტინის ქლოროფილისგან გამოყოფა.
3. კაროტინის გამოყოფისათვის ქლოროფილი უნდა აისაპნოს. ამისათვის სინჯარა 2-ში ჩავაგდოთ NaOH-ის რამდენიმე კრისტალი, დავუმატოთ რამდენიმე წვეთი გამოხდილი წყალი და მაგრად შევანჯღრიოთ შიგთავსი. დალექვის შემდეგ ისევ დავინახავთ, რომ სითხე ორ ფენად დაიყო. მაგრამ ახლა ქვედა - სპირტის ზოლს ექნება მწვანე ფერი, ზედა - ბენზინის ფენას კი - ყვითელი. ქვედა - სპირტის ზოლში, რომელიც ქსანტოფილს შეიცავს, ქლოროფილის ასაპნვის პროდუქტები (ქლოროფილის მჟავა და მეთილის სპირტი) გადავიდა, ხოლო ბენზინის ფენაში მხოლოდ კაროტინი დარჩა. შევადაროთ ერთმანეთს ყვითელი პიგმენტები: ქსანტოფილი (სინჯარა 1) და კაროტინი (სინჯარა 2) (ნახ. 10.6).



ნახ. 10.6. ქლოროფილის ასპნვის შედეგი

4. ფერადი ფანქრებით ჩავიხატოთ ორივე სინჯარა.

არეკლილ შუქზე და ულტრაიისფერ სხივებში პიგმენტური ექსტრაქტის დაკვირვებისას დავინახავთ ხსნარის მუქ წითელ შეფერილობას. ეს a და b ქლოროფილების ფლუორესცენციის უნარს უკავშირდება.

ცდა 4. მცენარეული პიგმენტების ქიმიური თვისებების შესწავლა

ჩავატაროთ მაგნიუმის ქლოროფილიდან მაგნიუმის მოხლეჩა და შემდეგ, წყალბადის უკუჩანაცვლება ლითონის ატომით. მაგნიუმის ატომი შედარებით სუსტად მიიზიდება პორფირინულ ბირთვში და ძლიერი მჟავების ზემოქმედებისას ადვილად ჩანაცვლდება წყალბადის ორი პროტონით. ეს იწვევს მურა ფერის ფეოფიტინის წარმოქმნას.

$$C_{55}H_{72}O_5N_4Mg + 2HCl \rightarrow C_{55}H_{72}O_5N_4H_2 + MgCl_2.$$

თუ ფეოფიტინზე სპილენძის, თუთიის ან ვერცხლისწყლის მარილებით მოვახდენთ ზემოქმედებას, მაშინ წყალბადს პორფირინის ბირთვში შესაბამისი ლითონი ჩანაცვლებს და მწვანე შეფერილობა ისევ აღდგება.

$$C_{55}H_{72}O_5N_4H_2 + Cu(CH_3COO)_2 \rightarrow C_{55}H_{72}O_5N_4Cu + 2CH_3COOH$$

მაშასადამე ქლოროფილის ფერს განაპირობებს პორფირინის ბირთვში არსებული ლითონის ატომი.

სამუშაოს შესრულების წესი

1. მიღებული სპირტის ექსტრაქტი სამ სინჯარაში ჩამოვასხათ. პირველი სინჯარა საკონტროლოდ დავტოვოთ. მეორე და მესამე სინჯარებში ჩავამატოთ 1-2 წვეთი 10%-იანი მარილმჟავა. **მჟავებთან მუშაობისას დაიცავით უსაფრთხოების ტექნიკის წესები. მჟავების კანზე მოხვედრა ქიმიურ დამწვრობას იწვევს! შენჯღრევისას ქლოროფილის მწვანე შეფერილობა ფეოფიტინისთვის დამახასიათებელ მურა ფერში გადადის.**
2. ერთ ფეოფიტინიან სინჯარას ვტოვებთ, მეორეში კი ვამატებთ სპილენძის აცეტატის რამდენიმე წვეთს და ვაცხელებთ დუღილამდე. დავინახავთ, რომ მწვანე შეფერილობა აღდგება სპილენძის შემცველი ქლოროფილისმაგვარი წარმოებულის წარმოქმნის შედეგად.
3. შევადაროთ სამივე სინჯარაში არსებული ხსნარების შეფერილობა. გავაკეთოთ მინაცემთა ანალიზი და გამოვიტანოთ დასკვნები პიგმენტების ქიმიური და ოპტიკური თვისებების შესახებ.
4. წარმოვადგინოთ გამოკვლევის შედეგები ნახატების სახით.

კითხვები თვითკონტროლისათვის

1. რატომ არის ფოთლები მწვანე?
2. რომელი პიგმენტები შეისწავლეთ? რომელ გამხსნელებში იხსნება ისინი?
3. რა თვისებები აქვს ქლოროფილებს?
4. რას ემყარება პიგმენტების გაყოფა კრაუსის მეთოდით?
5. რა პიგმენტებს შეიცავს ბენზინის ფენა? რა პიგმენტებია წყალ-სპირტის ფენაში?
6. როგორ ხდება ქლოროფილის ასაპნვა?
7. რატომ გადადის ასაპნული ქლოროფილი ბენზინის ფენიდან წყალ-სპირტიანში?

თემა 7. წყლის და მინერალური ნივთიერებების მოძრაობა მცენარეებში

ლაბორატორიული სამუშაო 11

წყლისა და მინერალური მარილების გადაადგილება ღეროში

სამუშაოს მიზანი: განვიხილოთ წყლისა და მინერალური მარილების გადაადგილება ღეროში ცდის მეშვეობით.

აღჭურვილობა და რეაქტივები

სინჯარები



სფერული მინა
დაკვირვებისათვის



ლოუპა



მუხუდო და ლობიო
7-10 დღიანი
გალვების, წყლიან
სინჯარებში



მეთილენის ლურჯის 0,2%-იანი წყალხსნარი ან მელნის ხსნარი

სინჯარების
სადგამი



სკალპელი



ფილტრის
ქაღალდი



ცაცხვის
რტო



ცხოველური ორგანიზმებიმზა ორგანული ნივთიერებებით იკვებებიან. მცენარეებს მათგან განსხვავებით შეუძლიათ სინათლეზე ნახშირორჟანგისა და წლისაგან წარმოქმნან ორგანული ნივთიერება - გლუკოზა. ის თითქმის მყისიერად იქცევა სხვა ნახშირწყლებად, მაგალითად სახამებლად. ნახშირწყლებს მცენარეები ახმარენ ცხოველქმედების სხვადასხვა პროცესს, მაგალითად მინერალური ნივთიერებებისა და წყლისაგან სხვა, უფრო რთული ორგანული ნივთიერებების (ცილებისა და ცხიმების) წარმოქმნას.

წყალი და მინერალური მარილები მცენარეს მიეწოდება ძირითადად ფესვებით, ნახშირორჟანგი კი ფოთლების ბაგეების ნაპრალებიდან.

როგორც უკვე ვიცით, ფესვს შეწოვის ზონაში მრავალი ფესვის ბუსუსი აქვს. წყალი და მასში გახსნილი ნივთიერებები ნიადაგიდან ფესვის ბუსუსების გარსისა და ქერქის ახალგაზრდა უჯრედების გავლით მერქნის ცენტრალური ცილინდრის არხებს მიეწოდება.

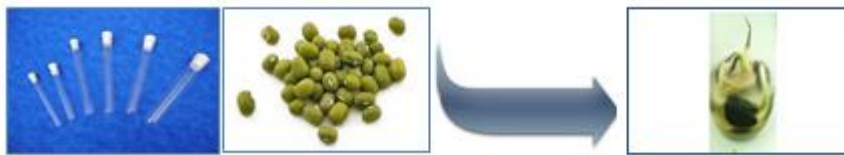
ნიადაგი სხვადასხვა მინერალურ ნივთიერებებს შეიცავს. მათგან მცენარისთვის უმნიშვნელოვანესი ის ნივთიერებებია, რომლებშიც აზოტი, კალიუმი და ფოსფორი შედის. მცენარეს მათი ათვისების რეგულირების უნარი აქვს: ფესვის ქერქის შიდა ფენის

უჯრედებში მხოლოდ ის ნივთიერებები აღწევს, რომლებიც მცენარისთვის სიცოცხლის მოცემულ პერიოდშია აუცილებელი.

მინერალური ნივთიერებების წყალხსნარი ფესვის ცენტრალური ცილინდრის არხებით მიეწოდება ღეროს ცენტრალურ ცილინდრს, იქიდან კი - ყველა სხვა ორგანოს. ცდის საშუალებით შეიძლება დავრწმუნდეთ იმაში, რომ წყალი და მინერალური მარილების ნივთიერებათა ხსნარები ღეროს მერქნის არხებში გადაადგილდება.

სამუშაოს შესრულების წესი:

1. გაკვეთილამდე 1 კვირით ადრე დავაწყოთ მუხუდოსა და ლობიოს 5-6 მარცვალი ჭურჭელზე და ცოტაოდენი წყალი დავასხათ ისე, რომ თესლი ნახევრად იყოს წყლით დაფარული სუნთქვის პროცესის უზრუნველყოფისთვის.



