

ვასწავლოთ ფოტოსინთეზი ინტერაქტიურად

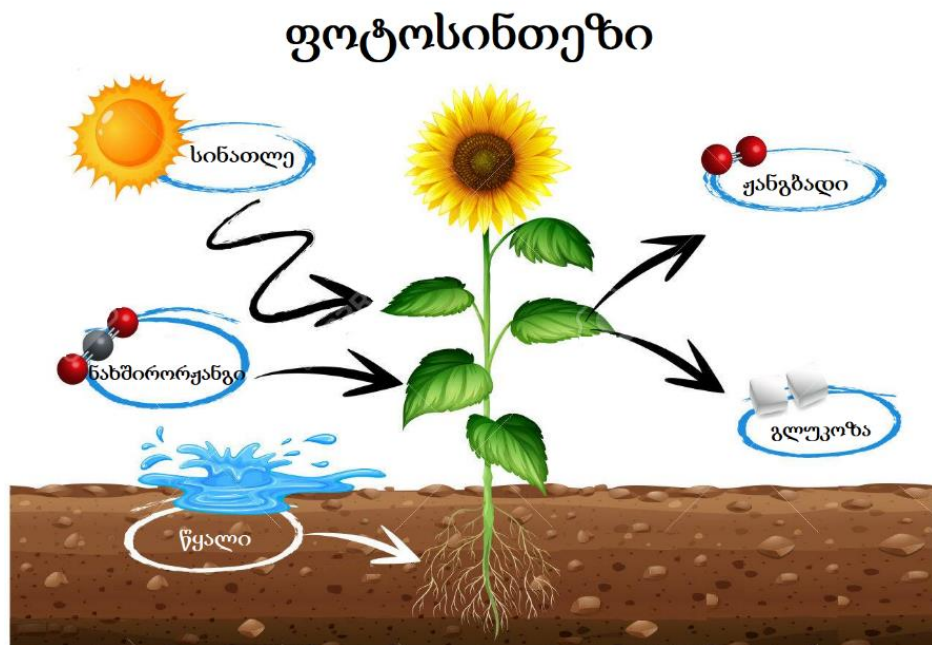
შინაარსი

აქტივობა 1	2
აქტივობა 2	2
აქტივობა 3	3
აქტივობა 4	4
აქტივობა 5	10
პასუხები და მეთოდური რეკომენდაციები.....	13

მომზადდა მაია ზიბზიბაძემ

აქტივობა 1

დაწერე ფოტოსინთეზის ჯამური განტოლება სურათის გამოყენებით:

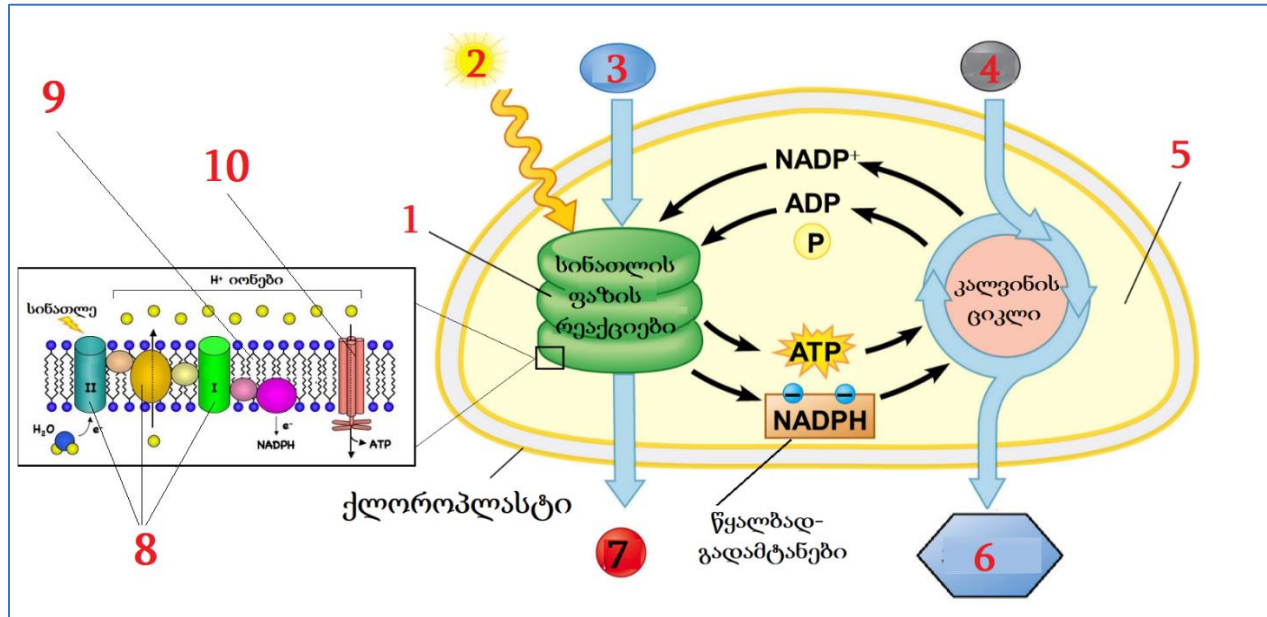


აქტივობა 2

დაწერე, რაში მდგომარეობს ფოტოსინთეზის ბიოლოგიური როლი. გამოიყენე სიტყვები: სიცოცხლე, პლანეტა, საკვები, მცენარე, არაორგანული ნივთიერებები, გლუკოზა.

