

ბიოდეგრადირებადი შესაფუთი მასალის დამზადება და მისი თვისებების შესწავლა

მომზადებულია: თინათინ ბუთხუზისა და სოფიკო ფაცაცის მიერ

რეზიუმე:

აღბათ შეგიძინევიათ სასურსათო მაღაზიაში რამდენი საკვებია შეფუთული პოლიმერულ მასალაში? შეფუთვა ახანგრძლივებს ხილისა და ბოსტნეულის შენახვის ვადას, თუმცა ხშირ შემთხვევაში შესაფუთი მასალები ერთჯერადია და მალევე ხვდება ნაგავსაყრელზე, რაც გარემოს გარკვეულ ზიანს აყენებს. მოცემულ პროექტში აღწერილია ბიოდეგრადირებადი და ადვილად ხელმისაწვდომი ნივთიერებებისგან ჰიდროგელების დამზადება და მათი მექანიკური თვისებების შესწავლა. ჰიდროგელები მოქნილი მასალაა, კარგად იწოვს წყალს და იცავს პროდუქტებს დაზიანებისგან.

პროექტის განხორციელებისთვის საჭირო დრო:

დაახლოებით 1-3 დღე

საკვლევი კითხვა:

შესაძლებელია თუ არა ტრადიციული პოლიმერული მასალის შეფუთვის ჩანაცვლება ბიოდეგრადირებადი მასალისგან დამზადებული საშუალებებით?

შესავალი:

აღბათ შეგიძინევიათ სასურსათო მაღაზიაში რამდენი საკვებია შეფუთული პოლიმერულ მასალაში. შეფუთვის განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მყიფე (მაგ. კვრცხი) და ადვილად დაზიანებადი საკვები პროდუქტებისათვის, რათა თავიდან ავიცილოთ დაზიანება ტრანსპორტირებისა თუ დასაწყობების დროს. დაზიანებული პროდუქტის გაყიდვა შეუძლებელია. იგი მალე ფუჭდება და შესაბამისად იყრება ნარჩენების ბუნკერში.

პლასტიკური შეფუთვა გარშემო ქმნის დამცავ ფენას ხილის ან ბოსტნეულის გარშემო. ზოგიერთი სათუთი პროდუქტისთვის მხოლოდ შესანახი კონტეინერი არ არის საკმარისი და ამიტომ მექანიკური დაზიანების თავიდან აცილების მიზნით გამოიყენება სპეციალური მასალები, როგორიცაა მაგალითად ქაფი, ჰაერის ბუშტები, ღრუბელი და სხვა.

პლასტმასის შეფუთვის მნიშვნელოვნად შეუძლია გაახანგრძლივოს ხილისა და ბოსტნეულის შენახვის ვადა. შეფუთვა გარდა მექანიკური დაზიანებისაგან, ხელს უშლის ჰაერის, წყლისა და მავნე ბაქტერიების საკვებთან კონტაქტს. შედეგად, საკვები უფრო დიდხანს ინარჩუნებს თავდაპირველ თვისებებს.

აქედან გამომდინარე, პროდუქტის შეფუთვის მხოლოდ ესთეტიკური მიზნით არ მიმართავენ. იგი პროდუქტის უსაფრთხოებისა და უვნებლობის მიზნით გამოიყენება უპირველესად,

თუმცა იწვევს პლასტმასის ნარჩენების ზრდას და გარკვეულწილად უარყოფითი გავლენა აქვს გარემოზე.

საკვებისთვის გამოყენებული შეფუთვის დიდი ნაწილი არის ერთჯერადი, შექმნილია ერთხელ გამოსაყენებლად. დღეისათვის, სამწუხაროდ, პლასტმასის ნარჩენების მხოლოდ მცირე პროცენტი გადამუშავდება და უმეტესობა ნაგავსაყრელებში ან გარემოში ხვდება. პროდუქტების შესაფუთად გამოყენებული პოლიმერული მასალები ჩვეულებრივ არ არის ბიოდეგრადირებადი, რაც ნიშნავს რომ ისინი ბუნებრივად არ იშლება და, შესაბამისად, გარემოში დიდხანს რჩება.

პლასტმასის გარემოზე ზემოქმედების გამო, მკვლევარები აქტიურად მუშაობენ საკვების შეფუთვის უფრო მდგრადი და ეკოლოგიურად სუფთა ალტერნატივების შექმნაზე. მდგრადი ალტერნატივების შესაქმნელად მუშაობის ერთ-ერთი გზა არის მწვანე ქიმიის გამოყენება. მწვანე ქიმია მოითხოვს თავიდანვე ფიქრს წარმოების პროცესის საწყის მასალებზე, ნარჩენებზე და თანაურ პროდუქტებზე. რათა მიღებული პროდუქტი, მაქსიმალურად ეკო-მეგობრული იყოს. მწვანე ქიმია ეყრდნობა 12 პრინციპს, რაც მოიცავს ნარჩენების შემცირებას, ნაკლებად მავნე და ეფექტური ქიმიური ნივთიერებების გამოყენებას და შექმნას.

