(19) საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრი
საქპატენტი

(11) **GE U 2024 2170 Y**

(10) AU 2024 16325 U

(51) Int. Cl. (2006)
D 01 C 1/00
D 06 M 11/00

(12) რეგისტრირებული სასარგებლო მოდელის აღწერილობა

(21) AU 2023 16325
(22) 2023 08 14
(43) 2024 02 26 №4
(45) 2024 02 26 №4

(73) თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი (GE)
ვაჟა-ფშაველას გამზ. 33, 0186, თბილისი, საქართველო (GE)

(72) ალიოშა ბაკურიძე;
ზურაბ ვადაჭკორია;
ეკატერინე მოსიძე;
გიორგი ბაკურიძე;
ლაშა ბაკურიძე;
კახი ბაკურიძე;
დალი ბერაშვილი;
ლამზირა ებრალიძე

(56) 1. RU2 552 467 C1, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Юго-Западный государственный университет(ФГБОУВПО "ЮЗГУ") (RU), 10.06.2015;
2. RU 2402655 C1, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна" (RU), 27.10.2010;
3. US5985301 (A), NAKAMURA KENJI [JP]; KOJI NAKAMURA [JP] ,16.11.1999

(54) ***ანტიმიკრობული ბოჭკოს მიღების ხერხი***

(57) ანტიმიკრობული ბოჭკოს მიღება ხდება კოლხური სელის ბოჭკოსაგან, რომელშიც იმპრეგნირებულია ფენოლკარბონმჟავებით მოდიფიცირებული ვერცხლის ნანონაწილაკები. ვერცხლის ნანონაწილაკების ბიოსინთეზი განხორციელებულია კოლხური სელის თესლებისაგან მიღებული გამონაწვლილით.

GE U 2024 2170 Y

სასარგებლო მოდელის აღწერილობა

გამოგონება განეკუთვნება საფეიქრო მრეწველობას, კერძოდ, დამუშავებული ნატურალური ბოჭკოს მიღებას ფართო გამოყენების ანტიმიკრობული ნაწარმის დასამზადებლად, რომლებიც გამოიყენება, მაგალითად, მედიცინასა და კოსმეტოლოგიაში.
დღეისათვის, ერთ-ერთ ფართოდ გავრცელებულ დაავადებათა რიცხვს მიეკუთვნება სხვადასხვა სახის ინფექციები. ინფექციურ დაავადებებთან ბრძოლის ეფექტიანი საშუალებების ძიებასთან ერთად მნიშვნელოვანია ინფექციებისაგან დაცვის - ბიოფუნქციური დანიშნულების ანტიმიკრობული ნაწარმის შექმნა. ამ მხრივ საინტერესოა კოლხური სელის ბოჭკო.

კოლხური სელის ბალახი, ბოჭკოვანი სტრუქტურის გამო, შესანიშნავი ნედლეულია მაღალი ხარისხის მქონე ნატურალური სამედიცინო და ჰიგიენური ნაწარმის მისაღებად. სელის ქსოვილი ჰაერგამტარია, არ ეკვრის სხეულს, კანს აძლევს “სუნთქვის” საშუალებას, ბუნებრივი ანტისეპტიკია და არ იწვევს ალერგიას. უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ სელის ბოჭკოსთვის შესაძლებელია ანტიმიკრობული თვისებების მინიჭება და გაძლიერება ბიოსინთეზირებული ვერცხლის ნანონაწილაკების და სხვა ანტიმიკრობული აგენტების იმპრეგნირებით, რომლებიც ანტიბიოტიკებისაგან განსხვავებით არ წარმოქმნის რეზისტენტულ შტამებს.