ნახ. 11.1. წინასწარი მომზადება ცდისთვის

2. გაკვეთილამდე 2 დღით ადრე სინჯარებში წყალი მეთილენის ლურჯით ჩავანაცვლოთ მცენარეების ამოუღებლად. ყოველდღიურად ჩავამატოთ სინჯარებში წყალი, რომ ხსნარის პირვანდელი დონე შევინარჩუნოთ. ცდის ხანგრძლივობაა 2-3 დღე.
3. შემდეგ ფესვებს სუფთა წყალი გავავლოთ და ოდნავ შევაშროთ ფილტრის ქაღალდით. შემდეგ განვიად გადავჭრათ ფესვი და ნაწილებს თეთრ ქაღალდზე ან მინაზე დაწვეთებულ წყლის წვეთში დავაკვირდეთ.
4. სკალპელით ცაცხვის ყლორტის (რომელიც 18-20 საათი მელნის ხსნარში იყო მოთავსებული) განივი და გრძივი ანათალი გავაკეთოთ.
5. ლუპით დავაკვირდეთ გადაჭრილ ადგილს (ნახ. 11.2). ღეროს რომელი ფენა შეიღება?



ნახ. 11.2. წყლის და მინერალური მარილების მოძრაობა ღეროში

6. ჩაიხატეთ შედეგები.

კითხვები თვითკონტროლისათვის:

1. მცენარის რომელი ნაწილები უზრუნველყოფს წყლისა და მინერალური ნივთიერებების გადაადგილებას?
2. განიხილეთ ცდის შედეგები (ყლორტის განივი და გრძივი ჭრილები). ღეროს რა ნაწილი შეიღება?
3. გაიხსენეთ გამტარი ქსოვილის რომელი სტრუქტურები ატარებს წყალსა და მინერალურ მარილებს. ღეროს რომელ ნაწილშია ისინი მოთავსებული?

ლაბორატორიული სამუშაო 12

გარემო ფაქტორების გავლენა მცენარის მიერ წყლის შთანთქმაზე

სამუშაოს მიზანი: მცენარის მიერ წყლის საერთო და აქტიური შთანთქმის პროცესზე განათების ინტენსიურობის, ტემპერატურის, ტენიანობისა და ჰაერის მოძრაობის (ქარის) გავლენის შესწავლა.

აღჭურვილობა და რეაქტივები:

შტატივი



შლანგი



პლასტმასის
დანაყოფებიანი
პიპეტი



ცაცხვის რტოები



ტენის, ნიადაგის
pH -ის და
სინათლის
ციფრული
ანალიზატორი
ტემპერატურის
ციფრული
გამზომი და pH-
მეტრი



სკალპელი

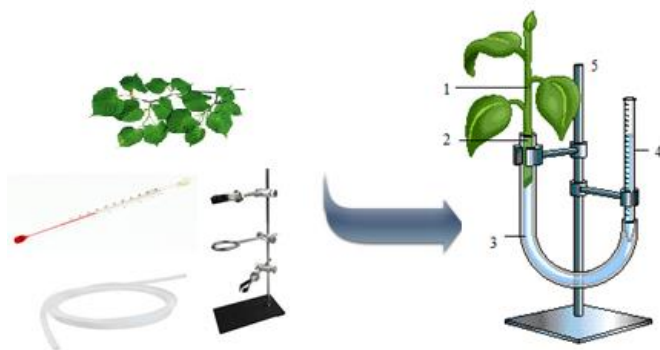


პლასტილინი
ვენტილატორი
განათების წყარო
გამათბობელი ხელსაწყო

მცენარის მიერ წყლის შთანთქმას განაპირობებს ტრანსპირაციის განმახორციელებელი ფოთლების შემწოვი ძალა (ზედა მამოძრავებელი ძალა) და ფესვების სისტემის მიერ წყლის აქტიური შთანთქმა (ქვედა მამოძრავებელი ძალა).

სამუშაოს შესრულების წესი:

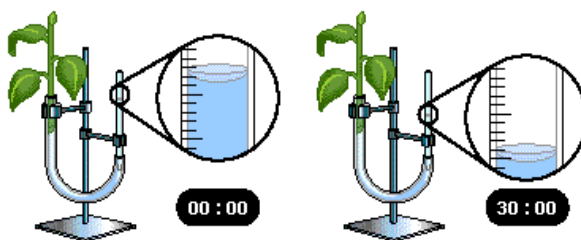
1. სამუშაოს დაწყებამდე ვამონტაჟებთ სითხის შეწოვის საზომ ხელსაწყოს (პოტომეტრი), რომლის დახმარებითაც განსაზღვრავენ რამდენ სითხეს შეიწოვს მცენარე დროის მცირე მონაკვეთებში. მათგან უმარტივესი წარმოადგენს U-ს მაგვარ მილს, მაგალითად, მოხრილ კაპილარულ მილი. (ნახ. 12.1).



ნახ. 12.1. სითხის შეწოვის საზომი ხელსაწყო.

- 1 – მცენარის გადანაჭერი;
- 2 პლასტიკის ჰერმეტიკული შეფუთვა;
- 3 – წყლით სავსე კაპილარული მილი;
- 4 – გრადუირებული პიპეტი;
- 5 – შტატივი.

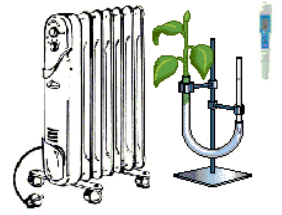
2. ხელსაწყოს პირთამდე წყლით ავსებენ. ხელსაწყოს ერთ ბოლოს გადაჭრილ მცენარეს წამოაცვამენ. მცენარისა და მილის შეერთების ადგილზე ყველა ღიობს პლასტიკინით ამოავსებენ, რომ ჰაერი ვერ შეაღწიოს. მეორე ბოლოს მიუერთებენ 2 მლ-იან გრადუირებულ საზომ პიპეტს. ყველა მანიპულაცია წყალქვეშ ტარდება, რომ ჰაერი არ შევიდეს. ამგვარად, ხელსაწყოში ჰაერის ბუშტუკები არ უნდა იყოს. კაპილარული მილი მთლიანად წყლით უნდა იყოს სავსე. ხელსაწყოში წყლის მოცულობის უმნიშვნელო შემცირებისთანავე პიპეტის წყლის მენისკი გადაადგილდება.
3. უნდა მოინიშნოს პიპეტის მენისკის საწყისი მდებარეობა. შემდეგ კი 10, 20 და 30 წუთის შემდეგ განისაზღვროს მისი გადაადგილება. მცენარის მიერ წყლის შთანთქმის სიჩქარის საზომი არის საშუალო მანძილი, რომელზეც გადაადგილდება კაპილარის მენისკი დროის ერთეულში (ნახ. 12.2).



ნახ. 12.2. მცენარის მიერ წყლის შთანთქმის დაკვირვება

მცენარის ტრანსპირაციის პირობების შეცვლით შეიძლება გაიზომოს წყლის შთანთქმის სიჩქარე სხვადასხვა ფაქტორის ზემოქმედების პირობებში.

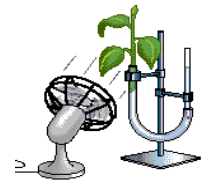
- მცენარის მიერ წლის შთანთქმის პროცესზე ტემპერატურის გავლენის გასაზომად მოათავსეთ პოტომეტრი გამათბობლის ახლოს, დააფიქსირეთ ჰაერის ტემპერატურა ციფრული თერმომეტრის დახმარებით. დააკვირდით კაპილარში მენისკის გადაადგილებას 10, 20 და 30 წუთის შემდეგ. შეადარეთ შედეგები საკონტროლო ვარიანტს.



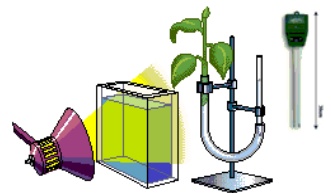
- მცენარის მიერ წყლის შთანთქმაზე ჰაერის ტენიანობის გავლენის გასაზომად მოათავსეთ მცენარე ხუფის ქვეშ ან დააფარეთ მას პოლიეთილენის პარკი. დააფიქსირეთ ჰაერის ტენიანობის დონე კამერაში ტენის ციფრული ანალიზატორით. დააკვირდით კაპილარში მენისკის გადაადგილებას 10, 20 და 30 წუთის შემდეგ. შეადარეთ შედეგები საკონტროლო ვარიანტს.



- მცენარის მიერ წყლის შთანთქმაზე ქარის გავლენის გასაზომად პოტომეტრიდან 30 სმ-ის დაშორებით მოათავსეთ ვენტილატორი. დააკვირდით კაპილარში მენისკის გადაადგილებას 10, 20 და 30 წუთის შემდეგ. შეადარეთ შედეგები საკონტროლო ვარიანტს.



- მცენარის მიერ წყლის შთანთქმაზე განათების ინტენსიურობის გავლენის გასაზომად პოტომეტრიდან 50 სმ-ის დაშორებით მოათავსეთ სანათი ხელსაწყო და გაფანტეთ პირდაპირი სხივები წყლიანი ჭურჭლის დახმარებით. დააფიქსირეთ განათების ინტენსიურობა განათების ციფრული ანალიზატორით. დააკვირდით მენისკის გადაადგილებას 10, 20 და 30 წუთის შემდეგ. შეადარეთ შედეგები საკონტროლო ვარიანტს.



