



გზამკვლევი
ბიოსანვავი
წყალმცენარეებიდან

მომზადდა მაია ზიბზიბაძემ
დიზაინი: ხათუნა ციხელაშვილი

2023 წელი

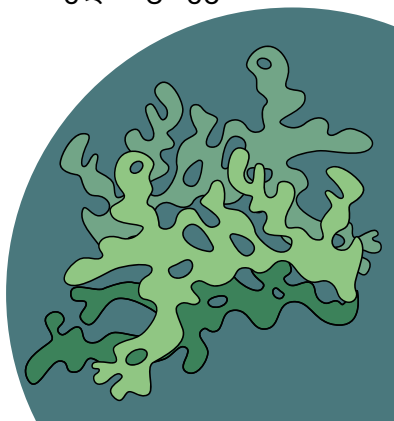


სამიზნე ჯგუფი:

ბიოლოგიის, ქიმიის, ფიზიკის,
მათემატიკის მასწავლებლები და
სხვა დაინტერესებული პირები.

პრაქტიკული გამოყენება:

პროექტის განხორციელებისას მასწავლებელი ეხმარება მოსწავლეებს, მოირგონ ბიოინჟინრების როლი, შექმნან საჭირო პირობები და გაზარდონ წყალმცენარეები სპეციალურ ფოტობიორეაქტორებში, რათა მიიღონ მათგან საჭირო ბიომასა. შემდეგ ეტაპზე, სათანადო მეთოდოლოგიის გამოყენებით, ხდება ცხიმოვანი პროდუქტების გამოწვლილვა, რომლებიც შეასრულებენ საწვავის როლს. მოცემული მიზნის მისაღწევად, მოსწავლეები ახორციელებენ წყალმცენარეების კულტივირებას, ადარებენ ერთმანეთს მათ ზრდასა და გამრავლებას განსხვავებულ პირობებში (ტემპერატურა, სინათლე, აერაცია). თავიანთ შექმნილ ფოტობიორეაქტორებში ისინი უზრუნველყოფენ საკმარის ჟანგბადისა და სხვა ნივთიერებების მიწოდებას, ადგენენ წყალმცენარეების ზრდისა და გამრავლების ოპტიმალურ პირობებს, რათა მიიღონ საკმარისი ბიომასა. მიღებული ნედლეულიდან ამზადებენ პროდუქტს, რომელსაც აქვს სინათლის/სითბოს გამოყოფის უნარი.



პროექტის გეგმა

პროექტის სახელწოდება	ბიოსაწვავი წყალმცენარეებიდან
საგნობრივი ინტეგრაცია	ბიოლოგია ქიმია ფიზიკა მათემატიკა
პროექტის მონაწილეები (სამიზნე ჯგუფი- საფეხური/კლასი)	საბაზო/საშუალო საფეხური 7-10 კლასები
პროექტის სავარაუდო ხანგრძლივობა	1-2 თვე
პროექტის აქტუალობა	ბიოსაწვავი წარმოადგენს საწვავის სახეობას, რომელიც მიიღება ორგანული ნედლეულისგან. მისი დამზადება შესაძლებელია მარცვლეულისგან, შაქრის ლერწმისგან, ქარხლისგან, ხრწნადი ორგანული ნაშთებისგან, ასევე, წყალმცენარეებისგან და სხვ. დღეისათვის გავრცელებული ტექნოლოგიების მიხედვით, მცენარეული ბიომასა ექვემდებარება ფერმენტაციას (დუდილს); ამ მიზნით ძირითადად საფუარებს მოიხმარენ. მიღებული ეთანოლი გამოიყენება საწვავად ბენზინის ნაცვლად ან შერეული სახით, ბენზინთან ერთად, სხვადასხვა სატრანსპორტო საშუალებისთვის. დამუშავებისა და დანერგვის პროცესშია ბიომასიდან ეთანოლის მიღების სხვა ტექნოლოგიები, რომლებიც უფრო იაფია და ნედლეულის სახით შეუძლია გამოიყენოს პრაქტიკულად ყველა მცენარე და არამხოლოდ მცენარეები შაქრის მაღალი შემცველობით.. წყალმცენარეების გამოყენება ბიოსაწვავად რამდენადმე განსხვავებულ მიდგომას ეფუძნება. მათი მრავალი სახეობა ზრდის პროცესში ბუნებრივად გამოიმუშავებს დიდი რაოდენობით ზეთებს, რომლებიდანაც შესაძლებელია ფართო დანიშნულების საწვავის მიღება, მათ შორის, საავიაციო ძრავებისთვისაც კი. წყალმცენარეებიდან საწვავის მიღების სხვადასხვა გზა არსებობს. დღეისათვის გავრცელებული ტექნოლოგიები, წყალმცენარეებიდან მაქსიმალური რაოდენობის ზეთის მისაღებად, იყენებს დაწნეხვის, ფილტრაციისა და გამოწვლილვის მეთოდებს.