ცნობილია ანტიმიკრობული მოქმედების მქონე, ვერცხლის შემცველი ცელულოზას ბოჭკოს მიღების ხერხი, რომელიც ითვალისწინებს 0,25-2,0 მას.%-იან ვერცხლის ნიტრატის, 0,5-15 მოც.%-იანი ამიაკის ან 20-50 მას.%-იანი გლიცერინის ხსნარების ან მათი ნარევის მომზადებას, ცელულოზის მასალის გაჟღენთვას წინასწარ მომზადებული ხსნარებით ოთახის ტემპერატურაზე, სადაც ცელულოზის მასალისა და მომზადებული ხსნარების თანაფარდობა შეადგენს დაახლოებით 1:15-30 (1 გ-ზე - 15-30 მლ ხსნარი), შემდეგ, სარეაქციო ნარევის გაცხელებას 85-150^{0}C-ზე, 1-4 სთ-ის განმავლობაში. მიღებული ვერცხლის დაბალი შემცველობის (0,2-1,0%) მქონე ბოჭკო გამოიყენება ბაქტერიოციდული შესახვევი მასალის, სამედიცინო ტანსაცმლის, თეთრეულის და ჰიგიენის საგნების დასამზადებლად, ვერცხლის მაღალი შემცველობისას (2-17,5%) კი - ფილტრების სახით წყლის გასუფთავების და მიკროორგანიზმების გაუვნებლობის მიზნით. აღნიშნული ხერხის ძირითადი ნაკლია დაბალი ეკონომიკური ეფექტიანობა, რაც გამოწვეულია შემდეგი ფაქტორებით: მასალაზე რჩება გამოყენე-

ბული ვერცხლის მხოლოდ 2-5%, დანარჩენი მიყვება გამრეცხ წყალს; პროცესი ხანგრძლივია - 4სთ; მასალის დამუშავება ხდება მაღალ ტემპერატურაზე, რაც იწვევს ელექტროენერგიის დიდ დანახარჯებს (RU 2256675 C1);

სასარგებლო მოდელით შემოთავაზებული ანტიმიკრობული ბოჭკოს მიღების ხერხის ყველაზე ახლო ტექნიკური გადაწყვეტა არის ვერცხლის შემცველი ცელულოზის მასალის მიღების ხერხი. აღნიშნული ხერხი ითვალისწინებს ცელულოზის მატრიცის გაჟღენთვას ვერცხლის ნაწილაკების (0,006-0,18მას.%) შემცველი წყლიანი დისპერსიით 10-60 წამის განმავლობაში. სადაც, ვერცხლის აღდგენას ახდენენ სელის დელიგნიფიკაციისათვის ექსტრატუტიანი გამონაწვლილის მეშვეობით, რისთვისაც ვერცხლის ნიტრატის წყლიან ხსნარს აყოვნებენ სელის ტუტიან გამონაწვლილში 50-95^{0}C ტემეპერატურაზე, 10-90 წუთის განმავლობაში.

ამ დროს სელის ტუტე ექსტრაქტის (ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ან ნატრიუმის კარბონატის) რაოდენობა დისპერსიაში შეადგენს 40-80%-ს; ცელულოზური მასალის დამუშავება ხდება ვერცხლის ნაწილაკების წყლიანი დისპერსიით გაჟღენთვით ან აეროზოლური ნაკადის შეფრქვევით; წყლიანი დისპერსია შეიძლება შეიცავდეს ანტისეპტიკურ ან მადენზიფიცირებელ საშუალებებს, რომლებიც არ ამცირებს ვერცხლის ნაწილაკების მდგრადობას, მაგალითად, დიოქსიდინს, მირამისტინს, პრეპარატებს პოლიჰექსამეთილგუანიდინის ჰიდროქლორიდისა და მეოთხეული ამონიუმის ნაერთების ბაზაზე (RU 2 525 545 C2).

აღნიშნული ხერხის ნაკლია ის, რომ ლითონური ფაზის ფორმირების, კერძოდ, ვერცხლის იონური მდგომარეობიდან ატომურ მდგომარეობამდე აღდგენის მიზნით, გამოიყენება სელის ტუტე გამონაწვლილი, რომელიც შეიცავს მაღალმოლეკულურ ნაერთებს, მათ შორის ლიგნინის წარმოებულებს. მიუხედავად იმისა, რომ მათ გააჩნია ვერცხლის აღდგენისა და მისი ნანონაწილაკების სტაბილიზების უნარი და უზრუნველყოფს წყლიანი დისპერსიის აგრეგატულ მდგრადობას, ლიგნინი უარყოფითად მოქმედებს ცელულოზური მასალის ჰიგიენურ თვისებებზე, კერძოდ, ჰიგროსკოპულობაზე, აბსორბციის უნარზე და ფოროვნებაზე; ვერცხლის ნანონაწილაკები ცელულოზურ მატრიცასთან დაკავშირებულია მექანიკურად და ეს კავშირი სუსტია, რასაც მოწმობს გარეცხვისას ვერცხლის რაოდენობის მნიშვნელოვანი შემცირება და რაც აისახება მისი გამოყენების ჯერადობაზე; აქტიური ინგრედიენტების სახით, გარდა ვერცხლის ნანონაწილაკებისა, გამოყენებულია ანტისეპტიკური და მადეზინ-

ფიცირებელი საშუალებები: მირამისტინი, დიოქსიდინი, პრეპარატები პოლიჰექსამეთილგუანიდინისა და მეოთხეული ამონიუმის ნაერთების საფუძველზე, რომლებიც საფრთხის შემცველია და სისტემურ ცირკულაციაში - სისხლში მოხვედრის შემდეგ, იწვევს გვერდით, არასასურველ რეაქციებს, ამასთან, ხშირ შემთხვევაში იწვევს კანზე ალერგიულ რეაქციებს.

