

Корисна модель належить до галузі біотехнологій, зокрема до виробництва біорозкладних пакувальних матеріалів, які використовують як екологічну альтернативу для захисту навколишнього середовища та збереження природних ресурсів.

Найближчий аналог до корисної моделі є розкладна пакувальна біоплівка на основі агар-агару та гліцерину, яку також виготовляють шляхом нагрівання інгредієнтів до утворення гомогенного розчину, подальшого лиття на пласку поверхню та сушіння [1].

Цей аналог має спільні риси із запропонованим способом виготовлення розкладної пакувальної біоплівки з використанням сухого компосту, зокрема використання агар-агару як біополімерної основи, що формує гнучку структуру плівки, а також гліцерину, який виконує функцію пластифікатора - додає еластичність, запобігає ламкості та покращує текстуру розкладної пакувальної біоплівки. В аналозі не використовують жодну форму органічного наповнювача на відміну від способу виготовлення розкладної пакувальної біоплівки з використанням сухого компосту.

В обох випадках реалізовано класичний спосіб отримання розкладних пакувальних біоплівок методом лиття з розчину після нагрівання до повного розчинення компонентів.

Крім цього, спосіб виготовлення розкладної пакувальної біоплівки з використанням сухого компосту та його найближчий аналог має спільну мету - створення біорозкладної плівки, придатної для використання як екологічна альтернатива традиційним полімерним матеріалам. У результаті обидва варіанти дають тонку, гнучку розкладну пакувальну біоплівку, яка має потенціал для використання в упаковці або інших сферах, де важлива біорозкладність.

Основними недоліком цього аналога є відсутність використання сухого компосту як сировини, що сприяє взаємодії з біозв'язуючими речовинами завдяки численним функціональним групам - гідроксильним (-ОН), карбоксильним (-COOH) та аміногрупам (-NH<sub>2</sub>), та оцтової кислоти, що знижує рН до рівня 4-5, що сприяє кращому гелеутворенню агар-агару, а також стабілізує систему за рахунок пригнічення розвитку мікроорганізмів на етапі сушіння. Розкладні пакувальні біоплівки на основі агар-агару та гліцерину іноді втрачали механічну міцність та щільність, що зменшує їхню надійність.

Таким чином, корисна модель має суттєві технічні подібності з відомим аналогом, але відрізняється від нього за складом (використанням сухого компосту й оцтової кислоти), що й формує її новизну та надає технічної переваги.

В основу корисної моделі поставлено задачу створити розкладну пакувальну біоплівку, яку виготовляють з покращеними механічними властивостями, гнучкістю та водостійкістю, яку виготовляють з доступних та екологічно чистих компонентів, які мають не такий негативний вплив на навколишнє середовище.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі виготовлення біорозкладної біоплівки на основі агар-агару та органічних відходів, що включає дії, в ході яких підготовлюють сировину, яка передбачає подрібнення сухих органічних відходів після компостування до однорідної маси та додають воду, агар-агар, гліцерин та оцтову кислоту, формують плівку шляхом змішування суміші до однорідного стану, наносять суміш на плоску поверхню з утворенням шару та сушіння шару до утворення біоплівки, згідно з корисною моделлю, як органічні відходи використовують сухий компост.

Суть корисної моделі пояснюють схематичним зображенням. На схематичному зображенні наведено схематичне зображення способу отримання розкладної пакувальної біоплівки з використанням сухого компосту.

Технічний результат вирішують шляхом поєднання агар-агару як гелеутворювача, подрібнених сухих органічних відходів як наповнювача, гліцерину як пластифікатора та оцтової кислоти як стабілізатора. Це забезпечує утворення щільної, гнучкої та блискучої розкладної пакувальної біоплівки з високою зносостійкістю та стабільністю форми.

Обґрунтування вибору інгредієнтів для виготовлення розкладної пакувальної біоплівки:

#### 1. Сухі органічні відходи (мультикомпонентна біомаса)

Подрібнені й висушені органічні відходи є основною структуроутворювальною фазою, що виконує функцію наповнювача в біокомпозиті. До складу таких відходів можуть входити частки целюлози, геміцелюлози, лігніну, білки, залишки крохмалю та жири. Ці компоненти мають природну полімерну природу, що сприяє взаємодії з біозв'язуючими речовинами завдяки численним функціональним групам - гідроксильним (-ОН), карбоксильним (-COOH) та аміногрупам (-NH<sub>2</sub>).

Функція: забезпечують об'єм, текстуру, природний колір та частково механічну міцність упаковки.

#### 2. Агар-агар (суміш агарози і агароектину)

Це природний полісахарид, отриманий з червоних водоростей. Агароза має здатність утворювати жорсткі, стабільні гелі вже при низьких концентраціях (0,5-3 %). На відміну від крохмалю, агар утворює термореверсивну гелеву сітку, стабільну до біологічного руйнування і деформації. Взаємодіє з водою та гліцерином, покриваючи частки органічного наповнювача, формуючи однорідну розкладну пакувальну біоплівку.

Функція: забезпечення структурної цілісності, підвищення пружності та водостійкості упаковки.

#### 3. Гліцерин (триатомний спирт)

Гліцерин виконує роль пластифікатора - він знижує внутрішні водневі зв'язки між полімерними

ланцюгами крохмалю, завдяки чому підвищують рухливість молекул і зменшують крихкість готового матеріалу. Його молекули мають три гідроксильні групи, які активно взаємодіють з функціональними групами крохмалю та біомаси, утворюючи гнучку, менш ламку структуру.

Функція: покращення гнучкості та еластичності розкладної пакувальної біоплівки, зменшення тріщин при висиханні.

4. Оцтова кислота (оцет, 3-5 % розчин)

Оцет відіграє роль модифікатора середовища - знижує рН до рівня 4-5, що сприяє кращому гелеутворенню агар-агару, а також стабілізує систему за рахунок пригнічення розвитку мікроорганізмів на етапі сушіння. Крім цього, кислота частково розщеплює поверхневі структури волокон, покращуючи адгезію між крохмалем, агаром і біомасою.

Функція: стабілізація гелю, покращення однорідності, зниження ризику плісняви при сушінні.

Відомості, які підтверджують можливість здійснення корисної моделі: Для виготовлення розкладної пакувальної біоплівки змішують 300 г подрібнених сухих органічних відходів, 2500 мл води, 50 г агар-агару, 85 мл гліцерину та 35 мл оцтової кислоти. Суміш нагрівають до повного розчинення агар-агару та утворення однорідного гелю. Отриману масу виливають на плоску поверхню та висушують при контрольованій температурі для запобігання утворенню тріщин. Результатом є розкладна пакувальна біоплівка темного кольору, щільна, блискуча, з високою гнучкістю та зносостійкістю.

Джерела інформації:

1. [Impact of agar-glycerol ratios on the physicochemical properties of biodegradable seaweed films: A compositional study. URL - <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813024066649>]