აქტივობა 3

გაანალიზე ილუსტრაცია. მიუსადაგე სურათზე დატანილ თითოეულ ციფრს შესაბამისი ტერმინი და ჩაწერე ცხრილში.



1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

აქტივობა 4

ქვემოთ მოცემულია სიტუაციური ამოცანა, რომელთანაც დაკავშირებულია მომდევნო დავალებები. გაეცანი ტექსტს და შეასრულე დავალებები.

მეცნიერთა ჯგუფი მუშაობს ჰერბიციდების ახალი თაობის მიღებაზე. ჰერბიციდები წარმოადგენენ ქიმიურ ნივთიერებებს, რომლებიც აფერხებენ მცენარეების ზრდა-განვითარებას. სოფლის მეურნეობაში მათ იყენებენ სარეველების წინააღმდეგ, მოსავლიანობის გაზრდის მიზნით. ჰერბიციდები თრგუნავენ მცენარეებში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესებს, მათ შორის ფოტოსინთეზს და აზიანებენ მეტაბოლური გზების კომპონენტებს. ექსპერიმენტირების პროცესში მეცნიერებს დაუგროვდათ ბევრი მონაცემი, რომლის მიხედვითაც ჰერბიციდების განსხვავებული ფორმები და განსხვავებული დოზები განსხვავებულად მოქმედებს მცენარეებზე. მეცნიერების მიზანია, მათი გაანალიზება და ეფექტური ჰერბიციდების მიღება.

დავალება 1

ფოტოსინთეზის რომელი ფაზა ვეღარ განხორციელდება სრულყოფილად (სინათლის თუ სიბნელის), თუ ჰერბიციდის მოქმედება დააზიანებს:

1. მემბრანული ატფ-სინთეტაზას სტრუქტურულ მთლიანობას?
2. კალვინის ციკლის მიმდინარეობას?
3. ელექტრონსატრანსპორტო ჯაჭვის კომპონენტებს?

1. _____

2. _____

3. _____

დავალება 2

ჰერბიციდის ზემოქმედების შედეგად შესაძლოა დაზიანდეს ფოტოსინთეზის სინათლისა და სიბნელის ფაზების სხვადასხვა კომპონენტი ან პროდუქტი (პირველი სვეტი). მონიშნეთ ცხრილში პროდუქტი, რომელიც კვლავ გააგრძელებს წარმოქმნას ჰერბიციდის ზემოქმედების შემდეგაც.

ფოტოსინთეზის კომპონენტი / პროდუქტი, რომელიც დაზიანდა ჰერბიციდის ზემოქმედების შედეგად	სინათლის ფაზა	სიბნელის ფაზა
ფოტოსისტემები	1. H^+ 2. e^- 3. O_2 4. ATP	გლუკოზა
ელექტრონსატრანსპორტო ჯაჭვი	1. H^+ 2. e^- 3. O_2 4. ATP	გლუკოზა
კალვინის ციკლი	1. H^+ 2. e^- 3. O_2 4. ATP	გლუკოზა

დავალება 3

ექსპერიმენტებში სწავლობდნენ ხუთი სხვადასხვა ჰერბიციდის (H-1, H-2, H-3, H-4, H-5) მოქმედებას ფოტოსინთეზის სხვადასხვა ეტაპზე. კერძოდ, გამოიკვლიეს:

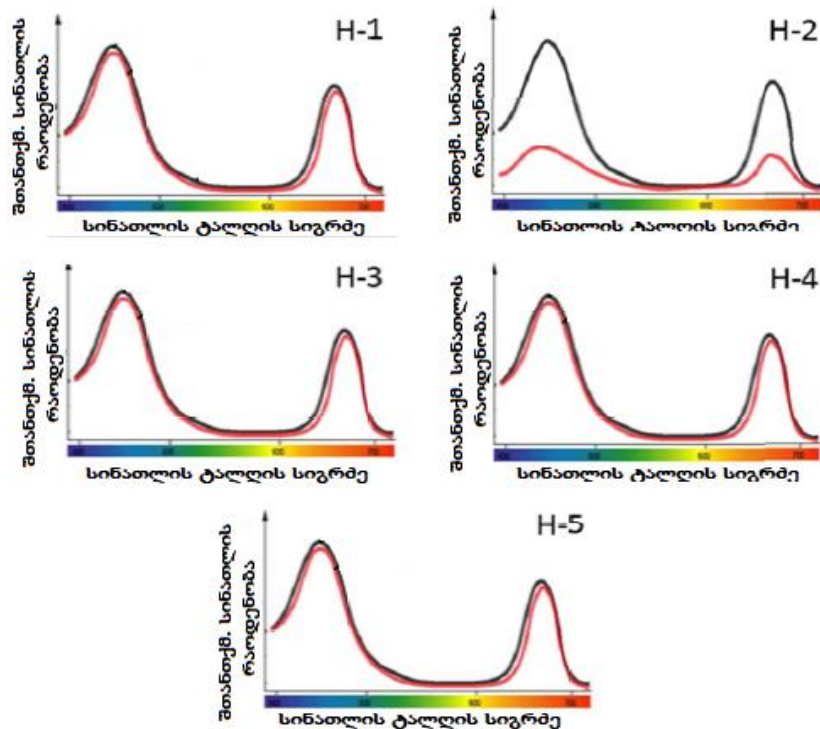
- ქლოროფილის მოლეკულის მიერ სინათლის შთანთქმა;
- ჟანგბადის გამოყოფა ქლოროპლასტებიდან;
- სინათლის ფაზის ბოლოს წარმოქმნილი ატფ-ის რაოდენობა (nmol/mg);
- გლიცერალდეჰიდ-3-ფოსფატის (G3P, გლუკოზის წინამორბედი მოლეკულა ფოტოსინთეზის პროცესში) რაოდენობა ($\mu\text{mol/mg}$).

ქვემოთ მოცემულია ჰერბიციდების მოქმედების შედეგები კონკრეტული მონაცემების სახით. გაანალიზე მონაცემთა თითოეული ბაზა თანმხლებ ინფორმაციასთან ერთად და ამ ანალიზის საფუძველზე:

1. შეაფასე თითოეული ჰერბიციდის მოქმედება ფოტოსინთეზის პროცესზე სიტყვებით: *გაიზარდა / შემცირდა / იგივე დარჩა* მონაცემთა თითოეული ბაზის გათვალისწინებით. დაადგინე ფოტოსინთეზის ეტაპი/კომპონენტი, რომელზეც, სავარაუდოდ, იმოქმედა ჰერბიციდმა. შეიტანე შენი დასკვნა პასუხების ცხრილში (იხ. ქვემოთ „პასუხების ცხრილი“).
2. გაანალიზე მონაცემთა ბაზა 2, განსაზღვრე ჩატარებული ექსპერიმენტის საკვლევი კითხვა; დამოკიდებული, დამოუკიდებელი და (სავარაუდოდ) საკონტროლო ცვლადები; ექსპერიმენტის შედეგები. შეიტანე შენი მოსაზრებები ექსპერიმენტის ანგარიშში (იხ. ქვემოთ „ექსპერიმენტის ანგარიში“).

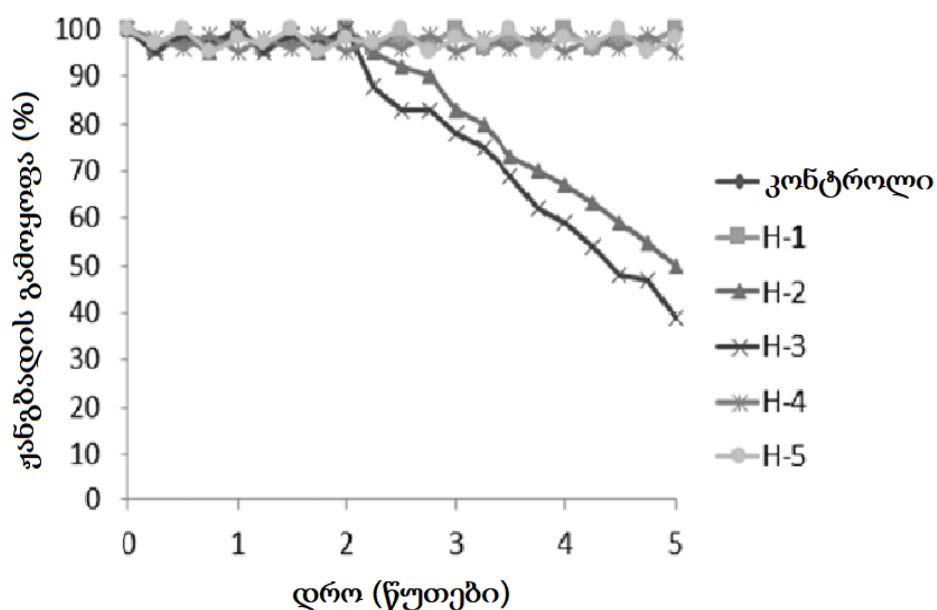
მონაცემთა ბაზა 1

მონაცემები ასახავს
 ქლოროფილის მოლეკულის
 მიერ სინათლის შთანთქმის
 ცვლილებას ჰერბიციდის
 მოქმედების შედეგად. წითელი
 მრუდი უჩვენებს სინათლის
 შთანთქმას ქლოროპლასტების
 მიერ, რომლებიც დაამუშავეს
 ჰერბიციდებით. შავი მრუდი
 შეესაბამება სინათლის
 შთანთქმას ჰერბიციდის
 ზემოქმედების გარეშე.