	განსხვავებით ნავთობპროდუქტებისაგან, ბიოსაწვავი წარმოადგენს განახლებად რესურსს. შესაბამისად, ეკოლოგიური და ეკონომიკური თვალსაზრისით მისი გამოყენების პერსპექტივების შესწავლა ძალიან მნიშვნელოვანია. საინტერესოა ის გარემოებაც, რომ ბიოსაწვავის გამოყენება ქმნის ერთგვარ დახურულ სისტემას; ამ სისტემაში საწვავის წვის პროცესში გამოთავისუფლება ნახშირორჟანგი, რომელიც მცენარემ მოიხმარა სიცოცხლეში, ფოტოსინთეზის პროცესში. ვინაიდან მცენარეებს ნახშირორჟანგის გარდა, ფოტოსინთეზისთვის სჭირდებათ ოპტიმალური სინათლე, ტემპერატურა, აერაცია და სხვა პარამეტრები, ცხადია, რომ ბიოინჟინრების წინაშე მნიშვნელოვანი ამოცანა დგას - მათ უნდა გაზარდონ ბიოსაწვავის წარმოება; ამისათვის უნდა შეარჩიონ იაფი და ხელმისაწვდომი ნედლეული და სიღრმისეულად გააანალიზონ ის ბიოლოგიური პროცესები, რომლებითაც მცენარე წარმოქმნის ბიომასას. მოსწავლეებისა და მასწავლებლების წინაშე დგება გამოწვევა, მოირგონ ბიოინჟინრების როლი, შექმნან საჭირო პირობები და გაზარდონ წყალმცენარეები სპეციალურ ფოტობიორეაქტორებში, რათა მიიღონ მათგან საჭირო ბიომასა. შემდეგ კი, სათანადო მეთოდოლოგიის გამოყენებით, ცხიმოვანი პროდუქტები, რომლებიც შეასრულებენ საწვავის როლს. მოცემული მიზნის მისაღწევად, მოსწავლეები ახორციელებენ წყალმცენარეების კულტივირებას, ადარებენ ერთმანეთს მათ ზრდასა და გამრავლებას განსხვავებულ პირობებში (ტემპერატურა, სინათლე, აერაცია). თავიანთ შექმნილ ფოტობიორეაქტორებში მოსწავლეები უზრუნველყოფენ საკმარის ჟანგბადისა და სხვა ნივთიერებების მიწოდებას, აღრიცხავენ და აანალიზებენ მიღებულ მონაცემებს, ადგენენ წყალმცენარეების ზრდისა და გამრავლების ოპტიმალურ პირობებს, რათა მიიღონ საკმარისი ბიომასა. მიღებული ნედლეულისგან ისინი ამზადებენ პროდუქტს, რომელსაც აქვს წვის უნარი.
პროექტის საბოლოო პროდუქტი	1. სინათლის და/ან სითბოს გამოყოფის უნარის მექონე პროდუქტი. 2. პოსტერი, რომელიც ასახავს კვლევის შედეგებსა და პროექტზე მუშაობის პროცესს.
პროექტის საკვანძო შეკითხვა	როგორ მივიღოთ ბიოსაწვავი წყალმცენარეებიდან?
	ბიოლოგია მოსწავლეები