მწვანე ქიმიის პრინციპის მიხედვით ერთ-ერთ კარგ შესაფუთ მასალად მიიჩნევა ჰიდროგელი. ჰიდროგელი წარმოადგენს მოქნილ მასალას, რომელიც შედგება ქსელივით გაერთიანებული გრძელი ჯაჭვების სპეციალური მოლეკულებისგან. მათ შეუძლიათ შეითვისონ ბევრი წყალი დაშლის გარეშე. ჰიდროგელების პატარა ბურთულები წყლის გელის მარცვლების სახით მნიშვნელოვნად იზრდება ზომით წყალში მოთავსებისას.



გამოკვლეულია, რომ ჰიდროგელი შეიძლება გამოყენებული იყოს, როგორც შესაფუთი მასალა, რადგან მათ შეუძლიათ წყლის შთანთქმა და ამით ტენიანობასთან დაკავშირებული პრობლემების თავიდან აცილება. იმის გამო, რომ ჰიდროგელი, როგორც წესი, მოქნილი და რბილი მასალაა, მათი გამოყენება შეიძლება დამცავი ფენად და მყიფე პროდუქცია დაიცვან დაზიანებისგან.

ჰიდროგელს, ისევე როგორც პლასტმასს, შეიძლება ჰქონდეს განსხვავებული თვისებები, როგორიცაა მექანიკური სიმტკიცე ან მოქნილობა. მათი მიღება შეიძლება ბიოდეგრადირებადი ფორმითაც. ერთ-ერთი უნივერსიტეტის მკვლევარებმა შექმნეს ჰიდროგელი სახამებლის და ჟელატინის გამოყენებით. ორივე ნივთიერება ბიოდეგრადირებად მასალებს მიეკუთვნება. ერთ-ერთი თვისება, რომლის საშუალებითაც შეიძლება ამ მექანიკური მასალის დახასიათება, არის მასზე ზემოქმედებისას ფორმის ადდგენის უნარის კოეფიციენტი. ეს მახასიათებელი მნიშვნელოვანია შესაფუთი მასალებისთვის. ამ კოეფიციენტის გაზომვისთვის გამოიყენება მარტივი ტესტი. მომზადებულ მასალაზე გარკვეული სიმაღლიდან (H) აგდებენ პატარა ბურთულას და შემდეგ ზომავენ რა სიმაღლეზე (h) „ახტება“ ეს ბურთულა, შემდეგ ფორმულით ზომავენ ფორმის ადდგენის უნარის კოეფიციენტს:

$$\text{ფორმის ადდგენის უნარის კოეფიციენტი} = \sqrt{\frac{h}{H}}$$

ეს ფორმულა ზომავს რამდენად ელასტიკური იყო დაჯახება ბურთულას და მასალის ზედაპირს შორის. რაც უფრო მცირეა ეს კოეფიციენტი, მით მეტ ზეგავლენას ახდენს ბურთულა მასალაზე.

მოცემულ პროექტში ჩვენ მოვამზადებთ სახამებელი/ჟელატინის სხვადასხვა თანაფარდობით ჰიდროგელებს და შევამოწმებთ მათ უნარს, რამდენად შეუძლიათ მათ ზემოქმედების გაძლება.

პროექტში გამოყენებული რესურსები:



პატარა ქვაბი
(ფოლადის, ემალირებული, ცეცხლგამძლე მინის) ან



ელექტრო ქურა



სასწორი, 0.1 გ სიზუსტით



მენზურა



ცეცხლგამძლე კონტეინერები



პატარა ჯამები, 5 ცალი



ქელატინი



გამოხდილი წყალი

სწორი ზედაპირით, ზომებით მინიმუმ 20 ×10 სმ			
			
სიმინდის სახამებელი	კვერცხი, 9 ცალი	მაცივარი	პატარა სათქვეფი
			
ფოტოკამერა, რომელსაც შენელებული გადაღების ფუნქცია. აქვს	სახაზავი		

უსაფრთხოება:

რეკომენდებულია ლაბორატორიული ხალათის გამოყენება.

ექსპერიმენტის პროცედურა:

ნაწილი 1 - ჰიდროგელების მომზადება

1. პირველ ეტაპზე უნდა მომზადდეს ჰიდროგელი სახამებლის სხვადასხვა შემცველობით. ცხრილში მოცემულია, თუ რა თანაფარდობით უნდა აიღოთ ნივთიერებები ჰიდროგელის მოსამზადებლად.