სასარგებლო მოდელის ტექნიკური შედეგია ბუნებრივი ბოჭკოს ანტიმიკრობული, ფუნქციური და ჰიგიენური თვისებების გაზრდა. ასეთ ბოჭკოს ექნება ანტიმიკრობული მოქმედების ფართო სპექტრი, არ გამოიწვევს კანის გაღიზიანებას და ექნება მაღალი ბიომდგრადობა.

ტექნიკური შედეგი მიიღწევა იმით, რომ კოლხური სელის ბოჭკოს ამუშავებენ ბიოსინთეზირებული ვერცხლის ნანონაწილაკების შემცველი ხსნარით. ვერცხლის ნანონაწილაკების ბიოსინთეზს ახორციელებენ კოლხური სელის თესლებისაგან მიღებული გამონაწვლილით, რომელიც დიდი რაოდენობით შეიცავს პოლისაქარიდებსა და ფენოლკარბონმჟავეებს. გამონაწვლილი მიღებულია ცივი წყლით გარეცხილი დაუწვრილმანებელი სელის თესლების დამუშავებით გამოხდილი წყლის დამატებით 1:30-თან თანაფარდობითა და ექსტრაქციით 95^0C ტემპერატურაზე 15 წთ-ის განმავლობაში, მიღებული გამონაწვლილი გაწურულია ცხლად.

კოლხური სელის თესლებისგან მიღებული გამონაწვლილით, ვერცხლის ნანონაწილაკების ბიოსინთეზის დროს, სელის თესლში შემავალი პოლისაქარიდები ასრულებს როგორც აღმდგენის, ისე შემომგარსველის როლს. რაც შეეხება გამონაწვლილში არსებულ ფენოლკარბონმჟავეებს, მათ ანტიმიკრობული მოქმედების გარდა გააჩნია ორმაგი ფუნქციური დატვირთვა:

1. თავისუფალი კარბოქსილის ჯგუფებით კავშირს ამყარებს ვერცხლის ნანონაწილაკების გარსწარმომქმნელის, პოლისაქარიდების ქიმიური დესტრუქციის შედეგად წარმოქმნილ, თავისუფალ სპირტულ ჯგუფებთან, შედეგად მიიღება ფენოლკარბონმჟავეებით მოდიფიცირებული ვერცხლის ნანონაწილაკები;

2. სელის ბოჭკო ძირითადად წარმოდგენილია ცელულოზით, რომელსაც გააჩნია საკმაოდ ბევრი თავისუფალი ჰიდროქსილის ჯგუფი. მოდიფიცირებისათვის გამოყე-

ნებულ კომპოზიციაში არსებული ფენოლკარბონმჟავეები, თავისუფალი კარბოქსილის ჯგუფებით, რეაქციაში შედის კოლხური სელის ბოჭკოს შემადგენელ, ცელულოზას ჰიდროქსილის ჯგუფებთან.

ორივე შემთხვევაში წარმოიქმნება რთულეთეროვანი კავშირები. ფენოლკარბონჟავეები ურთიერთქმედებს რა ცელულოზას ბოჭკოსთან, წარმოადგენს მის აქტიურ პლასტიფიკატორს, წარმოქმნის მონომოლეკულურ ფენას, რაც აუმჯობესებს მის ფუნქციურ და ჰიგიენურ თვისებებს.