პროექტის მოსალოდნელი შედეგები	• შეიძენენ ცოდნას ბიოსაწვავის, როგორც განახლებადი რესურსის შესახებ, ასევე, მისი მიღების გზებისა და გამოყენების პერსპექტივების შესახებ. • გაიდრმავენ ცოდნას ნახშირბადის ციკლის შესახებ, გაიაზრებენ მცენარეების როლს ამ ციკლში (ანუ როგორ ქმნიან მცენარეები „ბიოენერგიას“ სინათლის, წყლისა და ნახშიროქსიდის საშუალებით). • გაეცნობიან წყალმცენარეების ადგილს კლასიფიკაციაში, მათთვის დამახასიათებელ სასიცოცხლო პროცესებსა და თავისებურებებს; შეიმუშავენ წყალმცენარეების კულტივირებისთვისთვის ოპტიმალურ საარსებო პირობებს. • გაეცნობიან ფოტობიორეაქტორის არსსა და მისი მუშაობის პრინციპს; დაამზადებენ ფოტობიორეაქტორის მოდელს. • დაამზადებენ სანათს, რომელიც იმუშავებს მათ მიერვე მიღებული საწვავით. ფიზიკა • გაეცნობიან ელექტრობის პრინციპებს; • დაამზადებენ მიკროძრავას, რომელიც უზრუნველყოფს ფოტობიორეაქტორის მოდელის აერაციას. მათემატიკა • შეაგროვებენ და გააანალიზებენ წყალმცენარის ბიომასის დაგროვების პროცესში მიღებულ მონაცემებს; გამოსახავენ მათემატიკური ინსტრუმენტების საშუალებით;
პროექტის აქტივობები და სამუშაო მასალები	მოსამზადებელი აქტივობები მასწავლებლისათვის • მოსწავლეთა სამუშაო ჯგუფების შექმნა. განსაზღვრეთ მოსწავლეთა რაოდენობა, რომლებიც იმუშავენ პროექტზე, ივარაუდეთ ჯგუფში მაქსიმუმ ოთხი მოსწავლე. თუ მოცემულ პროექტზე უნდა იმუშაოს უფრო მეტმა მოსწავლემ, განსაზღვრეთ ჯგუფების რაოდენობა და ამ ჯგუფების შემადგენლობა. • წყალმცენარეების ზრდის ფერადი ინდიკატორის მომზადება. წყალმცენარეების კულტივირების პროცესში წყალმცენარეების რაოდენობისა და ბიომასის ზრდის პარალელურად, კულტურა თანდათან იცვლის ფერს და ღია მწვანეიდან ინტენსიურ მწვანეში გადადის. დაკვირვების პროცესში, წყალმცენარეების გამრავლების შესაფასებლად მოსახერხებელია, მოსწავლეებმა გამოიყენონ ფერადი სქემა,

რომლის თითოეული ფერი შეესაბამება წყალმცენარეების კულტურის განსაზღვრულ მდგომარეობას. ამობეჭდეთ წყალმცენარეების ზრდის ფერადი ინდიკატორის სქემა თითოეული ჯგუფისათვის.

- **სამუშაო მასალების მომზადება.** პროექტის დაწყებამდე მოამზადეთ მონაცემთა სამუშაო ფურცლები და მონაცემთა აღრიცხვის ცხრილები თითოეული ჯგუფისათვის.
- გაითვალისწინეთ, რომ სამუშაო პროცესში ონკანის წყლის უშუალო გამოყენება წყალმცენარეებზე არ შეიძლება. გამოიყენეთ ონკანის წყალი, რომელიც აღებულია წინა დღით.