ინგრედიენტები	ჰიდროგელი 1:	ჰიდროგელი 2:	ჰიდროგელი 3:
გამოხდილი წყალი, მლ	150	150	150

ჟელატინი, გ	15	15	15
სიმინდის სახამებელი, გ	0	15	30

2. მარკერით დააწერეთ პატარა ქვაბებს ნომრები ჰიდროგელი 1, ჰიდროგელი 2, ჰიდროგელი 3. იგივე ნუმერაცია გაუკეთეთ ცეცხლგამძლე კონტეინერებსაც.

3. ჰიდროგელები შეგიძლიათ მოამზადოთ ერთდროულად, ან სათითაოდ, თუ საკმარისი ჭურჭელი არ გაქვთ.

4. თითოეული ჰიდროგელის მოსამზადებლად მიყევით ჩამოთლილ ეტაპებს.

- მენზურით აიღეთ 150 მლ გამოხდილი წყალი.
- პატარა ჭიქაში აწონეთ 15 გ ჟელატინი.
- ცალკე აწონეთ საჭირო რაოდენობა სახამებელი.
- ცალკე პატარა ჯამში ჩაასხით მცირე მოცულობის გამოხდილი წყალი და კარგად გახსენით მასში სახამებელი, ისე რომ არ დარჩეს კომპტები.
- დარჩენილი გამოხდილი წყალი ჩაასხით პატარა ქვაბში, დადგით ქურაზე და მიიყვანეთ ადუღებამდე.
- ადუღებულ წყალში ჩაყარეთ ჟელატინი და ჩაამატეთ წინასწარ წყალში გახსნილი სიმინდის სახამებელი. მოურიეთ ხელის სათქვეფით სრულ გახსნამდე.
- ფრთხილად გადმოასხით ცხელი ნარევი შესაბამის ცეცხლგამძლე კონტეინერებში. თუ ნარევი ბევრ ბუშტუკებს შეამჩნევთ, წვირით ან ჩანგლით მოურიეთ რომ გააქროთ.

5. კონტეინერები მოათავსეთ მაცივარში გამყარებისთვის. ეცადეთ რომ მოათავსოთ ბრტყელ ზედაპირზე.

6. როგორც კი მასალა გამყარდება, გამოიღეთ მაცივრიდან, დანის დახმარებით შემოჭერით ზედაპირები და ფრთხილად ამოიღეთ კონტეინერიდან. შეახვიეთ თხელ პოლიმერის პარკში და შესაბამისად დანომრეთ ისინი.

7. გაიმეორეთ ზემოთ აღწერილი ეტაპები დანარჩენი სინჯვებისთვისაც.

ნაწილი 2 - ჰიდროგელების ფორმის აღდგენის უნარის კოეფიციენტის განსაზღვრა

- თითოეული მომზადებული ჰიდროგელიდან ამოჭერით 6×6 სმ ნაჭერი. დარწმუნდით რომ თქვენ მიერ მოჭრილი ნაწილი არ არის დაზიანებული, არ შეიცავს ბუშტუკებს.
- გაზომეთ თითოეული ჰიდროგელის ფენის სისქე და ჩაიწერეთ მონაცემთა ცხრილში. თქვენს მიერ მომზადებულ ჰიდროგელებს უნდა ჰქონდეთ ერთნაირი სისქე.

- მოათავსეთ მომზადებული ჰიდროგელი ბრტყელ ზედაპირზე, კედელთან ახლოს და გვერდით დადეთ სახაზავი ვერტიკალურად, ისე რომ ნულოვანი მაჩვენებელი იყოს ქვემოთ.



- სახაზავის წინ მოათავსეთ ფოტოკამერა ან ტელეფონი, რომელიც გადაიღებს შენელებულ ვიდეოს. კამერა ისე გაასწორეთ რომ ჩანდეს სახაზავის ნაწილი ძირიდან 25 სმ-მდე. ჩართეთ ვიდეო ნულა-გადაღებაზე.
- დაიჭირეთ მინის ბურთულა სახაზავის გასწვრივ, ჰიდროგელის ზედაპირიდან 25 სმ (H) სიმაღლეზე. ჩამოაგდეთ ბურთულა. გამორთეთ კამერა და ნახეთ ვიდეოჩანაწერი. დააკვირდით მაქსიმუმ რა სიმაღლეზე (h) „ახტება“ ბურთულა ჰიდროგელზე დაცემის შემდეგ. შეიტანეთ მონაცემები ცხრილში.
- ჰიდროგელის თითოეული ნიმუშისთვის ცდა გაიმეორეთ სამჯერ.