სასარგებლო მოდელით წარმოდგენილი ანტიმიკრობული ბოჭკოს მიღების ხერხი ხორციელდება შემდეგნაირად:

-
- სელის ღეროებისაგან მექანიკურად იღებენ ბოჭკოს, რომელსაც უტარებენ ექსტრაქციას შეტუტიანებული წყლით 100^{0}C ტემპერატურაზე, ურევენ 60 წთ-ის განმავლობაში, შემდგეგ რეცხავენ წყლით და ამუშავებენ 6%-იანი წყალბადის ზეჟანგით 100^{0}C ტემპერატურაზე, მორევით 45 წთ-ის განმავლობაში. ბოლოს კვლავ რეცხავენ წყლით და აშრობენ.
-
- სელის თესლებისაგან იღებენ გამონაწვლილს, რისთვისაც დაუწვრილმანებელ სელის თესლებს სწრაფად რეცხავენ ცივი (20°C) წყალით, გადაიტანენ კოლბში, ამატებენ გამოხდილ წყალს თანაფარდობით 1:30-თთან და ახდენენ ექსტრაქციას 95°C ტემპერატურაზე 15 წთ-ის განმავლობაში. მიღებულ გამონაწვლილს ცხლად წურავენ ბიაზში. ასეთი გზით მიღებული გამონაწვლილი შეიცავს დიდი რაოდენობით პოლისაქარიდებს და ფენოლკარბონმჟავეებს.
-
- შემდეგ ატარებენ ვერცხლის ნანონაწილაკების მწვანე სინთეზს, რისთვისაც სელის თესლებისაგან მიღებულ გამონაწვლილს ამატებენ ვერცხლის ნიტრატის 0,25–1,0%-იან ხსნარს 1:1-თან თანაფარდობით და აყოვნებენ 45-95^{0}C ტემპერატურაზე 10-90 წთ-ის განმავლობაში.
-
- კოლხური სელის ბოჭკოს უტარებენ იმპრეგნირებას ვერცხლის ნანონაწილაკებით, რისთვისაც ბოჭკოს ჩაყურსავენ აბაზანაში მოთავსებულ 50-60±1°C ტემპერატურის მქონე ვერცხლის ნანონაწილაკების შემცველ ხსნარში და აყოვნებენ

20-30 წთ-ის განმავლობაში. შემდეგ წურავენ ნარჩენი ტენის 100-200% შემცველობამდე და აშრობენ ცხელი ჰაერის (100-150^{0}C) მიწოდებით 1-2 წთ-ის განმავლობაში.

ანტიმიკრობული ბოჭკოს მიღების ხერხის განხორციელების მაგალითები:

მაგალითი N1

კოლხური სელის ბოჭკოს დელიგნიფიკაციის მიზნით, იღებენ კოლხური სელის ღეროებისაგან მექანიკურად გამოყოფილ ბოჭკოს 50,0 გ-ს, ამატებენ 400 მლ გამოხდილ წყალს, შეატუტიანებენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდით pH-11-მდე და ახდენენ ექსტრაქციას 100^{0}C ტემპერატურაზე, მორევით 60 წთ-ის განმავლობაში, შემდეგ გამონაწვლილს აცილებენ,რეცხავენ გამოხდილი წყლით და ბოჭკოს დამუშავებას აგრძელებენ 6%-იანი წყალბადის ზეჟანგით 100^{0}C ტემპერატურაზე მორევით 45 წთ-ის განმავლობაში. წყალბადის ზეჟანგიან გამონაწვლილს აცილებენ, ბოჭკოს რეცხავენ წყლით და აშრობენ. დაუწვრილმანებელ სელის თესლებს სწრაფად რეცხავენ ცივი (20°C) წყლით, გადაიტანენ კოლბაში, ამატებენ გამოხდილ წყალს 1:30-თან თანაფარდობით და ახდენენ ექსტრაქციას 95°C ტემპერატურაზე 15 წთ-ის განმავლობაში. მიღებულ გამონაწვლილს ცხლად წურავენ ბიაზში. მიღებული გამონაწვლილი შეიცავს დიდი რაოდენობით პოლისაქარიდებს და ფენოლკარბონმჟავეებს. ვერცხლის ნაწილაკების წყლიანი დისპერსიის მისაღებად 250 მლ მოცულობის მქონე ქიმიურ ჭიქაში გადაიტანენ 50 მლ სელის თესლებისგან მიღებულ გამონაწვლილს, ამატებენ 50 მლ 0,25%-იან ვერცხლის ნიტრატის ხსნარს, სარეაქციო არეს აცხელებენ 45^{0}C-მდე და აყოვნებენ 90 წთ-ის განმავლობაში და აცივებენ. 10,0 გ დამუშავებულ (გათეთრებულ) სელის ბოჭკოს ჩაყურსავენ ქიმიურ ჭიქაში მოთავსებულ 50±1°C ტემპერატურის მქონე, 100 მლ ვერცხლის ნანონაწილაკების შემცველ ხსნარში, აყოვნებენ 20 წთ-ის განმავლობაში, წურავენ ნარჩენი ტენის 100% შემცველობამდე და ბოჭკოს აშრობენ ცხელი ჰაერის (100^{0}C) მიწოდებით 1 წთ-ის განმავლობაში.მიღებული ბოჭკო შეიცავს 0,075 მას.% ვერცხლის ნანონაწილაკებს. შედეგად, ბოჭკო იღებს ოქროსფერ-მოყავისფრო შეფერილობას.