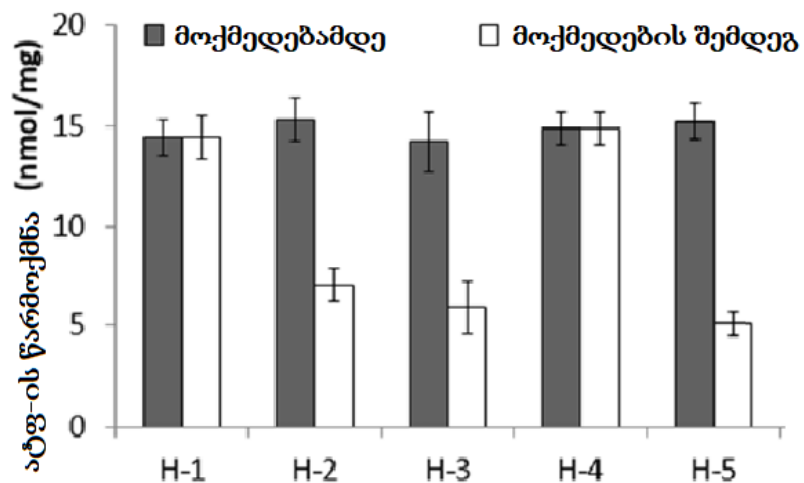
მონაცემთა ბაზა 2

მონაცემები უჩვენებს
 ჟანგბადის გამოყოფას
 იზოლირებული
 ქლოროპლასტებიდან
 ჰერბიციდის
 ზემოქმედების პირობებში.
 ექსპერიმენტირებისას
 ჰერბიციდით არ
 მოქმედებდნენ მხოლოდ
 კონტროლზე.



მონაცემთა ბაზა 3

მონაცემები უჩვენებს სინათლის ფაზის ბოლოს წარმოქმნილი ატფ-ის რაოდენობას (nmol/mg) ქლოროპლასტებში ჰერბიციდების ზემოქმედებამდე (რუხი სვეტები) და ჰერბიციდების ზემოქმედების შემდეგ (თეთრი სვეტები).



მონაცემთა ბაზა 4

G3P წარმოადგენს გლუკოზის წინამორბედ მოლეკულას. მისი თანმიმდევრული გარდაქმნების შედეგად საბოლოოდ მიღება გლუკოზის მოლეკულა. მონაცემები ასახავს გლიცერალდეჰიდ-3-ფოსფატის (G3P) რაოდენობის ($\mu\text{mol/mg}$) ცვლილებას ჰერბიციდის მოქმედების შედეგად.

ჰერბიციდი	გლუკოზის რაოდენობა ზემოქმედებამდე ($\mu\text{mol/mg}$)	გლუკოზის რაოდენობა ზემოქმედების შემდეგ ($\mu\text{mol/mg}$)
H-1	19.4 ± 0.9	12.4 ± 0.9
H-2	19.3 ± 0.6	7.3 ± 1.1
H-3	18.2 ± 1.1	10.2 ± 0.9
H-4	18.9 ± 0.8	10.3 ± 1.1
H-5	20.2 ± 1.3	13.2 ± 0.9

პასუხების ცხრილი

შენიშვნა: ჰერბიციდის მიერ გამოწვეული ეფექტის დასახასიათებლად გამოიყენე სიტყვები: გაიზარდა, შემცირდა, იგივე დარჩა.

ჰერბიციდი ები	ქლოროფილის მიერ სინათლის შთანთქმა	ჟანგბადის წარმოქმნა	ATP- სინთეტაზ ას აქტივობა	გლუკოზის წარმოქმნა	ეტაპი/კომპონენტი, რომელზეც სავარუდოდ, მოქმედებს ჰერბიციდი
H-1					
H-2					
H-3					
H-4					
H-5					

ექსპერიმენტის ანგარიში

ექსპერიმენტის მახასიათებლები	მონაცემთა ბაზა 2-ის საფუძველზე
საკვლევი კითხვა	
დამოკიდებული ცვლადი	
დამოუკიდებელი ცვლადი	
საკონტროლო ცვლადები	

ექსპერიმენტის შედეგი	

აქტივობა 5

წაკითხე და გაანალიზე ქვემოთ მოცემული ტექსტი ფოტოსინთეზის შესახებ. იპოვე პასუხი კითხვაზე - როგორ შეცვალა ფოტოსინთეზმა სიცოცხლე დედამიწაზე. მოიყვანე სულ მცირე ერთი მტკიცებულება და შესაბამისი მსჯელობა, რომელიც დაასაბუთებს შენს პასუხს. გამოიყენე მშპ სტრატეგია და ჩაწერე მტკიცება, მტკიცებულება და მსჯელობა ქვემოთ მოცემულ ცხრილში.