აქტივობა 1. პროექტის იდეის წარდგენა

ვიდეო მასალის ნახვა და მისი ძირითადი გზავნილის განხილვა;



დაასკანირე

- რა მდგომარეობაა მსოფლიოში საწვავი რესურსების მიხედვით როგორც ეკოლოგიური, ასევე ეკონომიკური თვალსაზრისით;

ვიდეოს ნახვა შეგიძლიათ მოცემულ ბმულზე



დაასკანირე

- რა არის ბიოსაწვავი და რა პერსპექტივები გააჩნია სამომავლოდ.

ვიდეოს ნახვა შეგიძლიათ მოცემულ ბმულზე



მასწავლებელი წარადგენს საპროექტო იდეას და ძირითად მიზანს. დისკუსიის ფორმატში ისმენს და ეხმაურება მოსწავლეების მოლოდინებს პროექტთან დაკავშირებით. დასასრულს მასწავლებელი აცნობს მოსწავლეებს ჯგუფების შემადგენლობას.

აქტივობა 2. წყლის შეგროვება.

ადგილობრივი მტკნარი წყლის წყალსაცავებიდან (მდინარე, ტბა, გუბურა) შეაგროვეთ რამდენიმე ბოთლი წყალი, გაფილტრეთ ფილტრის ქაღალდის საშუალებით და შეინახეთ მაცივარში ერთჯერადი პლასტიკატის ბოთლებით (ერთ კვირაზე მეტი დროით შენახვა არ შეიძლება).

აქტივობა 3. ფოტობიორეაქტორის აწყობა.

მასწავლებელი ამარაგებს მოსწავლეებს საჭირო რესურსებით. მოსწავლეები ირჩევენ და აწყობენ სათანადო მოდელს. სასურველია, სხვადასხვა ჯგუფმა საკუთარი შეხედულებისამებრ მოსინჯოს სხვადასხვა მოდელი.

შესაძლებელია, გამოყენებულ იქნეს გამჭვირვალე შუშის ღია ჭურჭელი, რომელშიც აერაციის მიზნით დამონტაჟდება ტურბინა. ასევე, შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს გამჭვირვალე პლასტიკატის (ერთჯერადი) ბოთლი, რომელშიც ჩამონტაჟდება საჰაერო ტუმბო. შესაძლებელია, გამოყენებულ იქნეს აკვარიუმის კომპრესორი ან საჰაერო მილი და აკვარიუმის საჰაერო ქვა (მილით შემოსული ჰაერი მიეწოდება ფოროვან საჰაერო ქვას, აქედან ბუშტების სახით გამოდის წყალში და უზრუნველყოფს აერაციას).

ჯგუფები ამზადებენ თავიანთ მოდელს ექსპერიმენტისთვის. თითოეული ექსპერიმენტისთვის მზადდება სამი ერთნაირი მოდელი.

შენიშვნა: ფოტობიორეაქტორის მოდელის შექმნა პროექტის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ეტაპია. რეკომენდებულია, რომ მოსწავლეებმა შექმნან ის თავიანთი ძალებით და არა მასწავლებლის ნაკარნახევი შუა რეცეპტით. აღნიშნული არ გამორიცხავს მოსწავლეების მიერ სხვადასხვა წყაროს გამოყენებას ინფორმაციის მოსაპოვებლად - ინტერნეტი, შესაბამისი სპეციალისტის დახმარება და სხვ., თუმცა სასურველია, ფოტობიორეაქტორი დამზადდეს მოსწავლეების მიერ. მასწავლებლის როლი უნდა იყოს რესურსებით უზრუნველყოფა და კონსულტირება.