მთლიანი მცენარის მიერ წყლის შთანთქმის სიჩქარის დადგენის შემდეგ ზოგ შემთხვევაში მცენარეს აჭრიან მთელ მიწისზედა ორგანოებს. წყლის შთანთქმა გრძელდება, მაგრამ ნაკლები სიჩქარით. ახლა ის მხოლოდ ფესვების სისტემის აქტიური შეწოვით არის განპირობებული. ისევე როგორც მთლიანი მცენარის მიერ წყლის შთანთქმის განსაზღვრისას, აღნიშნავენ კაპილარში წყლის მენისკის გადაადგილებას დროის განსაზღვრულ მონაკვეთებში. მას შემდეგ, რაც დადგინდება როგორც მთლიანი მცენარის, ისე ცალკე, მისი ფესვების სისტემის მიერ წყლის შთანთქმის მაჩვენებლები, გამოითვლება წყლის აქტიური შთანთქმის წილი საერთო შთანთქმაში.

გამოკვლევის შედეგები შეაქვთ ცხრილში.

ცდის ვარიანტი	მენისკის მდებარეობა			წუთში მენისკის გადაადგილე ბის სიჩქარე	წყლის აქტიური შთანთქმა პროცენტულად საერთო შთანთქმასთან მიმართებით
	საწყისი	შემდეგ			
		10 წთ	20 წთ		
საკონტროლო ვარიანტი					
1.მთლიანი მცენარე:					
1) ტემპერატურის გავლენა					
2) ჰაერის ტენიანობის გავლენა					
3) განათების ინტენსიურობის გავლენა					
2) ჰაერის მოძრაობის გავლენა					
II. მიწისზედა მასის მოჭრის შემდეგ					

კითხვები თვითკონტროლისათვის

1. რა ფაქტორები ახდენს გავლენას მცენარეების მიერ წყლის შთანთქმის სიჩქარეზე?
2. როგორ მოქმედებს ტემპერატურა მცენარეების მიერ წყლის შთანთქმის სიჩქარეზე?
3. როგორ მოქმედებს ჰაერის ტენიანობა მცენარეების მიერ წყლის შთანთქმის სიჩქარეზე?
4. როგორ მოქმედებს განათება მცენარეების მიერ წყლის შთანთქმის სიჩქარეზე?
5. როგორ მოქმედებს ქარი მცენარეების მიერ წყლის შთანთქმის სიჩქარეზე?

თემა 8. მცენარეთა ზრდა და სუნთქვა

ლაბორატორიული სამუშაო 13

თესლის სიცოცხლისუნარიანობის განსაზღვრა ციტოპლაზმის შეფერვის მიხედვით

სამუშაოს მიზანი: ვისწავლოთ მცენარის თესლის სიცოცხლისუნარიანობის განსაზღვრა ციტოპლაზმის შეფერვის მიხედვით

ადჭურვილობა და რეაქტივები:

სინჯარები



სინჯარების
სადგამი



ქიმიური ჭიქა



საპრეპარატორო
ნემსი



ფილტრის ქაღალდი



პინცეტი



0,2%-იანი მჟავე ფუქსინის ხსნარი
0,2%-იანი ინდიგოკარმინის ხსნარი
წყალი

მუხუდოს
თესლი
ლობიოს თესლი

მრავალი მცენარე იწყებს ზრდასა და განვითარებას თესლიდან. მაგრამ ყველა თესლი არ ღვივდება და არ იძლევა მოსავალს. ამიტომ საჭიროა თესლის სიცოცხლისუნარიანობის შემოწმება. მეთოდი ემყარება ცოცხალი პროტოპლაზმის უნარს, არ გაატაროს მღებავი ნივთიერება უჯრედში. მკვდარი და დაზიანებული ქსოვილის სტრუქტურა იცვლება და მისი მიმღებლობა მღებავი ნივთიერების მიმართ იზრდება.

სამუშაოს შესრულების წესი:

1. მუხუდოს 10-15 თესლს ალბოჟენ 18 საათის განმავლობაში 20 °C ტემპერატურაზე (ნახ.13.1).



ნახ. 13.1. მუხუდოს თესლის ჩაღობა წყალში

2. თესლს აცლიან გარსს, გრძივად ჭრიან და ათავსებენ მჟავე ფუქსინის 0,2%--იან ხსნარში ან ინდიგოკარმინის 0,2%--იან ხსნარში 2-3 საათით 30 °C ტემპერატურაზე.

3. საღებავს გადაასხამენ, თესლს წყალს გადაავლებენ და ადგენენ მის სიცოცხლისუნარიანობას. ყველა თესლს ათავსებენ ქაღალდის ფურცელზე და აკვირდებიან. *თესლები, რომელთა ფესვაკებიც არ არის შეღებილი, ხოლო ლებნები მცირედაა შეღებილი, სიცოცხლისუნარიანად ითვლება, ხოლო თესლები, რომელთა ფესვაკები და ლებნები მთლიანად შეიღება - არასიცოცხლისუნარიანად.*

კითხვები თვითკონტროლისთვის:

1. რა მოიაზრება თესლის სიცოცხლისუნარიანობაში?
2. რომელი მღებავი ნივთიერებები იხმარება სიცოცხლისუნარიანობის განსაზღვრისათვის?
3. პროტოპლასტის რა თვისებებზეა დამყარებული თესლის სიცოცხლისუნარიანობის განსაზღვრა მღებავი ნივთიერების საშუალებით?

ლაბორატორიული სამუშაო 14

წყლის, ჰაერისა და ტემპერატურის გავლენა თესლის გაღივებაზე

სამუშაოს მიზანი: გამოვიკვლიოთ თესლის გაღივების პირობები, დავადგინოთ რამდენად არის დამოკიდებული თესლის გაღივება გარემო ფაქტორებზე (ტემპერატურა, ტენიანობა, ჰაერი).

აღჭურვილობა და რეაქტივები:

ქიმიური ჭიქა



მუხუდოს თესლი
ლობიოს თესლი
წყალი

თესლის ძირითადი ფუნქციაა - მცენარეთა განაწილება და გამრავლება. მაგრამ თესლი პირველ რიგში არის მომავალი მცენარის ჩანასახი. იმისათვის, რომ მომავალი მცენარის სიცოცხლეს ჩაეყაროს საფუძველი, თესლი უნდა გაღივდეს. თესლის გაღივებისას ამოზრდილ ნორჩ მცენარეს ღივებს უწოდებენ. იმისთვის, რომ თესლი გაღივდეს, მის შიგნით არსებული ჩანასახი ცოცხალი უნდა იყოს.

მკვებავი ნივთიერებები, რომლებიც ენდოსპერმასა და ლებნებშია, უხსნად მდგომარეობაშია. იმისათვის, რომ ისინი ხსნად მდგომარეობაში გადავიდეს, აუცილებელია აქტიური ფერმენტები. ფერმენტების აქტივაცია ხდება თესლის გაჯირჯვების შედეგად, როდესაც თესლსავალში წყალი შედის. შესაბამისი ფერმენტების ზემოქმედებით თესლში არსებული სახამებელი იშლება და წარმოიქმნება შაქარი, ცილები იშლება ამინომჟავებად, ცხიმები იშლება ცხიმოვან მჟავებად და გლიცერინად. ჩანასახი იწყებს ხსნადი ნაერთების გამოყენებას და თესლი ღივდება.

მშრალი თესლი სუსტად სუნთქავს, მაგრამ როგორც კი იწყება გაჯირჯება, სუნთქვის ინტენსიურობა იზრდება, რადგან გაღვივებისას საკვები ნივთიერებების გარდაქმნა და ჩანასახის ახალი უჯრედების წარმოქმნის პროცესები მიმდინარეობს. სუნთქვისას ბევრი სითბო გამოიყოფა და თესლი შეიძლება გადაიწვას ანუ დაკარგოს გაღვივების უნარი. ამიტომ თესლი მშრალ და გრილ ადგილას უნდა ინახებოდეს ისეთ შეფუთვაში, რომელიც ჰაერს ატარებს. ამგვარად, მზარდ ჩანასახში ინტენსიური ნივთიერებათა ცვლის პროცესი მიდის. თუ ჟანგბადი საკმარისი არ იქნა, თესლის ჩანასახი დაილუპება, რადგან ჟანგბადის გარეშე რთული ორგანული ნივთიერებების დაშლა ვერ მოხდება.

სამუშაოს შესრულების წესი:

1. ავიღოთ ორი ჭიქა და ჩავყაროთ თანაბარი რაოდენობის მუხუდოს მარცვლები. პირველ ჭიქაში თესლს მშრალად ვტოვებთ, მეორეში ცოტაოდენ წყალს ვასხამთ. ორივე ჭიქას მინა დავაფაროთ და დავდგათ თბილ ადგილას. 3-4 დღე-ღამის შემდეგ წყლიან ჭიქაში თესლი გაღვივდება.
2. ორ ჭიქაში ჩავყაროთ ლობიოს თესლი. პირველი ჭიქა პირთამდე წყლით ავავსოთ, მეორეში თესლი მხოლოდ დავასველოთ. ორივე ჭიქას მინა დავაფაროთ და დავდგათ თბილ ადგილას. 3-4 დღე-ღამის შემდეგ ჭიქაში, რომელშიც ცოტა წყალი ესხა, თესლი გაღვივდება. მეორე, წყლით სავსე ჭიქაში თესლი გაჯირჯვდება, მაგრამ გაღვივების ნაცვლად დაილუპება.
3. ავიღოთ ორი ჭიქა. რომლებშიც მუხუდოს თესლია. თითოეულის ფსკერზე ოდნავ წყალი ჩავასხათ, რომ თესლმა გაღვივება შეძლოს. ჭიქებს მინა დავაფაროთ. ერთი ჭიქა სითბოში მოვათავსოთ, მეორე სიცივეში. როდესაც სითბოში მოთავსებული თესლი გაღვივდება, შევადაროთ ის მეორე ჭიქაში მოთავსებულ თესლს, დავინახავთ, რომ სიცივეში მდგარ ჭიქაში თესლი არ გაღვივდა.