როგორ შეცვალა ფოტოსინთეზმა სიცოცხლე დედამიწაზე

ფოტოსინთეზი წარმოიშვა დედამიწის ისტორიის ადრეულ სტადიაზე. ჯერ კიდევ არქაული ერის დასაწყისში მოლეკულების ზოგიერთმა კომპლექსმა შეძლო მზის სინათლის ენერგიის გარდაქმნა ქიმიურ ენერგიად სპეციფიკური ფოტოქიმიური რეაქციების შედეგად. ევოლუციის პროცესში მალევე წარმოიშვა ფოტოსინთეზის განმახორციელებელი პიგმენტებისა და სარეაქციო ცენტრების მრავალფეროვანი ფორმები.

პირველადი მაფოტოსინთეზირებადი ფორმები მოკლებულები იყვნენ მოლეკულური ჟანგბადის წარმოქმნის უნარს. თუმცა უკვე 2.4 მილიარდი წლის წინ წარმოიშვა ფოტოსინთეზის ახალი, ჟანგბადწარმომქმნელი, ანუ ოქსიგენური ფორმა. ციანობაქტერიები იყვნენ ერთ-ერთი პირველები, ვინც „ისწავლა“ სინათლის ენერგიის გამოყენება და გაამდიდრა ატმოსფერო ჟანგბადით. სწორედ ისინი შეიძლება ჩაითვალოს პასუხისმგებლებად სიცოცხლის იმ ფორმებზე, რომლებითაც დღეს დასახლებულია პლანეტა.

ფოტოსინთეზმა რადიკალურად შეცვალა სიცოცხლე დედამიწაზე. გარდა იმისა, რომ მისმა წარმოქმნამ ერთმანეთისაგან განაცალკევა ავტოტროფებისა და ჰეტეროტროფების შტოები ევოლუციის გზაზე, მან სხვა შედეგებიც გამოიღო. ფიქრობენ, რომ ატმოსფეროში ჟანგბადის გამოყოფა და დაგროვება ტოქსიკური აღმოჩნდებოდა იმ დროს გავრცელებული ორგანიზმებისათვის. ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად მათი მხოლოდ მცირე ნაწილი შეძლებდა ამ ახალ მოცემულობასთან შეგუებასა და გადარჩენას. ამგვარად, ფოტოსინთეზის გაჩენამ შეცვალა არქაული ერის ორგანიზმების სახეობრივი გადანაწილება. სწორედ ამით აიხსნება, რომ შორეულ არქაულ ერაში არსებული და დღევანდელი მიკროორგანიზმები მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისგან.

ფოტოსინთეზმა დაარღვია მეტაბოლიზმის მანამდე გაბატონებული მექანიზმები. ორგანიზმთა ჯგუფების დიდ ნაწილში, რომელთაც მოახერხეს გადარჩენა, ჟანგბადი ჩაერთო როგორც აუცილებელი რგოლი - გაჩნდა ჟანგბად-დამოკიდებული მეტაბოლიზმი.

ამ უკანასკნელმა მისცა ორგანიზმებს ბევრად მეტი ენერგიის გამომუშავების საშუალება (ატფ-ის 38 მოლეკულა ნაცვლად 2 მოლეკულისა), ამან კი, თავის მხრივ, განვითარების მეტი შესაძლებლობები გააჩინა. მეტი ენერგია იმ დროისათვის არსებულმა უჯრედულმა ორგანიზმებმა სხვადასხვა ფორმით გამოიყენეს, გაჩნდა მეტაბოლიზმის სხვადასხვა გზა, გაჩნდნენ სპეციალიზებული უჯრედები, მათი გაერთიანების შედეგად კი - მრავალუჯრედიანი ორგანიზმები. ფაქტია, რომ დღეს არსებული სიცოცხლის ფორმების უდიდესი ნაწილი ბევრად რთულად არის ორგანიზებული ვიდრე ადრეული სახეობები.

მცენარეების უნარზე, გამოიყენონ მზის სინათლის ენერგია საკვების შესაქმნელად, დამოკიდებულია ჰეტეროტროფი ორგანიზმების არსებობა და განვითარება. დღეს დედამიწის ატმოსფეროში დაახლოებით 21% ჟანგბადია. ეს არის შედარებით მუდმივი ბალანსის შედეგი ორ ძირითად მეტაბოლურ პროცესს, ფოტოსინთეზსა და სუნთქვას შორის. გარდა ამისა, მცენარეებს შეუძლიათ დედამიწის საშუალო ტემპერატურის შედარებით მუდმივ დონეზე შენარჩუნება, შთანთქავენ რა სუნთქვისა და სხვა პროცესების შედეგად გამოყოფილ ნახშირორჟანგს ფოტოსინთეზის საჭიროებისათვის. დღეისათვის მკაცრად დასაბუთებულია, რომ ფოტოსინთეზის გარეშე დედამიწა უბრალოდ უსიცოცხლო პლანეტად გადაიქცეოდა.