მაგალითი N2

კოლხური სელის ბოჭკოს დელიგნიფიკაციის მიზნით, იღებენ კოლხური სელის ღეროებისაგან მექანიკურად გამოყოფილ ბოჭკოს 50,0 გ-ს, ამატებენ 400 მლ გამოხდილ წყალს, შეატუტიანებენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდით pH-11-მდე და ახდენენ ექსტრაქციას 100^{0}C ტემპერატურაზე, მორევით 60 წთ-ის განმავლობაში, შემდეგ გამონაწვლილს აცილებენ, რეცხავენ გამოხდილი წყლით და ბოჭკოს დამუშავებას აგრძელებენ 6%-იანი წყალბადის ზეჟანგით 100^{0}C ტემპერატურაზე მორევით 45 წთ-ის განმავლობაში. წყალბადის ზეჟანგიან გამონაწვლილს აცილებენ, ბოჭკოს რეცხავენ წყლით და აშრობენ. დაუწვრილმანებელ სელის თესლებს სწრაფად რეცხავენ ცივი (20°C) წყალით, გადაიტანენ კოლბაში, ამატებენ გამოხდილ წყალს 1:30-თან თანაფარდობით და ახდენენ ექსტრაქციას 95°C ტემპერატურაზე 15 წთ-ის განმავლობაში. მიღებულ გამონაწვლილს ცხლად წურავენ ბიაზში. გამონაწვლილი შეიცავს დიდი რაოდენობით პოლისაქარიდებს და ფენოლკარბონმჟავეებს. ვერცხლის ნანონაწილაკების წყლიანი დისპერსიის მისაღებად 250 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში გადაიტანენ 50 მლ სელის თესლებისგან მიღებულ გამონაწვლილს, ამატებენ 50 მლ 0,5%-იან ვერცხლის ნიტრატის ხსნარს, სარეაქციო არეს აცხელებენ 80^{0}C-მდე და აყოვნებენ 20 წთ-ის განმავლობაში და აცივებენ. 10,0გ თეთრ სელის ბოჭკოს ჩაყურსავენ ქიმიურ ჭიქაში მოთავსებულ 55±1°C ტემპერატურის მქონე, 100 მლ ვერცხლის ნანონაწილაკების შემცველ ხსნარში, აყოვნებენ 25 წთ-ის განმავლობაში, წურავენ ნარჩენი ტენის 150% შემცველობამდე და ბოჭკოს აშრობენ ცხელი ჰაერის (120^{0}C) მიწოდებით 1,5 წთ-ის განმავლობაში. მიღებული ბოჭკო შეიცავს 0,15 მას.% ვერცხლის ნანონაწილაკებს. ბოჭკო იღებს ოქროსფერ-მოყავისფრო შეფერილობას.

მაგალითი N3

კოლხური სელის ბოჭკოს დელიგნიფიკაციის მიზნით, იღებენ კოლხური სელის ღეროებისაგან მექანიკურად გამოყოფილ ბოჭკოს 50,0 გ-ს, ამატებენ 400 მლ გამოხდილ წყალს, შეატუტიანებენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდით pH-11-მდე და ახდენენ ექსტრაქციას 100^{0}C ტემპერატურაზე, მორევით 60 წთ-ის განმავლობაში, შემდგეგ გამონაწვლილს აცილებენ, რეცხავენ გამოხდილი წყლით და ბოჭკოს დამუშავებას აგრძელებენ 6%-იანი წყალბადის ზეჟანგით 100^{0}C ტემპერატურაზე მორევით, 45 წთ-ის განმავლობაში. წყალბადის ზეჟანგიან გამონაწვლილს აცილებენ, ბოჭკოს რეცხავენ წყლით და აშრობენ. დაუწვრილმანებელ სელის თესლებს სწრაფად რეცხავენ ცივი (20°C) წყალით, გადაიტანენ კოლბში, ამატებენ გამოხდილ წყალს 1:30-თან თანაფარდობით