კითხვები თვითკონტროლისათვის:

1. რა პროცესები მიმდინარეობს თესლის გაღვივების დროს? რა ფაქტორებია განმსაზღვრელი ამ პროცესში?
2. ცდის რომელ პირობებში გაღვივდა მუხუდოს თესლი ყველაზე უკეთ? რატომ?
3. როგორ პირობებში არ გაღვივდა თესლი? რატომ?

თემა 9. ეკოლოგიური ფაქტორები

ლაბორატორიული სამუშაო 15

ნიადაგის pH -ის, აზოტის, სინათლის და გარემოს სხვა ფაქტორების გავლენა
სხვადასხვა სახეობის მცენარეებზე

სამუშაოს მიზანი: განვიხილოთ ნიადაგის pH -ის, აზოტის, სინათლისა და გარემოს ხვა
ფაქტორების გავლენა, სხვადასხვა სახეობის მცენარეებზე

აღჭურვილობა და რეაქტივები:

სინჯარები



სინჯარების
სადგამი



ქიმიური ჭიქა



საპრეპარატორო
ნემსი



ფილტრის
ქაღალდი



პინცეტი



0,2-0,5 ლ
ტევადობის
მუქი მინის
ქილები



პიპეტები



მაბრი



პომიდვრის,
წიწაკის, ან
ბალზამინის
გაღვივებული
თესლი.



პარაფინი (ცვილი)

მაფები

ბამბა

60 ან 40-ვატიანი ნათურა

პლასტილინი

გრანულირებული სუპერფოსფატი

KCl – კალიუმის ქლორიდი

კრისტალური

NaNO₃ – ნატრიუმის ნიტრატი

კრისტალური

FeCl₃ – რკინის (III) ქლორიდი 10%-იანი
ხსნარი

ანადულარი წყალი, აუდულარი წყალი

მცენარეთა ნორმალური ზრდისა და განვითარებისათვის აუცილებელია სხვადასხვა მინერალური ელემენტი. თანამედროვე მონაცემებით არსებობს დაახლოებით 20 ასეთი ელემენტი, რომელთა გარეშეც მცენარე ვერ დაასრულებს განვითარების ციკლს, და რომელთა ჩანაცვლებაც სხვა ელემენტებით შეუძლებელია.

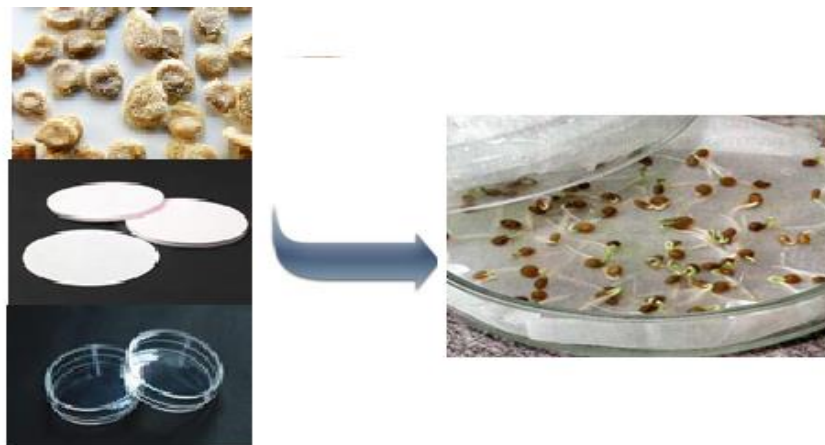
საკვები ელემენტები იყოფა მაკრო და მიკროელემენტებად. **მაკროელემენტებს** უწოდებენ იმ ელემენტებს, რომლებიც დიდი ოდენობით (პროცენტის მეასედიდან მთელ პროცენტამდე) არის მცენარეებში — ესენია ნახშირბადი, ჟანგბადი, აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი, გოგირდი, მაგნიუმი და რკინა. **მიკროელემენტებს** იმ ელემენტებს უწოდებენ, რომლებიც ძალზე უმნიშვნელო ოდენობით (პროცენტის მეასიათასედიდან მეათასედებამდე) არის მცენარეებში, მაგრამ რომლებიც მიუხედავად მცირე მოცულობისა ძლიერ ზემოქმედებას ახდენენ მცენარის სასიცოცხლო პროცესებზე - ესენია ბორი, სპილენძი, თუთია, მოლიბდენი, მანგანუმი, კობალტი და სხვა. არსებობს ასევე ულტრამიკროელემენტები, რომლებსაც მცენარეები კიდევ უფრო ნაკლები ოდენობით შეიცავენ, ვიდრე მიკროელემენტებს.

ცდა 1. მინერალური ელემენტების გავლენა სხვადასხვა სახეობის მცენარეებზე

სამუშაოს შესრულების წესი:

I. ობიექტებისა და აღჭურვილობის ცდისთვის მომზადება

1. თესლების გაღვივებას იწყებენ ცდის დაწყებამდე 2-3 კვირით ადრე (ნახ. 15.1). თავიდან მცენარეებს აღივებენ პეტრის ფინჯნებში ფილტრის ქაღალდზე, სანამ 1,5-2 სმ სიგრძის ღივები არ გაიზრდება.



ნახ. 15.1. პომიდვრის თესლის გაღვივება პეტრის ფინჯნებში

2. ღივების მოსამზადებლად უნდა გაკეთდეს სპეციალური საჩითილე მინის ქილისაგან: ქილას დავახუროთ ფილტრის ქაღალდი, მჭიდროდ მოვუკრათ თავი ძაფით, ქილის საპირისპირო კიდეებზე ორი 5-6 მმ და 2-3 მმ ნახვრეტი გავაკეთოთ და ქაღალდი პარაფინით დავფაროთ - ქილიდან მოუხსნელად ჩავუშვათ გამდნარ

პარაფინში. დათესვისას საჩითილეს პირთამდე ავსებენ აუდუღარი წყლით, შემდეგ ქაღალდს წვრილ ნახვრეტებს უკეთებენ (ერთმანეთისგან 0,5-1 სმ დამორებით) და ამ ნახვრეტებში უშვებენ გალივებული თესლების ფესვაკებს (ნახ.15.2).



ნახ. 15.2. საღივარის მოწყობა

3. საჩითილეში მცენარის ზრდის პროცესს აწარმოებენ 1-2 კვირის განმავლობაში ჩვეულებრივი ოთახის ტემპერატურაზე.

II. საკვები ნარევის მომზადება წყლის კულტურებისათვის

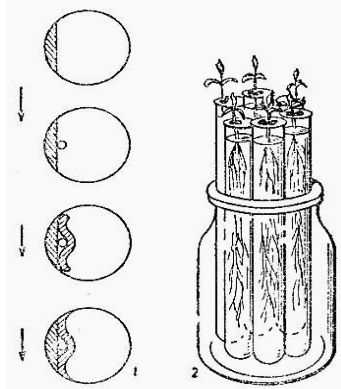
1. აზოტისა და კალიუმის შემცველი მარილების საწყისი ხსნარების დასამზადებლად იღებენ მუქი მინის ორ მომცრო ქილას 40 სმ³ ანადუღარი წყლით, ერთში ხსნიან 2 გრ ნატრიუმის ნიტრატს, მეორეში 0,5 გრ კალიუმის ქლორიდს. ფოსფორის შემცველი მარილის ხსნარის მოსამზადებლად იღებენ 10 გრ გრანულირებულ სუპერფოსფატს, ასხამენ 80 სმ³ ცხელ წყალს, კარგად ურევენ და აგრილებენ ოთახის ტემპერატურამდე. შემდეგ ამ გამჭვირვალე ნაყენის 20 სმ³-ს ამატებენ 180 სმ³ ანადუღარ წყალს და მუქი მინის ქილაში ასხამენ. ქილებს აკრავენ ეტიკეტებს: „აზოტის მარილი“, „კალიუმის მარილი“, „ფოსფორის მარილი“ (ნახ.15.3).



ნახ. 15.3. მკვებავი ნაზავები წყლის კულტურებისათვის

2. მცენარეებს ზრდიან ჩვეულებრივ, აუდუღარ სასმელწყალში, ოთახის ტემპერატურაზე. მცენარეებში ქლოროზის თავიდან ასაცილებლად მასში რკინის (III) ქლორიდი შეაქვთ შემდეგი პროპორციით - 1-2 წვეთი კონცენტრირებული ხსნარი 1-2 ლიტრ წყალზე.
3. სინჯარებში მცენარეებს პლასტილინის დახმარებით ამაგრებენ. ამისათვის წინასწარ კარგად დარბილებულ პლასტილინს მშრალი სინჯარის კედლებს შიგნითა მხრიდან

მიაგლესენ წრიულად ნახევრამდე - ორ მესამედზე. შემდეგ სინჯარას წყლით ავსებენ და მასში ერთ მცენარეს ჩაუშვებენ (ლებნის ფოთლებამდე), წყლის ნაწილს (დაახლოებით 1სმ სიმაღლის) გადაასხამენ და პლასტილინს საშრობი ქაღალდით აშრობენ (ნახ. 15.4). სინჯარებს ბამბის ტამპონებს დაახურავენ და ქილებში ან შტატივებში ათავსებენ. ქილებს ქაღალდს შემოახვევენ და სინჯარებს შორის ცარიელ ადგილებს ზემოდან ბამბით დაფარავენ. ეს იმისთვის კეთდება, რომ სინჯარებში ფესვებსა და ხსნარს ნაკლები შუქი ეცემოდეს.