წყაროები:

How photosynthesis changed the planet

November 20, 2014, [California Institute of Technology](https://phys.org/news/2014-11-photosynthesis-planet.html)

<https://phys.org/news/2014-11-photosynthesis-planet.html>

How Does Photosynthesis Affect the Atmosphere of the Planet?

By Samuel Markings; Updated April 23, 2018

<https://sciencing.com/photosynthesis-affect-atmosphere-planet-4796.html>

გაეცე პასუხი კითხვას: „როგორ შეცვალა ფოტოსინთეზმა სიცოცხლე დედამიწაზე“ და შეავსე ცხრილი.

მტკიცება	
მტკიცებულება	
მსჯელობა	

პასუხები და მეთოდური რეკომენდაციები

პასუხები

აქტივობა 1

სინათლე

წყალი + ნახშირორჟანგი ===== გლუკოზა + ჟანგბადი

აქტივობა 2

ფოტოსინთეზის შედეგად არაორგანული ნივთიერებებისგან, წყლისა და ნახშირორჟანგისაგან, წარმოიქმნება ორგანული ნივთიერება, გლუკოზა, რომელიც წარმოადგენს არა მხოლოდ მცენარეების, არამედ ცოცხალი არსებების უდიდესი უმრავლესობის საკვებს პლანეტაზე.

აქტივობა 3

1	თილაკოიდი/გრანა
2	სინათლე/მზე/ფოტონი/სინათლის ენერგია
3	წყალი
4	ნახშირორჟანგი
5	სტრომა
6	გლუკოზა
7	ჟანგბადი
8	ფოტოსისტემები/ქლოროფილის მოლეკულები და ელექტრონ-სატრანსპორტო ჯაჭვი
9	თილაკოიდის მემბრანა/თილაკოიდის მემბრანის ფოსფოლიპიდები
10	ატფ-სინთეტაზა

აქტივობა 4

დავალება 1

4. სინათლის ფაზის
5. სიბნელის ფაზის
6. სინათლის ფაზის

დავალება 2 (სწორი პასუხები მონიშნულია წითლად)

ჰერბიციდის ზემოქმედების შედეგად დაზიანებული კომპონენტი / პროცესი	სინათლის ფაზა	სიბნელის ფაზა
ფოტოსისტემები	5. H^+ 6. e^- 7. O_2 8. ATP	გლუკოზა
ელექტრონსატრანსპორტო ჯაჭვი	5. H^+ 6. e^- 7. O_2 8. ATP	გლუკოზა
კალვინის ციკლი	5. H^+ 6. e^- 7. O_2 8. ATP	გლუკოზა

დავალება 3

პასუხების ცხრილი

ჰერბიციდები	ქლოროფილის მიერ სინათლის შთანთქმა	ჟანგბადის წარმოქმნა	ATP-სინთაზას აქტივობა	გლუკოზის წარმოქმნა	ეტაპი/კომპონენტი, რომელზეც სავარაუდოდ, მოქმედებს ჰერბიციდი
H-1	ოგვე დარჩა	ოგვე დარჩა	ოგვე დარჩა	შემცირდა	კალვინის ციკლი
H-2	შემცირდა	შემცირდა	შემცირდა	შემცირდა	ფოტოსისტემა 2, ქლოროფილის მოლეკულა,
H-3	ოგვე დარჩა	შემცირდა	შემცირდა	შემცირდა	ფოტოსისტემა 2, წყლის ფოტოლიზი
H-4	ოგვე დარჩა	ოგვე დარჩა	ოგვე დარჩა	შემცირდა	კალვინის ციკლი
H-5	ოგვე დარჩა	ოგვე დარჩა	შემცირდა	შემცირდა	ელექტრონსატრანსპორტო ჯაჭვი / ქემიოსმოსი / ატფ სინთეზა

ექსპერიმენტის ანგარიში

ექსპერიმენტის მახასიათებლები	მონაცემთა ბაზა 2-ის ანალიზის საფუძველზე
საკვლევი კითხვა	როგორ მოქმედებს ჰერბიციდების სხვადასხვა სახეობა იზოლირებული ქლოროპლასტებიდან ჟანგბადის გამოყოფაზე ფოტოსინთეზის პროცესში?
დამოკიდებული ცვლადი	ჟანგბადის რაოდენობა
დამოუკიდებელი ცვლადი	ჰერბიციდის სახეობა
საკონტროლო ცვლადები	გამოყენებული მცენარის სახეობა; ჰერბიციდების კონცენტრაცია; ექსპერიმენტის მიმდინარეობის დრო; გამოყენებული სინათლის მოქმედების ხანგრძლივობა, ინტენსივობა და სხვ.
ექსპერიმენტის შედეგი	სხვა ჰერბიციდებისგან განსხვავებით H-2 და H-3 ამცირებენ იზოლირებული ქლოროპლასტებიდან ჟანგბადის გამოყოფას.