და ახდენენ ექსტრაქციას 95°C ტემპერატურაზე 15 წთ-ის განმავლობაში. მიღებულ გამონაწვლილს ცხლად წურავენ ბიაზში. გამონაწვლილი შეიცავს დიდი რაოდენობით პოლისაქარიდებს და ფენოლკარბონმჟავეებს. ვერცხლის ნაწილაკების წყლიანი დისპერსიის მისაღებად 250 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში გადაიტანენ 50 მლ სელის თესლებისგან მიღებულ გამონაწვლილს, ამატებენ 50 მლ 1,0%-იან ვერცხლის ნიტრატის ხსნარს, სარეაქციო არეს აცხელებენ 95^{0}C-მდე და აყოვნებენ 10 წთ-ის განმავლობაში და აცივებენ. 10,0 გ თეთრ სელის ბოჭკოს ჩაყურსავენ ქიმიურ ჭიქაში მოთავსებულ 60±1°C ტემპერატურის მქონე, 100 მლ მიღებულ ვერცხლის ნანონაწილაკების შემცველ ხსნარში, აყოვნებენ 30 წთ-ის განმავლობაში, წურავენ ნარჩენი ტენის 200% შემცველობამდე და ბოჭკოს აშრობენ ცხელი ჰაერის (150^{0}C) მიწოდებით 2 წთ-ის განმავლობაში. დამუშავებული ბოჭკო შეიცავს 0,3 მას.% ვერცხლის ნანონაწილაკებს. ბოჭკო იღებს ოქროსფერ-მოყავისფრო შეფერილობას.

კომპოზიციით მოდიფიცირებული კოლხური სელის ბოჭკოს და პროტოტიპის მიხედვით მომზადებული ბოჭკოს ანტიმიკრობული მოქმედების შესწავლა განხორციელდა გრამ-უარყოფით Escherichia coli (ATCC 25922), გრამ-დადებით Staphylococcus aureus (ATCC 25923) ბაქტერიულ შტამებზე, სოკოებიდან Candida albicans-ის კლინიკურ შტამზე. ბაქტერიული და სოკოს შტამები მიღებულ იქნა კანადის კლინიკიდან (Chicoutimi Hospital, Saguenay, Canada). მოწოდებული და პროტოტიპით მომზადებული ბოჭკოს ანტიმიკრობული აქტივობა შეფასდა მინიმალური ბაქტერიციდული კონცენტრაციის მაჩვენებლებით, თხევად არეში, ორჯერადი სერიული განზავებით. ექსპოზიციამ შეადგინა 24 საათი.

ანტიმიკრობული მოქმედების კოლხური სელის ბოჭკოს მიღების ოპტიმალური პირობები მოცემულია ცხრილში N1.

ცხრილი N1

ანტიმიკრობული მოქმედების კოლხური სელის ბოჭკოს მიღების პირობები					
მაგალითის N	სელის ბოჭკოს დამუშავების სახე	ვერცხლის ნიტრატის კონცენტრაცია დასამუშავებელ ხსნარში	სინთეზის ტემპერატურა /დრო, ^{0}C/წთ	სელის ბოჭკოზე ვერცხლის ნაწილაკების კონც. მას.%	ფენოლკარბონმჟავეების შემცველობა,%
1	სელის ბოჭკოს იმპრეგნირება	0,25	90/45	0,075	0,1

2	სელის ბოჭკოს იმპრეგნირება	0,5	20/80	0,15	0,1
3	სელის ბოჭკოს იმპრეგნირება	1,0	10/95	0,3	0,1

მოწოდებული კოლხური სელის ბოჭკოს და პროტოტიპის მიხედვით მომზადებული სელის ბოჭკოს ანტიმიკრობული აქტივობის განსაზღვრის შედეგები მოცემულია ცხრილშიN2.

ცხრილი N2

N	სელის ბოჭკოს ანტიმიკრობული მოქმედების განსაზღვრის შედეგები		
	კულტურის ზრდის შეკავების სიდიდე, მმ		
	Escherichia coli (ATCC 25922)	Staphylococcus aureus (ATCC 25923)	Candida albicans (ATCC 10231)
1-მაგალითით მომზადებული	9	8	11
2-მაგალითით მომზადებული	9	9	11
3-მაგალითით მომზადებული	10	9	12
პროტოტიპით მომზადებული	7	7	8

მრავალჯერადი გამოყენების სელის ბოჭკოს ანტიმიკრობული აქტივობის მდგრადობა დადასტურებულია ფერის უცვლელობით და ანტიბაქტერიული მოქმედების შენარჩუნებით მრავალჯერადი გარეცხვის შემდეგ (ცხრილი N3).