აქტივობა 4. წყალმცენარეების კულტივირების პროცესზე აერაციის ზემოქმედების შესწავლა

პროექტის ამ ეტაპზე სრულდება კვლევითი სამუშაო კულტივირების ოპტიმალური პირობების დასადგენად. მასწავლებელი ურიგებს თითოეულ ჯგუფს მონაცემების აღრიცხვის ცხრილებს. მოსწავლეთა ჯგუფები იკვლევენ აერაციის ხარისხის ზეგავლენას წყალმცენარეების ზრდა-განვითარებაზე. სასურველია, მოსწავლეებმა თავად დაგეგმონ ექსპერიმენტი და მოამზადონ საჭირო მასალა. თუმცა, საჭიროების მიხედვით, მასწავლებელი თავად განსაზღვრავს როდის და რა ფორმით უნდა ჩაერთოს სამუშაო პროცესში.

მონაცემთა აღრიცხვის ცხრილი:

წყალმცენარეების რაოდენობისა და დაგროვილი ბიომასის შესაფასებლად, მიუთითეთ შესაბამისი ციფრი ფერადი ინდიკატორების სქემაზე დაყრდნობით.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

დღე	აერაციით	აერაციის გარეშე	კონტროლი
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			

- ექსპერიმენტის დასრულების შემდეგ მოსწავლეები აანალიზებენ აღრიცხულ მონაცემებს, წარმოადგენენ მათ გრაფიკული მრუდის ან სვეტოვანი დიაგრამის სახით, ხსნიან აღმოჩენილ კანონზომიერებებს და გამოაქვთ საბოლოო დასკვნები.
- დასასრულს, საერთო დისკუსიის დროს, ხდება მიღებული შედეგების გაზიარება და შედარება. მასწავლებლის მიერ მომზადებულ კითხვებზე პასუხების გაცემა.

აქტივობა 5. წყალმცენარეების კულტურიდან ცხიმოვანი ფრაქციის/საწვავის მიღება

1. წყალმცენარეების კულტურიდან კონცენტრირებული ბიომასის მიღება გაფილტვრის გზით.
2. მიღებული კონცენტრატის ჰომოგენიზირება;
3. ცხიმოვანი ფრაქციის გამოწვლილვა:
 - ჰომოგენატზე ჰექსანის დამატება;
 - ჰომოგენატზე ნატრიუმის ტუტისა და მეთანოლის ხსნარის დამატება;
 - მიღებული ხსნარის შენჯღრევა და დაყოვნება ცხიმოვანი ფრაქციის გამოყოფამდე.
 - ცხიმოვანი ფაზის გადატანა ცალკე ჭურჭელში.

	აქტივობა 6. წვის უნარის მქონე პროდუქტის დამზადება. მოსწავლეები საკუთარი ფანტაზიის მიხედვით ამზადებენ სხვადასხვა პროდუქტს, რომელსაც შეუძლია სინათლის/სითბოს გამოყოფა. ამით დემონსტრირებას უკეთებენ ბიოენერგიის გამოყენების კონცეფციას და ასევე იმ გარემოებას, რომ ბიოსაწვავი შესაძლოა გახდეს მომავლის ენერგიის ერთ-ერთი სახეობა.
საჭირო რესურსები	• ჭურჭელი ფოტობიორეაქტორის მოდელისთვის ერთჯერადი მოხმარების პლასტიკის ბოთლები ან ღია კონტეინერი; • აერაციის სისტემა: აკვარიუმის საჰაერო ტუმბო ან ტურბინა; შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს აკვარიუმის კომპრესორი ან საჰაერო მილი და ე.წ. საჰაერო ქვა; შენიშვნა: ფოტობიორეაქტორი შესაძლოა დამზადდეს სხვადასხვა მასალისგან და ჰქონდეს აერაციის სხვადასხვა სისტემა. შესაბამისად, პროექტის ეს ნაწილი საკმაოდ მოქნილია და დამოკიდებულია მოსწავლეთა ფანტაზიაზე, უნარებსა და არსებულ რესურსებზე. • ფერადი ინფიკატორების სქემა; • მონაცემების აღრიცხვის ცხრილი; • ლაბორატორიული ჭურჭელი; • ფაიფურის როდინი სანაყით, ჰომოგენიზირებისთვის; • ქიმიური რეაქტივები: ჰექსანი, ნატრიუმის ტუტე, მეთანოლის ხსნარი; • გუბურის/ტბის წყალი (200 მლ. ჯგუფზე); • ჭურჭელი, ამ წყლის შესაგროვებლად და გაფილტვრის შემდეგ შესანახად; • ონკანის წყალი, დაყოვნებული ოთახის ტემპერატურაზე 24 საათის განმავლობაში, ექსპერიმენტის წინ; • ფილტრის ქაღალდი; • თხევადი სასუქი მცენარეებისთვის; • კოვზი • მარკერები წარწერების მოსანიშნად; • მილიმეტრული ქაღალდი გრაფიკების ასაგებად; • სადეზინფექციო (მათეთრებელი) ხსნარი, რომელიც ექსპერიმენტის დასრულების შემდეგ უნდა დაემატოს ფოტობიორეაქტორის შიგთავსს (წყალმცენარეების ხსნარს) უტილიზაციის მიზნით.
გამოყენებული წყაროები	https://www.youtube.com/watch?v=vZdAShbHMHl https://www.youtube.com/watch?v=-ck3FYVNI6s https://www.youtube.com/watch?v=yFpTJ5SkTdo https://www.teachengineering.org/activities/view/usf_biorecycling_lesson01_activity2