ნახ. 15.4. ცდების ჩატარება წყლის კულტურებზე სინჯარებში:

- 1- სქემა - მცენარის მიმაგრება სინჯარის კედელზე (ხედი ზემოდან, ღერო წრით არის გამოსახული, პლასტილინი - დაშტრიხვით);
- 2 - ქილაში ჩადგმული სინჯარები საცდელი მცენარეებით

III. წყლის კულტურების დაყენება და მათთან ყოველდღიური მუშაობა

1. მცენარეების ხსნარში მოთავსება უნდა დაიწყოს მათი სინჯარებში მოთვსებიდან 5-7 დღეში. ერთი ცდისთვის ირჩევენ სინჯარებს, რომლებშიც ერთნაირი მცენარეებია მოთავსებული. ცდებს ორ ვარიანტად ატარებენ: ფანჯარაზე და ელექტროგანათებისას. ყოველ ვარიანტში ოთხ სინჯარას ვიყენებთ: 1- აზოტის, კალიუმის, ფოსფორის მარილების სრული შედგენილობით; 2 - აზოტის -ს გარეშე; 3 - ფოსფორის-ს გარეშე, 4 - კონტროლი (მარილები არ არის).

2. მარილების საწყისი ხსნარები 0,5 სმ³ ოდენობის ულუფებად პიპეტებით შეჰყავთ სინჯარებში, რომლებშიც მცენარეებია მოთავსებული. ერთი საწყისი ხსნარის შეყვანის შემდეგ პიპეტი აუცილებლად სუფთა წყალში უნდა გავავლოთ.

3. ცდის განმავლობაში კვირაში ერთხელ ყველა ხსნარი (და წყალი „მარილები არ არის“ ვარიანტში) უნდა გამოიცვალოს ახლით: სინჯარებში სუფთა წყალს ასხამენ ისე, რომ პირთამდე 1,5-2 სმ აკლდეს, შეჰყავთ საჭირო საწყისი ხსნარები ცდის სქემის მიხედვით. გარდა ამისა, სინჯარებში წყლის დანაკლისი უნდა შეივსოს (პირველად დონემდე, რომელიც სინჯარაზე მონიშნული უნდა იყოს) ყოველ 2-3 დღეში, შემდეგ კი უფრო ხშირად.

დამაჯერებელი სასწავლო შედეგების მიღების შემდეგ ცდა უნდა შეწყდეს, ვინაიდან მცენარეთა შემდგომი ნორმალური ზრდისა და განვითარებისათვის სხვა გვარი პირობები და წყლის კულტურების სხვა მეთოდებია საჭირო. სამი აუცილებელი ელემენტის - აზოტის, ფოსფორის, კალიუმის (NPK), მიწოდებით მცენარეების (პომიდვრის) გაზრდის ყველაზე ხანგრძლივი დასაშვები ვადაა ფაზა - 6-7 ფოთოლი. მცენარე აღწევს 14-16 სმ სიმაღლეს, აქვს 5-7 ნორმალური შეფერილობის ფოთოლი, რომელთა ფირფიტის ზომაა 6x5 სმ. მარილების გარეშე ან ერთი მარილის გამოკლებით

გაზრდილ მცენარეს კი 1-2 პატარა ფოთოლი აქვს, ბაცი ან მუქი იისფერი შეფერილობის, რომლებსაც კვდომის ნიშნები ემჩნევათ: ამ მცენარეების სიმაღლე და ღეროს სისქე დიდად არ განსხვავდება ცდის დაწყებამდე არსებული მდგომარეობისგან. დღე-ღამეში 6-8 საათის განმავლობაში განათების, ან შემოდგომაზე მზიან ფანჯარაზე ჩატარებული ცდების შემთხვევაში ცდის ხანგრძლივობაა 3-4 კვირა. ხოლოსრული დღე-ღამის განმავლობაში განათებისას შედეგი მცენარეების ხსნარში ჩადგმის დღიდან 10-14 დღის შემდეგ მიიღება.

ცდის შედეგებს შემდეგი ცხრილის სახით ჩაიწერენ:

ვარიანტი	ღეროს სიმაღლე			ფესვის სიგრძე			ფოთლები						მცენარის საერთო შესახედაობა
							რაოდენობა			ფართობი, სმ²			
დაკვირვების კვირა	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
ფანჯარა ან 6-8 საათიანი ნათურებით განათება													
NPK													
N გარეშე													
P გარეშე													
ნათურები დღე-ღამის განმავლობაში													
NPK													
N გარეშე													
P გარეშე													

კითხვები თვითკონტროლისათვის

1. რით განსხვავდება მცენარეები, რომლებიც სრულად იღებდნენ ძირითად მინერალურ ელემენტებს იმ მცენარეებისგან, რომლებიც ამ ელემენტებს ნაწილობრივ იღებდნენ?
2. როგორ მოქმედებს სინათლე მცენარეების ზრდასა და განვითარებაზე?

ცდა 2. pH-ის გავლენა სხვადასხვა სახეობის მცენარეზე

სამუშაოს შესრულების წესი:

1. მცენარეებზე pH-ის გავლენის შესწავლისათვის ამზადებენ pH 5, 6, 7 და 8 მქონე ხსნარებს. ამისათვის ოთხ სინჯარაში ასხამენ 5-5 მლ NPK ხსნარს (წინა ცდის სქემის მიხედვით) და თითოეულში ამატებენ 4-5 წვეთ უნივერსალურ ინდიკატორს.
2. pH-ის მოცემული მნიშვნელობების მისაღებად სინჯარებში წვეთ-წვეთად ასხამენ 0,01N. HCl-ის ან NaOH-ის ხსნარს იმ შეფერილობის მიღებამდე, რომელიც შეესაბამება სტანდარტულ სკალას ალიამოვსკის მიხედვით (ნახ.15.5).

ტუტეებთან და მჟავებთან მუშაობისას დაიცავით უსაფრთხოების ტექნიკის წესები.
მათი კანზე მოხვედრა ქიმიურ დამწვრობას იწვევს!



ნახ. 15.5. სტანდარტული სკალა ალიამოვსკის მიხედვით

მომზადებულ ხსნარებში ხორბლის და სხვა მცენარეების ღივების ფესვებს ათავსებენ. მცენარეების ზრდის პროცესს წინა ცდაში ნაჩვენები სქემის მიხედვით აკვირდებიან.

ცდის შედეგებს ცხრილის სახით აღწერენ:

ვარიანტი pH	ღეროს სიმაღლე			ფესვის სიგრძე			ფოთლები						მცენარის საერთო შესახედაობა
							რაოდენობა			ფართობი, სმ²			
ერთევირანი დაკვირვება	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
5													
6													
7													
8													

კითხვები თვითკონტროლისათვის

1. რით განსხვავდებიან ერთმანეთისგან მცენარეები, რომლებიც pH -ის სხვადასხვა მაჩვენებლების მქონე გარემოში გაიზარდნენ?
2. შესწავლილი მცენარეების რომელი სახეობები აღმოჩნდა უფრო მდგრადი pH-ის ცვლილების მიმართ?

ლაბორატორიული სამუშაო 16

გარემოს ზოგიერთი ფაქტორის რაოდენობრივი მაჩვენებლების განსაზღვრა

სამუშაოს მიზანი: გარემოს ფიზიკური პარამეტრების განსაზღვრის პრაქტიკული უნარების შეძენა, გარემოს ზოგიერთი ფაქტორის გაზომვის ხელსაწყოების გაცნობა, ტემპერატურის, ტენიანობის, განათების, ქარის სიჩქარის, წნევის გაზომვა.

აღჭურვილობა და რეაქტივები:

ტენის, ნიადაგის
pH-ის,
ნიტრატებისა და
სინათლის
ციფრული საზომი



ტემპერატურისა
და pH-ის
ციფრული
საზომი



ცოცხალი ორგანიზმები იმ აბიოტური ფაქტორების მუდმივი ზემოქმედების ქვეშ არიან, რომლებიც გარემოს ფიზიკურ-ქიმიურ პირობებს ქმნიან. გარემოს პარამეტრების გასაზომად სხვადასხვაგვარ ფიზიკურ ხელსაწყოებს იყენებენ.

დავალება 1. სკოლაში მიკროკლიმატის პარამეტრების გაზომვა

მიზანი: ტენიანობის, ტემპერატურისა და განათების სანიტარულ-ჰიგიენურ ნორმებთან შესაბამისობის შემოწმება

შენობის მიკროკლიმატი - შენობის შიდა გარემოს მდგომარეობა, რომელიც გავლენას ახდენს ადამიანზე და რომლის მახასიათებლებიცაა შენობაში არსებული ჰაერის და კონსტრუქციების ტემპერატურის, ჰაერის ტენიანობისა და ჰაერის მოძრაობის მაჩვენებლები.

ჰაერის ტენიანობას, რომელიც არსებით გავლენას ახდენს ორგანიზმსა და გარემოს შორის სითბოს გაცვლით პროცესზე, დიდი მნიშვნელობა აქვს ადამიანის სიცოცხლისუნარიანობისათვის.