ცხრილი N1. ექსპერიმენტის შედეგები

ცდის N	ჰიდროგელის სისქე, მმ	დაცემის სიმაღლე, H (სმ)	„აბტომის“ სიმაღლე, (h) სმ	კოეფიციენტი
ჰიდროგელი 1				
1		25		
2		25		
3		25		
საშუალო		25		
ჰიდროგელი 2:				
1		25		
2		25		
3		25		
საშუალო		25		
ჰიდროგელი 3:				
1		25		
2		25		
3		25		
საშუალო		25		

ნაწილი 3 - საკვების შეფუთვის შემოწმება

- თითოეული მომზადებული ჰიდროგელიდან ამოჭერით 17 სმ სიგრძის და 6 სმ სიგანის ნაჭრები.
- შეფუთეთ კვერცხი როგორც ნაჩვენებია ფოტოზე.



- ერთ ხელში დაიჭირეთ სახაზავი (40 სმ-იანი). მეორე ხელში დაიჭირეთ კვერცხი და ჩამოაგდეთ ზედაპირზე 38 სმ სიმაღლიდან. გაითვალისწინეთ რომ კვერცხი ისე გეჭიროთ, რომ შეერთების ადგილზე ორმაგი ფენა იყოს ზედა მხარეს. დაცემის ზედაპირად შეარჩიეთ ხის, მარმარილოს ან ქვის სწორი ზედაპირი. გაუშვით ხელი შეფუთულ კვერცხს. ფრთხილად მოხსენით შეფუთვა და დააკვირდით კვერცხს, ხომ არ აქვს რამე დაზიანება. ვიზუალური დათვალიერების შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.

ცხრილი N2. ცდის შედეგები

	დაზიანდა თუ არა გელი შეფუთვის პროცესში?	დაზიანდა თუ არა პროდუქტი დაცემის შედეგად?		
ჰიდროგელი 1:				
1	კი	არა	კი	არა
2	კი	არა	კი	არა
3	კი	არა	კი	არა
საშუალო	კი	არა	კი	არა
ჰიდროგელი 2:				

1	კი	არა	კი	არა
2	კი	არა	კი	არა
3	კი	არა	კი	არა
საშუალო	კი	არა	კი	არა

ჰიდროგელი 3:

1	კი	არა	კი	არა
2	კი	არა	კი	არა
3	კი	არა	კი	არა
საშუალო	კი	არა	კი	არა

შედეგების ანალიზი:

განალიზეთ მიღებული შედეგები და უპასუხეთ კითხვებს:

- რა გავლენას ახდენს სახამებლის რაოდენობა ჰიდროგელის ფორმის აღდგენის უნარის კოეფიციენტის მნიშვნელობაზე?
- რა მსგავსება და განსხვავებაა სხვადასხვა შედგენილობის ჰიდროგელის ნაჭრებს შორის?
- იცავს თუ არა ჰიდროგელი კვერცხს დაზიანებისგან?
- როგორ ფიქრობთ, რამდენად კარგი იქნება ჰიდროგელი, როგორც პლასტმასის ალტერნატივა ზოგიერთ შემთხვევაში?

პროექტის ვარიაციები:

- ამ პროექტში თქვენ შეამოწმეთ როგორ იცავს კვერცხს ჰიდროგელი. გაიმეორეთ ეს ექსპერიმენტი მაგალითად კენკრაზე და შეამოწმეთ მისი დაცვის უნარი.
- დაგეგმეთ ექსპერიმენტი და შეამოწმეთ რამდენ ხანს შეინახავს ჰიდროგელი პროდუქტებს და დაიცავს გაფუჭებისგან?
- დაგეგმეთ ექსპერიმენტი და დაამზადეთ სხვადასხვა სისქის ჰიდროგელები და შეამოწმეთ მათი თვისებები.

- გარდა ჟელატინისა ჰიდროგელის დასამზადებლად შეგიძლიათ შეგიძლიათ გამოიყენოთ კოლაგენის კაფსულები ან აგარის ფხვნილი. დაგეგმეთ ექსპერიმენტი და შეისწავლეთ მიღებული ჰიდროგელის თვისებები.
- დაგეგმეთ ექსპერიმენტი და შეისწავლეთ მიღებული ჰიდროგელები რა დროში იშლება სხვადასხვა ფაქტორის ზეგავლენით.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Lohner, S. (2023, April 27). Can Biodegradable Materials Replace Plastic as Protective Food Packaging? Retrieved from https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/GreenChem_p011/green-chemistry/biodegradable-hydrogel-food-packaging
2. Akhila Vijayakumar, Kappat Valiyapeediyekkal Sunooj. Hydrogel-Based Food Packaging: An Overview. Retrieved from Read more at: <https://www.foodinfotech.com/a-brief-overview-on-hydrogel-based-food-packaging/>