შესწავლილ იქნა სასარგებლო მოდელით შემოთავაზებული და ტექნიკის დონით ცნობილი - ვერცხლის ნანონაწილაკებით მოდიფიცირებული სელის ბოჭკოს ბიოდაცვის თვისებები, რისთვისაც სელის ბოჭკო შენახულ იქნა მიწაში, ზედაპირიდან 8-10 სმ-ის სიღრმეში, 10 და 15 დღის განმავლობაში. როგორც ცნობილია, მიწაში ფორმირდება აგრესიული ბიოლოგიური „ოჯახი“ მიკროორგანიზმებისა, ამასთან, ყველა ტიპის მიწისთვის დამახასიათებელია გვარი სოკოების Penicillium, Aspergillus და ბაქტერიების Bacillus mycoides Bacillus megaterium არსებობა. დროის გასვლის შემდეგ ამოღებულ იქნა საცდელი ნიმუშები, გაიწმინდა მიწისგან და შემოწმდა ვიზუალურად

და მექანიკურ სიმტკიცეზე. როგორც სასარგებლო მოდელით შემოთავაზებული, ისე ტექნიკის დონიდან ცნობილი ვერცხლის ნანონაწილაკებით მოდიფიცირებული სელის ბოჭკო დარჩა უცვლელად და შენარჩუნებული ჰქონდა თავდაპირველი გარეგნული სახე, მთლიანობა და სიმტკიცე 10 დღის განმავლობაში შენახვის შემდეგ. რაც შეეხება დაკვირვებას 14 დღის შემდეგ, მიწის მიკროფლორასთან კონტაქტის შედეგად, ტექნიკის დონიდან ცნობილი ვერცხლის ნანონაწილაკებით მოდიფიცირებულ სელის ბოჭკოს 100%-ით ჰქონდა დაკარგული სიმტკიცე, დარღვეული იყო სტრუქტურის მთლიანობა, რაც მიუთითებს მისი საექსპლოატაციო და ესთეტიკური თვისებების დაკარგვაზე, ხოლო სასარგებლო მოდელით შემოთავაზებულ კოლხური სელის ბოჭკოს შენარჩუნებული ჰქონდა გარეგნული სახე, სტრუქტურის მთლიანობა და სიმტკიცე. მიღებული შედეგები მოწმობს ჩვენ მიერ მოწოდებული ტექნოლოგიით ვერცხლის ნანონაწილაკებით მოდიფიცირებული კოლხური სელის ბოჭკოს მიწის მიკროფლორის მიმართ ბიომდგრადობის მაღალ და ძლიერ თვისებებზე (ცხრილი N3). ასევე ჩატარებული იქნა ტესტი კანის გაღიზიანებაზე, ამისათვის ტექნიკის დონიდან ცნობილი ცელულოზური ბოჭკო და განაცხადში წარმოდგენილი კოლხური სელის ბოჭკო დატანილ იქნა სამ, კანის სხვადასხვა ტიპის მქონე ადამიანზე, რომელზეც დაკვირვება ხორციელდებოდა 5 საათის განმავლობაში, რამაც აჩვენა, რომ დასაცავად წარმოდგენილი ბოჭკოს შემთხვევაში, კანზე გაღიზიანება საერთოდ არ აღინიშნა. ტესტის შედეგები მოყვანილია ცხრილში N3.

პროტოტიპის მიხედვით მომზადებული და მოწოდებული ბოჭკოს მახასიათებლების განსაზღვრის შედეგები

ცხრილი N3

N	ბოჭკოს მახასიათებლები		პროტოტიპით მომზადებული ბოჭკო	მოწოდებული კოლხური სელის ბოჭკო
1	დაბინძურება, %		0,1	0,05
2	გვერდითი მინარევების შემცველობა, %		-	-
3	ნაცარი, %		0,2	0,11