ჰაერის დაბალი ტემპერატურისა და მაღალი ტენიანობის პირობებში სითბოს გაცემა იზრდება და ადამიანი გადაციების საფრთხის წინაშეა. მაღალი ტემპერატურისა და მაღალი ტენიანობის დროს სითბოს გამოყოფა მკვეთრად ეცემა, რაც ორგანიზმის გადახურებას იწვევს, განსაკუთრებით ფიზიკური მუშაობის შესრულებისას. მაღალი ტემპერატურის გადატანა უფრო ადვილია, როცა ჰაერის ტენიანობა ეცემა. ადამიანისთვის საშუალო კლიმატურ პირობებში ყველაზე მეტად ხელსაყრელია ჰაერის შედარებითი ტენიანობა 40-60%.

ჰაერის ტენიანობის არასასურველი გავლენის აღმოსაფხვრელად შენობებში გამოიყენება ჰაერის ვენტილაცია, კონდიციონირება და სხვა.

იმისათვის, რომ მხედველობა არ გაუარესდეს, ოპტიმალური განათება უნდა იყოს 300 ლუქსი.

მიკროკლიმატის პარამეტრებია:

პერიოდი	ოპტიმალური ტემპერატურა	დასაშვები ტემპერატურა	ოპტიმალური ტენიანობა	დასაშვები ტენიანობა	განათება
თბილი (8 °C-ზე მაღალი)	22-25 °C	20-28 °C	60-30%	65%	300 ლქ-ზე მეტი
ცივი (5 °C-ზე ნაკლები)	20-22 °C	18-24 °C	45-30 %	60%	300ლქ-ზე მეტი

ექსპერიმენტის ჩატარების წესი:

1. ჩავატაროთ ტემპერატურის სენსორის დაკალიბრება თერმომეტრის ჩვენებების მიხედვით, რათა ზუსტად გავზომოთ ტემპერატურის აბსოლუტური მნიშვნელობები.



ნახ. 16.1. ტემპერატურის ციფრული საზომი

2. ჩავატაროთ განათების სენსორის დაკალიბრება ლუქსომეტრის ჩვენებების მიხედვით, რათა ზუსტად გავზომოთ განათების აბსოლუტური მნიშვნელობები.



ნახ. 16.2. განათებისა ინტენსივობისა და ტენიანობის ციფრული საზომი

3. ჩავატაროთ გაზომვები: ფანჯარასთან, მერხთან, კედელთან, კაბინეტის ცენტრში. სასურველია გაზომვების ჩატარება ერთი დღის განმავლობაში გაკვეთილების მერე და დღე-ღამის ბნელ პერიოდში. შეისწავლება სასწავლო შენობები, რომლებშიც მეცადინეობები ტარდება.
4. კომენტარების სახით ჩავიწეროთ მიმდევრობით ადგილები, რომლებშიც ჩატარდა გაზომვები.

გამოკვლევის ჩატარების ადგილი	ტემპერატურა, °C		ტენიანობა, %		განათების ინტენსივობა, ლუქსი	
	დღე-ღამის დრო		დღე-ღამის დრო		დღე-ღამის	
	ნათელი	ბნელი	ნათელი	ბნელი	ნათელი	ბნელი
ბიოლოგიის კაბინეტი						
ფანჯარასთან						
კედელთან						
კაბინეტის ცენტრში						
სპორტული დარბაზი						
ფანჯარასთან						
კედელთან						
დარბაზის ცენტრში						
....						

5. დავახარისხოთ მიღებული მონაცემები კაბინეტების ნომრების მიხედვით ან პარამეტრების მატებისა თუ კლების მიხედვით.
6. გამოვყოთ ცხრილში ადგილები სადაც უდაბლესი და უმაღლესი მნიშვნელობები დაფიქსირდა,
7. ის ადგილები, სადაც მნიშვნელობები აუცილებელ ნორმას არ შეესაბამება.

დავალება 2. სკოლის მიკრორაიონის ტერიტორიაზე მიკროკლიმატის პარამეტრების გაზომვა

სამუშაოს მიზანი: განვსაზღვროთ სკოლის მიკრორაიონის ტერიტორიის მიკროკლიმატზე ნიადაგის საფარის გავლენის თავისებურებები.

სკოლის მიკრორაიონის ტერიტორიის ფარგლებში ადგილობრივი პირობების (რელიეფის მცირე ფორმები, ფერდობების ექსპოზიცია, ნიადაგისა და გრუნტის, მცენარეული საფარის თავისებურებები) ზეგავლენით ყალიბდება განსაკუთრებული პირობები, რომლებსაც მიკროკლიმატი ეწოდება. დაკვირვებების ჩასატარებლად საჭიროა ტემპერატურისა და ტენიანობის გაზომვა ორ დონეზე:

- მიწისპირა ფენაში 0-20სმ სიმაღლეზე;
- ადამიანის სიმაღლეზე 150-200 სმ.

ტემპერატურის გაზომვებისას ტემპერატურის საზომი უნდა იყოს ჩრდილში. როგორც წესი, მიწისპირა ფენაში უფრო მაღალი ტენიანობაა, სამაგიეროდ ტემპერატურა 2-5 გრადუსით უფრო დაბალია.

იმავედროულად, გაზომვის წერტილებში უნდა გაიზომოს ნიადაგის მჟავიანობა pH. ქალაქში პირველ პლანზე გამოდის მძლავრი ანთროპოგენული ფაქტორები. ძირითადი კომპონენტებია: მოასფალტებული ნიადაგის ზედაპირი, შენობათა ქვისა და ბეტონის

კედლები, ინტენსიური მოძრაობის სატრანსპორტო მაგისტრალები. შესაძლო ვარიანტების სახით შეიძლება შემოთავაზებულ იქნეს მიკროკლიმატზე დაკვირვების შედარება ხისა და ქვის სახლებში; მრავალსართულიანი სახლის გარეთა () ქუჩის მხარეს და შიდა ეზოში; უშუალოდ სკოლის შენობის კედლებთან - მათი ექსპოზიციის გათვალისწინებით. საინტერესო და საგულისხმო იქნება მოსწავლეებისათვის მიკროკლიმატზე დაკვირვებების ჩატარება სხვადასხვა ფიტოცენოზურ პირობებში: ტყე, ველი, ნათესებიანი აგროცენოზი და სხვა. ამგვარ პირობებში განსაკუთრებით თვალსაჩინოა მცენარეული საფარის გავლენა ჰაერის მიწისპირა ფენის მიკროკლიმატზე. ნიადაგის pH დონე შეიძლება ასევე დაბინძურების ერთგვარი ინდიკატორიც იყოს. განსაკუთრებული ყურადღება ამ მაჩვენებელს მსხვილი საწარმოების, ავტოტრასებისა და სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ახლოს უნდა დაეთმოს.

ექსპერიმენტის ჩატარების წესი

1. ჩავატაროთ ტემპერატურისა და ტენიანობის სენსორების დაკალიბრება ოთახის თერმომეტრისა და ფსიქრომეტრის (ტენიანობის გამზომი ხელსაწყო) ჩვენებების მიხედვით, რათა ზუსტად გაიზომოს აბსოლუტური მნიშვნელობები. (ნახ. 16.1 და 16.2).
2. ჩაატარეთ გაზომვები სკოლის ტერიტორიის ნაკვეთის და/ან მიმდებარე პარკის გეგმის მიხედვით შერჩეულ წერტილებში.
3. კომენტარების სახით ჩაიწერეთ უდიდესი/უმცირესი მნიშვნელობები.
4. დაახარისხეთ მიღებული მონაცემები ტერიტორიის წერტილების ან ტემპერატურის, ტენიანობის, ნიადაგის PH-ის ზრდის (კლების) მიხედვით.
5. შეავსეთ ცხრილები წერტილების სახელებითა და ტემპერატურისა და ტენიანობის შესაბამისი მნიშვნელობებით. გამოყავით ცხრილებში იმ ტერიტორიების სახელწოდებები, სადაც ტემპერატურის, ტენიანობის, pH-ის ყველაზე მაღალი და ყველაზე დაბალი მნიშვნელობები დაფიქსირდა.
6. შეეცადეთ განმარტოთ pH-ის დონის ნორმიდან გადახრის მიზეზები (ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვის, ნაგავსაყრელის ზემოქმედება და სხვ.)

გამოკვლევის ჩატარების ადგილი	ტემპერატურა, °C		ტენიანობა, %		pH
	დღე-ღამის დრო		დღე-ღამის დრო		
	ნათელი	ბნელი	ნათელი	ბნელი	
სკოლასთან					
გზის პირას					
მრავალსართულიანი შენობის გარეთა მხარე					
მრავალსართულიანი შენობის შიგნითა მხარე					
კერძო სექტორი					
....					

კითხვები თვითკონტროლისათვის:

1. ტერიტორიის რომელ უბნებზე დაფიქსირდა ტემპერატურისა და ტენიანობის ერთმანეთისგან განსხვავებული პარამეტრები? რატომ?
2. ტემპერატურის, ტენიანობისა და განათების რა მაქსიმალური და მინიმალური მაჩვენებლები დააფიქსირეთ? რა ადგილებში და რასთანაა ეს დაკავშირებული?
3. არის თუ არა სკოლის ყველა სივრცე ოპტიმალური ტემპერატურის, ტენიანობისა და განათების მაჩვენებლების თვალსაზრისით?
4. როგორ და რატომ განსხვავდება ტემპერატურის და ტენიანობის პარამეტრები მიწისზედა ფენასა და ადამიანის სიმაღლეზე?