დამხმარე კითხვები პროექტის მსვლელობისას



- კონტენერებს, სადაც წყალმცენარეების კულტივირება ხდება, ფოტობიორეაქტორებს უწოდებენ; რას გულისხმობს ეს სიტყვა?
- თქვენი აზრით, რატომ ითვლება წყალმცენარეების გამოყენება უფრო მეტად პერსპექტიულ მიდგომად, ხმელეთის მცენარეებთან შედარებით?
- ბიოსაწვავის გარდა, რა დანიშნულებით არის შესაძლებელი წყალმცენარეების გამოყენება?
- თქვენი აზრით, რა სჭირდებათ წყალმცენარეებს ზრდისა და გამრავლებისთვის?
- რა ჰქვია ძირითად სასიცოცხლო პროცესს, რომლის საშუალებითაც მცენარეები ატმოსფეროს ნახშირორჟანგს გარდაქმნიან თავიანთ საკვებად და ენერგიის წყაროდ?
- ბიოსაწვავის მიღების რა გზები არსებობს? რა პერსპექტივები აქვთ ამ მხრივ წყალმცენარეებს?
- როგორ არის ჩართული მცენარე ნახშირბადის ციკლში? რა კავშირი არსებობს ფოტოსინთეზის პროცესსა და ბიოსაწვავს შორის?
- რა არის თქვენი ჰიპოთეზა? რომელ ჭურჭელში მეტად განვითარდება წყალმცენარეები და რატომ?
- რომელი აირის მიწოდებას უზრუნველყოფს აერაციის ინსტრუმენტი წყალმცენარეებისთვის?
- რატომ იზრდება წყალმცენარეები უკეთესად აერაციის პირობებში?
- რატომ არის საჭირო წყალმცენარეების კულტურისთვის სასუქის დამატება?
- რატომ არ იზრდება წყალმცენარეები ბუნებრივ წყალსაცავებში ისე სწრაფად, როგორც ჩვენს ექსპერიმენტში?
- რატომ ქრება მწვანე ფერი ექსპერიმენტის დასასრულს?

შენიშვნა: ამ და სხვა კითხვებზე მსჯელობა ეფუძნება მასწავლებლის მიერ გაზიარებულ სხვადასხვა რესურსს, ვიდეომასალას, მინილექციას, მოსწავლეთა წინარე ცოდნას. მასწავლებლის შეხედულებისამებრ, შესაძლებელია ამ მასალის ზეპირ საშინაო დავალებებად მიცემა.