აქტივობა 5

შენიშვნა: პასუხის სახით მოცემულია სამი განსხვავებული ვარიანტი. თითოეული მათგანი წარმოადგენს ერთ-ერთ, მაგრამ არა ერთადერთ სწორ პასუხს. მოსწავლეს შეუძლია დააფიქსიროს საკუთარი ორიგინალური მოსაზრებები.

ვარიანტი 1

მტკიცება	ფოტოსინთეზმა გავლენა მოახდინა დედამიწის სახეობრივ შემადგენლობაზე
მტკიცებულება	არქაულ ერაში არსებული და დღევანდელი სახეობრივი შედგენილობა მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან.
მსჯელობა	ფოტოსინთეზის შედეგად ატმოსფეროში დაგროვებული ჟანგბადი ტოქსიკური აღმოჩნდა იმ დროისათვის გაბატონებული ორგანიზმებისათვის და მრავალი ჯგუფის დაღუპვა გამოიწვია. შესაბამისად, გავრცელდნენ ისეთი ორგანიზმები, რომლებმაც შეძლეს ახალ გარემოებასთან შეგუება და გადარჩნენ. დღეს არსებული სიცოცხლის ფორმების დიდი ნაწილი მათგან არის განვითარებული, რის გამოც განსხვავებულია არქაული ერის სახეობრივი შემადგენლობისგან

ვარიანტი 2

მტკიცება	ფოტოსინთეზმა შეცვალა იმ დროინდელი ორგანიზმებისთვის დამახასიათებელი მეტაბოლიზმი
მტკიცებულება	არქაული ერისაგან განსხვავებით დღეს არსებობს და სიცოცხლის ფორმების უმეტეს ნაწილს ახასიათებს ჟანგბად-დამოკიდებული მეტაბოლიზმი.
მსჯელობა	ფოტოსინთეზის წარმოქმნის შემდეგ რიგმა ჯგუფებმა შეძლეს მასთან შეგუება და გამოყენება. მათ მეტაბოლიზმში ჟანგბადი ჩაერთო როგორც აუცილებელი რგოლი. ამან შეცვალა ის მოლეკულური პროცესები, რომლებიც გაბატონებული იყო იმდროინდელ ერთუჯრედიანებში და საფუძველი ჩაუყარა ახალი, ჟანგბად-დამოკიდებული მეტაბოლიზმის გაჩენას, რომელსაც შეუძლია მეტი ენერგიის გამომუშავება.

ვარიანტი 3

მტკიცება	ფოტოსინთეზმა საფუძველი ჩაუყარა სიცოცხლის მაღალგანვითარებული ფორმების წარმოშობას.
მტკიცებულება	დღეს არსებული ფორმების უდიდესი ნაწილი ბევრად რთულად არის ორგანიზებული, ვიდრე ადრე არსებული ფორმები
მსჯელობა	ფოტოსინთეზმა წარმოშვა ჟანგბადდამოკიდებული მეტაბოლიზმი, ხოლო ამ უკანასკნელმა კი მისცა ორგანიზმებს (როგორც ავტო, ასევე ჰეტეროტროფებს) მეტი ენერგიის გამომუშავების საშუალება. დიდი რაოდენობით ენერგიის გამომუშავების უნარი დაეხმარა ორგანიზმებს უკეთ ადაპტირებულიყვნენ საარსებო გარემოსთან, წარმოიშვა მრავალუჯრედოანობა, უჯრედთა დიფერენციაცია, ქსოვილები და ორგანოები. ფოტოსინთეზი არ იყო ერთადერთი ფაქტორი, რომელმაც ორგანიზაციის დონის გართულება გამოიწვია, მაგრამ იყო ერთ-ერთი, რამაც აღნიშნულ პროცესში თავისი წვლილი შეიტანა.

მეთოდური რეკომენდაციები

გთავაზობთ ინფორმაციას „მმმ“ სტრატეგიის შესახებ, რომელიც საჭიროა აქტივობა 5-ის შესასრულებლად:

საბუნებისმეტყველო საგნების, მათ შორის ბიოლოგიის, სწავლების ერთ-ერთი მთავარი მიზანია მოსწავლეებში არგუმენტირებული მსჯელობის უნარის ჩამოყალიბება. ეს უნარი მოსწავლეებში განსხვავებული ხარისხით არის განვითარებული და ასაკთან ერთად იხვეწება. მიუხედავად ამისა, არის შემთხვევები, როდესაც საკუთარი მოსაზრების დასაბუთებულად წარდგენა და დაცვა მოზრდილი ადამიანისთვისაც პრობლემას წარმოადგენს. უდაოა, რომ სასკოლო განათლებას ბევრი შეუძლია გააკეთოს ამ მიმართულებით.