თემა 10. საველე გამოკვლევები (მცენარეთა და ცხოველთა ბიომრავალფეროვნების შესწავლა)

ლაბორატორიული სამუშაო 17

ცხოველებისა და მცენარეების მრავალფეროვნებისა და სასიცოცხლო პროცესების
გაცნობა

სამუშაოს მიზანი: გავეცნოთ ცხოველებისა და მცენარეების მრავალფეროვნებასა და
სასიცოცხლო პროცესებს

აღჭურვილობა და რეაქტივები:

ლოუპა



ბადე



ბინოკლი



მინის ქილა, ბლოკნოტი, საწერი კალამი,
მცენარეებისა და ცხოველების სარკვევი

დავალება 1. ბუნებაში ექსკურსია. ჰიდრობიონტი (მტკნარი წყლის გარემო, წყალსაცავი) ცხოველების მრავალფეროვნებისა და სასიცოცხლო პროცესების გაცნობა

1. ამოიღეთ წყაროდან ერთი-ორი მცენარე (მაგ., ელოდეა, რქაფოთოლა). იპოვეთ
მცენარეებზე წყლის მწერები (მაგ., აზელუსი, მოცურალა). მიაქციეთ ყურადღება მათ
შეფერილობას. განსაზღვრეთ ფერის მნიშვნელობა ცხოველების ცხოვრებაში.



ნახ. 17.1. ლუპა ჰიდრობიონტების შესასწავლად

2. დააკვირდით ლუპით და დათვალეთ რამდენი კიდური აქვს ცხოველს. განსაზღვრეთ,
რომელი ფეხებით ხოხავენ, ცურავენ და დახტიან ისინი?
3. განსაზღვრეთ ცხოველის გარემოსთან შეგუების ნიშნები.

დავალება 2. ექსკურსია ბუნებაში. მწერების მრავალფეროვნების, ფრინველთა ხმების გაცნობა, ძუძუმწოვართა ნაკვალევის შესწავლა (ტყე)

1. დაიჭირეთ მწერები ბადის დახმარებით (ნახ.17.2)



ნახ. 17.2. მწერსაჭერი მადე

2. დააკვირდით მწერებს ლუპით (ნახ. 17.3).



ნახ. 17.3. ლუპა მწერებისა და მცირე ზომის ცხოველების აგებულების შესასწავლად

3. დააკვირდით ტყის მოცემულ უბანზე ფრინველებსა და ძუძუმწოვრებს ბინოკლის საშუალებით (ნახ. 17.4).



ნახ. 17.4. ბინოკლი ფრინველებზე დაკვირვებისათვის

4. აღწერეთ მწერების გარეგნული იერი, ზომები და ბინადრობის პირობები.
5. მოუსმინეთ ფრინველთა ხმებს.
6. განსაზღვრეთ, რომელი ხეები, ბუჩქები და ბალახოვანი მცენარეები იზრდება გვერდიგვერდ.
7. რომელი მცენარეების (ნაყოფის, თესლის) გამოყენება შეუძლიათ ფრინველებსა და ძუძუმწოვრებს საკვებად?
8. შეეცადეთ იპოვოთ ცხოველების მოქმედების არეალი: ობობას ქსელი, მწერების ჭურბები, მწერების მიერ დაზიანებული ფოთლები, ჩიტის ბუდეები, წიწვოვანთა გირჩები, რომლებიც ციყვებმა და კოდალებმა საკვებად გამოიყენეს. დააკვირდით მათ.

დავალება 2. ბუნებაში ექსკურსია. მწერებისა და ხერხემლიანი ცხოველების მრავალფეროვნების გაცნობა (მდელი ან სტეპი).

1. განსაზღვრეთ თქვენი უბნის სახეობრივი შემადგენლობა. დააკვირდით, რომელი მწერები უტრიალებენ მცენარეებს. განსაზღვრეთ მათი სახელწოდებები და სისტემატური განლაგება.
2. დაითვალოთ თქვენი უბნის ცხოველების სახეობები, მონაცემები ბლოკნოტში ჩაიწერეთ.
3. დააკვირდით თქვენი უბნის ნიადაგს, მოაგროვეთ ცხოველები ქილებში, დააკვირდით მათ ლუპის საშუალებით (ნახ. 17.5), განსაზღვრეთ მათი ფორმა, ფერი, კიდურების რაოდენობა და აგებულება.



ნახ. 17.5. ლუპა მწერებისა და მცირე ზომის ცხოველების აგებულების შესწავლისათვის

4. განსაზღვრეთ მოცემულ საცხოვრებელ გარემოსთან შეგუების ნიშნები. გამოუშვით ცხოველები ქილიდან.
5. მიაქციეთ ყურადღება, არის თუ არა ნიადაგში სოროები ან თხუნელას ორმოები, რა ზომისაა ისინი, რომელი ცხოველებისაა ეს სოროები?

6. დააკვირდით ბინოკლში (ნახ. 17.6), რა ფრინველები დაფრინავენ მდელს თავზე, განსაზღვრეთ მათი სახეობრივი სახელწოდება და სისტემატური მდებარეობა.



ნახ. 17.6. ბინოკლი ფრინველებზე დასაკვირვებლად

7. თქვენი დაკვირვებების შედეგების მიხედვით შეავსეთ ცხრილი:

დაკვირვების სახელწოდება	ცხოველების შეგუება	დაკვირვების დრო

კითხვები თვითკონტროლისთვის:

- რომელი წყლის მცენარეების პოვნა მოახერხეთ მტკნარ წყალსაცავში? როგორი შეფერილობისაა მათი სხეული?
- რა შეგუებების გამოვლენა მოახერხეთ ჰიდრობიონტ ცხოველებთან წყლის გარემოში საცხოვრებლად?
- რომელი სახეობის მწერების დაჭერა მოახერხეთ ტყეში ბადის დახმარებით? მათი სხეულის აგებულებისა და ქცევის რა თავისებურებების შესახებ შეიტყვეთ?
- რომელი ფრინველების ხმების იდენტიფიცირება მოახერხეთ?
- რომელი ტყის ცხოველების ნაკვალევი შეგხვდათ გაკვეთილის დროს?
- ერთნაირია თუ არა მწერებისა და ფრინველების რაოდენობა და მრავალფეროვნება ტყის პირას და ტყის სიღრმეში? რასთან არის ეს დაკავშირებული?
- რა სახეობის მწერების დაჭერა მოახერხეთ ბადის საშუალებით მდელიდან? მათი სხეულის აგებულებისა და ქცევის რა თავისებურებების შესახებ შეიტყვეთ?
- მწერებისა და ფრინველების რომელი სახეობები შეგხვდათ ტყეშიც და მდელიდან?

თემა 11. ადამიანის ანატომია და ფიზიოლოგია

ლაბორატორიული სამუშაო 18

გულის შეკუმშვების რაოდენობის დათვლა მოსვენებულ მგომარეობაში და ფიზიკური დატვირთვის შემდეგ

სამუშაოს მიზანი: განვსაზღვროთ, როგორ მოქმედებს ფიზიკური დატვირთვა გულისცემის სიხშირეზე.

აღჭურვილობა და რეაქტივები

გულის
მოდელი



თერმომეტრი

მანომეტრი



წამმზომი

1. შეისწავლეთ გულის აგებულება მოდელის მიხედვით (ნახ.1).



ნახ. 18.1. გულის მოდელი

შეკუმშვისას გული მუშაობს ტუმბოს მსგავსად და სისხლს სისხლძარღვებში გადაისვრის, რითაც უჯრედებს ჟანგბადითა და საკვები ნივთიერებებით ამარაგებს და ათავისუფლებს მათ დაშლის პროდუქტებისაგან. გულის კუნთის გარკვეულ უჯრედებში პერიოდულად წარმოიქმნება აგზნება და გული თავისთავად რიტმულად იკუმშება. ცენტრალური ნერვული სისტემა ნერვული იმპულსების მეშვეობით მუდმივად აკონტროლებს გულის მუშაობას. არსებობს გულზე ნერვული გავლენის ორი სახე: პირველი - გულის შეკუმშვების შემნელებელი და მეორე - მათი დამაჩქარებელი. გულის შეკუმშვათა სიხშირე მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული - ასაკზე, ზოგად მგომარეობაზე, დატვირთვაზე და სხვა.

მარცხენა პარკუჭის ყოველი შეკუმშვისას აორტაში წნევა მაღლა იწევს და მისი კედლის რხევა ტალღებად გადაეცემა სისხლძარღვებს. სისხლძარღვების კედლების რხევას გულის შეკუმშვების რიტმში პულსი ეწოდება.

სამუშაოს შესრულების წესი:

1. იპოვეთ პულსი მაჯის შიდა მხარეს ორი თითის დადებით, როგორც ეს 18.2 ნახატზეა ნაჩვენები. ოდნავ დავაჭიროთ და პულსის ფეთქვას ვიგრძნობთ.



ნახ. 18.2. პულსის გაზომვა

2. დათვალეთ ფეთქვის რაოდენობა 1 წუთის განმავლობაში მშვიდ მდგომარეობაში, მონაცემები ცხრილში შეიტანეთ.
3. გააკეთეთ 10 ბუქნი და ისევ დათვალეთ ფეთქვის რაოდენობა 1 წუთის განმავლობაში. მონაცემები ცხრილში შეიტანეთ.
4. 5 წუთის შესვენების შემდეგ მჯდომარე მდგომარეობაში დაითვალეთ პულსი. მონაცემები ცხრილში შეიტანეთ.