4	ცხიმის და ცვილის მსგავსი ნივთიერებები,%		0,3	0,18
5	ტენიანობა,%		8,0	8,0
6	შთანთქმის უნარი, გ		22,0	26,0
7	კაპილაროობა, მმ		78,0	85,0
8	წყლიანი გამონაწვლილის რეაქცია		7±0,5	7±0,5
9	ქლორიდების ხვედრითი წილი, %		0,04	0,04
10	სულფატების ხვედრითი წილი, %		0,02	0,02
11	კალციუმის ხვედრითი წილი, %		0,06	0,06
12	სითეთრე, %		81,0	84,0
13	აღმდგენი ნივთიერებების შემცველობა		კვალი	კვალი
14	ბოჭკოზე ვერცხლის ნაწილაკების კონც. მას.% - 20-ჯერადი გარეცხვის შემდეგ		0,001	0,008
14	გამოყენების ჯერადობა		20-ჯერ	25-ჯერ
15	ბიომდგრადობის უნარი მიწის მიკროფლორაზე, დღე		10	14
16	კანის გაღიზიანების ტესტი		+	-

შენიშვნა: + უმნიშვნელო გაღიზიანება; - გაღიზიანების არ არსებობა.

სასარგებლო მოდელით წარმოდგენილი ბოჭკოს მახასიათებლები მნიშვნელოვანია და ბოჭკო და მისგან მომზადებული ნაწარმი შეიძლება განხილულ იქნეს როგორც კოვიდ პანდემიით გამოწვეული დაინფიცირებისაგან დაცვის და მკურნალობის ეფექტიანი საშუალებები; ასევე, როგორც სამედიცინო–ჰიგიენური დანიშნულების, გამოხატული ანტიბაქტერიული და ანტიფუნგალური მოქმედების მქონე ეფექტიანი, უსაფრთხო

ნაწარმის (ბამბა, ნიღაბი, ბინტი, კოსმეტიკური ხელსახოცები, ქირურგიული ძაფები და ა.შ.) დასამზადებელი, ვერცხლის ნანონაწილაკებისა და ფენოლკარბონმჟავეების კომპოზიციით იმპრეგნირებული, კოლხური სელის ბოჭკოს წარმოება; ასევე აქვს სოციალურ–ეკონომიკური მნიშვნელობა, რომელიც მნიშვნელოვან წვლილს შეიტანს არა მხოლოდ ჯანმრთელობის დაცვის, არამედ ქვეყნის ეკონომიკის (კოლხური სელის სამრეწველო პლანტაციის შექმნა, სელის ბოჭკოს წარმოება, რეალიზაცია და ა.შ.) განვითარების საქმეში.

სასარგებლო მოდელის ფორმულა

ანტიმიკრობული ბოჭკოს მიღების ხერხი, რომელიც ითვალისწინებს: სელის ღეროებისაგან ბოჭკოს მექანიკურად გამოყოფას, ბოჭკოს ექსტრაქციას ნატრიუმის ჰიდროქსიდით pH-11-მდე შეტუტიანებული წყლით 100^{0}C ტემპერატურაზე 60 წთ-ის განმავლობაში, გამონაწვლილის მოცილებას, ბოჭკოს გარეცხვას გამოხდილი წყლით და დამუშავებას 100^{0}C ტემპერატურაზე 6%-იანი წყალბადის ზეჟანგით 45 წთ-ის განმავლობაში, წყალბადის ზეჟანგიანი გამონაწვლილის მოცილებას, ბოჭკოს კვლავ გარეცხვას და გაშრობას; დაუწვრილმანებელი სელის თესლების გარეცხვას ცივი წყლით, გამოხდილი წყლის დამატებას 1:30 თანაფარდობით და ექსტრაქციას 95°C ტემპერატურაზე 15 წთ-ის განმავლობაში, მიღებული გამონაწვლილის ცხლად გაწურვას, სელის თესლებისგან მიღებულ გამონაწვლილზე ვერცხლის ნიტრატის 0,25 – 1,0%-იანი ხსნარის დამატებას თანაფარდობით 1:1, სარეაქციო ხსნარის გაცხელებას 45-95^{0}C-მდე, დაყოვნებას 10-90 წთ-ის განმავლობაში და გაცივებას ვერცხლის ნანონაწილაკების შემცველი ხსნარის მისაღებად; სელის ღეროებიდან მიღებული ბოჭკოს ჩაყურსვას 50-60°C ტემპერატურის მქონე, ვერცხლის ნანონაწილაკების შემცველ ხსნარში, დაყოვნებას 20-30 წთ-ის განმავლობაში, გაწურვას ნარჩენი ტენის 100-200% შემცველობამდე და ბოჭკოს გაშრობას 100-150^{0}C მქონე ცხელი ჰაერის მიწოდებით 1-2 წთ-ის განმავლობაში.