ქვემოთ წარმოდგენილია ერთ-ერთი სტრატეგია, რომელიც შემუშავებულია მოსწავლეებში არგუმენტირებული, ობიექტურ მონაცემებზე დაფუძნებული მსჯელობის უნარის განვითარებისათვის. აღნიშნული სტრატეგიის მიხედვით არგუმენტირებული მსჯელობა შედგება სამი დამოუკიდებელი და ამავედროულად, აუცილებელი კომპონენტისაგან. ესენია:

1. მტკიცება;
2. მტკიცებულება;
3. მსჯელობა.

საერთო პირველი ასოდან („მ“) გამომდინარე, სტრატეგიამ მიიღო „მმმ“ სახელწოდება. ქვემოთ წარმოდგენილია სტრატეგიის თითოეული კომპონენტის განმარტება/ დახასიათება.

მტკიცება

- რაიმე საკითხის შესახებ გაკეთებული დასკვნა;
- პოზიცია, რომელსაც იცავენ დისკუსიის/დებატების დროს;
- კითხვაზე პასუხი ან პრობლემის გადაჭრის შედეგად მიღებული პასუხი;
- თეზისი ან დებულება რომლის დამტკიცებასაც აპირებენ;
- დებულება, რომელიც აზუსტებს ამა თუ იმ კანონზომიერებას (მაგ., ცვლადებს შორის დამოკიდებულებასა და კორელაციას, პროცესებს შორის მიზეზ- შედეგობრივ კავშირებს).

მტკიცებულება

- დეტალები, რომლებიც ასაბუთებენ მტკიცებას;
- რაოდენობრივი და თვისობრივი მონაცემები;
- ის, რაც ნამდვილად ჭეშმარიტებაა (აქსიომა);
- ის, რასაც იგივე პირობებში დაინახავს/მიიღებს ნებისმიერი;
- ის, რაც მუდმივად მეორდება;

- ნებისმიერი სანდო ინფორმაცია, რომელიც გაამყარებს მტკიცებას.

მსჯელობა

- ახსნა იმისა, თუ რატომ ასაბუთებს კონკრეტული მტკიცებულება მტკიცებას;
- მტკიცებასა და მტკიცებულებებს შორის კავშირის ახსნა;
- მონაცემების ინტერპრეტაცია;
- რაიმე სამეცნიერო პრინციპის მოყვანა, რომელიც ხსნის მტკიცებულებას.

ყველაზე ხშირად მმ სტრატეგია გამოიყენება წერილობითი და ზეპირი დავალებების შესრულების დროს, როდესაც მოსწავლემ უნდა დაასაბუთოს თავისი მოსაზრებები ინფორმაციის დამუშავების, სტატისტიკური და გრაფიკული მონაცემების გაანალიზების, ექსპერიმენტის ჩატარების, სამეცნიერო ტექსტის გააზრების, დაკვირვების შედეგების გაანალიზების შემდეგ.

სტრატეგიის გამოყენების არსი მდგომარეობს იმაში, რომ მოსწავლემ მსჯელობა ააგოს მოცემული ჩარჩოს, მტკიცება - მტკიცებულება- მსჯელობა, გამოყენებით. სხვა სიტყვებით, სტრატეგიის გამოყენება გულისხმობს, რომ მოსწავლემ უნდა:

- წარმოადგინოს მტკიცება - საკუთარი მოსაზრება, რომელიც მას ჩამოუყალიბდა განსაზღვრულ ინფორმაციაზე დაყრდნობით;
- მოიყვანოს მტკიცებულებები, რომელსაც ეფუძნება მისი მოსაზრება;
- დაასრულოს მსჯელობით, რომელიც გააერთიანებს და ლოგიკურად შეკრავს წინა ორ კომპონენტს.

სტრატეგიის გამოყენების აუცილებელი პირობაა, მსჯელობა მოიცავდეს სამივე კომპონენტს. რაც შეეხება ეტაპების თანმიმდევრობას, ისინი შესაძლოა გადაადგილდეს ერთმანეთის მიმართ საჭიროების მიხედვით. უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ მასწავლებელმა შესაძლოა სტრატეგია გამოიყენოს მოდიფიცირებული ფორმითაც - საკუთარი სასწავლო მიზნებიდან გამომდინარე. მაგალითად, მისცეს მოსწავლეებს მტკიცებულებები და სთხოვოს მათ, წარმოადგინონ - ა) მტკიცება მათზე დაფუძნებით და ბ) მსჯელობა, რომელიც ახსნის, რატომ გამომდინარეობს მტკიცება მოცემული მტკიცებულებებიდან. შესაძლებელია სტრატეგიის გამოყენება საპირისპირო მიმართულებითაც: მასწავლებელი აწვდის მოსწავლეებს მტკიცებას და ავალებს - ა) მოძებნონ მტკიცებულებები მის დასამტკიცებლად და ბ) წარმოადგინონ შესაბამისი მსჯელობა. განხილული ვარიანტები ითვლება სტრატეგიის გამოყენების უფრო რთულ შემთხვევად და კიდევ უფრო მეტად უწყობს ხელს მაღალი სააზროვნო უნარების განვითარებას.