ორგანიზმის მდგომარეობა	პულსის სიხშირე
მოსვენებული მდგომარეობა	
10 ბუქნის შემდეგ	
5 წთ შესვენების შემდეგ	

კითხვები თვითკონტროლისათვის

1. მაჯის გარდა კიდევ რომელ ადგილებში შეიძლება პულსის მოსინჯვა? რატომ ისინჯება ადამიანის სხეულის ამ ადგილებში პულსი?
2. რა უზრუნველყოფს სისხლის უწყვეტ დინებას სისხლძარღვებში?
3. რა მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმისთვის გულის შეკუმშვების ძალასა და სიხშირეს?
4. შეადარეთ შედეგები ცხრილში. რა დასკვნის გაკეთება შეგიძლიათ საკუთარი გულის მუშაობის შესახებ მშვიდ მდგომარეობაში თუ დატვირთვისას?

ლაბორატორიული სამუშაო № 19

არტერიული წნევის გაზომვა მშვიდ მდგომარეობაში და ფიზიკური დატვირთვის შემდეგ

სამუშაოს მიზანი: ვისწავლოთ არტერიული წნევის გაზომვა, განვსაზღვროთ როგორ იცვლება ის ფიზიკური დატვირთვის შემდეგ

აღჭურვილობა და რეაქტივები:
მანომეტრი



სისხლის წნევა მშვიდ მდგომარეობაში უნდა გაისინჯოს: სასურველია მცირე შესვენების შემდეგ. წნევა იზომება ან დამჯდარ ან მწოლიარე მდგომარეობაში, მაგრამ უნდა გვახსოვდეს, რომ სისხლის წნევის ცვლილების სურათის დასადგენად გაზომვისას პოზიცია არ უნდა შევიცვალოთ. აუცილებლად მიაქციეთ ყურადღება მანჟეტის ზომას - მისი სიგანე მხრის სიგრძის 2/3-ს არ უნდა აღემატებოდეს. არტერიული წნევა იზომება ვერცხლისწყლის სვეტის მილიმეტრებში. (მმ ვც.სვ.). მასში შედის ზედა ანუ მაქსიმალური (სისტოლური) წნევა, რომელიც გვიჩვენებს რა ძალით გამოდევნის გული სისხლს მარცხენა პარკუჭიდან სისხლძარღვებში, და ქვედა ანუ მინიმალური (დიასტოლური) წნევა, რომელიც

სისხლძარღვების ტონუსს გვიჩვენებს იმ მომენტში, როდესაც გული მოდუნებულია. ითვლება, რომ მოზრდილი ადამიანის სისტოლური წნევა ნორმის ფარგლებშია, თუ 100 დან 140 მმ ვც. სვ. უდრის, ხოლო დიასტოლური - 60 დან 90 მმ ვც.სვ-მდე.

თუ სისხლის წნევა მაღალია, (ანუ მაქსიმალური ან მინიმალური მაჩვენებლები ზედა ზღვარს ასცდა) შეიძლება ვისაუბროთ ჰიპერტონიაზე, ხოლო თუ დაბალია - ჰიპოტონიაზე.

დაჯექით სკამზე, გაიშიშვლეთ მარცხენა ხელი. დადეთ ხელი მაგიდაზე. მკლავზე (ორთავა კუნთის არეში არეში) ჩამოიცვით რეზინის მანჟეტი ისე, რომ მსხალზე და მანომეტრზე მიერთებული მილები მკლავის ზედაპირის ზემოთა ნაწილზე გამოდიოდეს იდაყვის ახლოს. მივაჭიროთ მანომეტრი მხრის არტერიის პროექციაზე იდაყვის მოხრის ადგილას და მსხლის საშუალებით დავტუმბოთ ჰაერი მანჟეტში ისე, რომ წნევა სისხლის ზედა წნევას აღემატებოდეს. ამ დროს არტერია მანჟეტის ქვეშ იჭყლიტება, რასაც მოსმენისას პულსის ტალღების არარსებობა მოწმობს. შემდეგ თანდათან გამოვუშვათ ჰაერი მანჟეტიდან და როგორც კი წნევა მასში სისხლის ზედა წნევას გაუტოლდება, არტერია ტკაცუნით გასწორდება. არტერიის კედლებს რხევაში მოჰყავს მიმდებარე ქსოვილები და შესაბამისად, ხელის ზედაპირზე ამ დროს ხმა გაისმის. ამ მომენტში ფიქსირდება მაქსიმალური სისტოლური წნევის მაჩვენებელი ციფრები.

მანჟეტში წნევის შემდგომი დაწევისას, ყოველ ჯერზე, როცა ის სისხლის წნევას ემთხვევა, მანომეტრში ხმა გაისმის. მაგრამ აი, ჰაერის წნევა სისხლის ქვედა წნევას გაუტოლდა - არტერია საბოლოოდ გასწორდა და ხმები ქრება. ასე რეგისტრირდება სისხლის ქვედა, დიასტოლური წნევის მნიშვნელობა.

სამუშაოს შესრულების წესი:

1. მანომეტრის საშუალებით გაზომეთ არტერიული წნევა მშვიდ მდგომარეობაში. (ნახ.19.1), მონაცემები ცხრილში შეიტანეთ.



ნახ. 19.1. მანომეტრი არტერიული წნევის გასაზომად

2. გააკეთეთ 10 ბუქნი და გაიზომეთ არტერიული წნევა, მონაცემები ცხრილში შეიტანეთ.
3. 5 წთ შესვენების შემდეგ ხელახლა გაიზომეთ არტერიული წნევა, მონაცემები ცხრილში შეიტანეთ და გააკეთეთ დასკვნები.

ორგანიზმის	არტერიული წნევა
მშვიდი მდგომარეობა	
10 ბუქნის შემდეგ	
5 წთ შესვენების შემდეგ	

კითხვები თვითკონტროლისათვის:

1. რა არის არტერიული წნევა და რისი დახმარებით იზომება ის?
2. რატომ არის საშიში მაღალი არტერიული წნევა?
3. შეადარეთ შედეგები ცხრილის მიხედვით. რა დასკვნა შეიძლება გავაკეთოთ ფიზიკური დატვირთვის შემდეგ არტერიული წნევის ცვლილების შესახებ?

სხეულის ტემპერატურის გაზომვა მშვიდ მდგომარეობაში და ფიზიკური დატვირთვის შემდეგ

სამუშაოს მიზანი: სხეულის ტემპერატურის სხეულის შიდა ენერგიასთან კავშირის დადგენა.

აღჭურვილობა და რეაქტივები:



თერმომეტრი

სხეულის ტემპერატურის माტება დაავადების უტყუარი ნიშანია. სხეულის მაღალი ტემპერატურისას ავადმყოფი თავს ცუდად გრძნობს, უჩივის თავის ტკივილს. სხეულის ტემპერატურა შეიძლება გაიზომოს ილლიაში, პირის ღრუში. გაზომვისთვის იყენებენ ვერცხლის წყლის სამედიცინო თერმომეტრს ან ელექტროთერმომეტრს.

სამუშაოს შესრულების წესი:

1. გაიზომეთ სხეულის ტემპერატურა ვერცხლის წყლის თერმომეტრით ინსტრუქციის მიხედვით: (ვერცხლის წყლის თერმომეტრით ტემპერატურის გაზომვისას ფრთხილად იყავით, რომ არ გაგიტყდეთ ის, რადგან ვერცხლისწყლის აორთქლება საზიანოა ადამიანის ჯანმრთელობისათვის)
 - ა) ამოიღეთ თერმომეტრი ბუდიდან და დაფერთხეთ;
 - ბ) ჩაიდეთ თერმომეტრი ილლიაში;
 - გ) დააყოვნეთ 5 წუთი (დრო საათით გაზომეთ);
 - დ) ამოიღეთ თერმომეტრი და ნახეთ ჩვენება. ჩაიწერეთ ცხრილში;
 - ე) მოათავსეთ თერმომეტრი ბუდეში.
2. გაიზომეთ სხეულის ტემპერატურა ელექტრონული თერმომეტრით, იმოქმედეთ ინსტრუქციის მიხედვით:
 - ა) ამოიღეთ თერმომეტრი ბუდიდან და ჩართეთ ღილაკზე დაჭერით;
 - ბ) დაელოდეთ, როდის გაჩნდება დისპლეიზე სიმბოლო მოცემულ $^{\circ}\text{C}$ ნიშნით;
 - გ) ჩაიდეთ თერმომეტრი ილლიაში;
 - დ) დაელოდეთ ხმოვან სიგნალს;
 - ჟ) ამოიღეთ თერმომეტრი, ნახეთ დისპლეის ჩვენება.

3. ადექით და სწრაფი ტემპით ერთი წუთის განმავლობაში გააკეთეთ ბუქნები.
4. დაჯექით და სხეულის ტემპერატურა გაიზომეთ. მნიშვნელობა ცხრილში შეიტანეთ და გააკეთეთ დასკვნები..

ორგანიზმის მდგომარეობა	სხეულის ტემპერატურა
მშვიდი მდგომარეობა (ვერცხლისწყლის თერმომეტრი)	
მშვიდი მდგომარეობა (ელექტროთერმომეტრი)	
ბუქნების შემდეგ	

კითხვები თვითკონტროლისათვის:

1. როგორია ადამიანის სხეულის ტემპერატურა მშვიდ მდგომარეობაში?
2. რატომ მატულობს სხეულის ტემპერატურა ნერვული დამაბულობისას და ფიზიკური დატვირთვისას?