

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МІКОБІОПРЕПАРАТІВ

В. В. Теслюк, доктор сільськогосподарських наук

В. В. Теслюк, студент

Національний університет біоресурсів

і природокористування України

М. С. Шведик, кандидат технічних наук

Луцький національний технічний університет

*Викладено актуальність застосування грибних полісахаридів захисті рослин від хвороб та передумови розробки біотехнології виробництва мікобіопрепарату з плодових тіл грибів (*Fomes fomentarius* (L. Fr.), Gill.). Біотехнологія включає заготівлю грибів, сушку і їх зберігання, подрібнення, екстракцію, відділення рідкої фракції, змішування компонентів.*

Грибні полісахариди, біотехнологія, грибна біомаса, мікобіопрепарат, плодове тіло, грибний екстракт, розміри.

Постановка проблеми. Сучасна концепція впровадження систем інтегрованого та біологічного (органобіологічного, органічного, екологічного, тощо) землеробства може бути забезпечена за умов застосування в технологіях вирощування сільськогосподарських культур елементів захисту рослин від хвороб мікобіопрепаратів-індукторів резистентності на основі діючих речовин хітин-глюканового і меланінового компонента. Аналіз наукових публікацій використання глюканів і хітозану (похідного хітину) свідчить про високу ефективність використання цих біополімерів у сільському господарстві. Протягом останніх десятиріч вивченню властивостей хітозану в якості біологічно активної речовини приділялося багато уваги в медицині, промисловості, парфумерії сільському господарстві тощо. В результаті вивчення властивостей біополімеру щодо можливості застосування в сільському господарстві отримано позитивні результати застосування для підвищення стійкості рослин до хвороб і інших негативних впливів [1].

Аналіз останніх досліджень. Основною сировиною для отримання хітину і продукту його переробки – хітозану – нині залишаються панцери ракоподібних (крабів, креветок, омарів, лангустів). Результатами світових наукових розробок щодо створення біотехнології виробництва індукторів стійкості рослин до негативних впливів на основі хітозану стала поява на ринку зарубіжних країн біопрепаратів-

© В. В. Теслюк, В. В. Теслюк, М. С. Шведик, 2015

індукторів стійкості рослин до негативних впливів на основі хітозану – нарцис, агрохіт, хітозар, фітохіт та ін. Маючи позитивні наслідки у створенні біопрепаратів, широке промислове використання їх стримує нестабільне забезпечення сировиною внаслідок біологічних особливостей окремих видів крабів в їх віку, високої ціни та сезону заготівлі. Для отримання хітину і його похідних учених спонукало до пошуків іншої сировини та розробки технології його виробництва.

Для отримання хітину і його похідних нами був вибраний напрямок розробки технології створення біополімерів із плодових тіл грибів. Гриби, крім хітину, містять нерозчинні в лузі глюкани, які складно відокремлювати від хітину. Звідси більш вигідно отримувати хітин-глюканові та хітозан-глюканові компоненти [2].

З грибної біомаси хітин-глюканові (ХГК) та хітозан-глюканові меланінові комплекси (ХГМК) можна виділити до 10 %; вихід їх визначається видом продуцента та умовами вирощування. Техніко-економічна ефективність цих біополімерів підтверджена позитивними показниками і останнім часом набуває широкого використання в рослинництві, де хітин, хітозан і їх похідні є еліситерами, які стимулюють імунну систему рослин до негативних впливів, підвищують їх антигрибкову, антивірусну та антибактеріальну стійкість [3]. За робочою гіпотезою, дослідження були спрямовані на вивчення методів отримання біологічно активних хітин-глюканових комплексів (ХГК) із вищих базидіальних грибів (*Fomes fomentarius* (L. Fr.), Gill.), які розповсюджені в природних умовах України досить широко.

Відсутність наукових досліджень стосовно наявності технологій виробництва грибних біополімерів з афілофоральних дереворуйнівних грибів і біопрепаратів на їх основі та біологічної ефективності застосування мікобіопрепаратів на основі грибних біополімерів і взагалі відсутність аргументованих і достатньо глибоких наукових уявлень про еліситерні властивості грибних ХГК із вищих базидіальних грибів (*Fomes fomentarius* (L. Fr.), Gill.) у боротьбі з рослинними патогенами було основою для розробки програми і методики досліджень.

Мета досліджень – розробка технологічних основ отримання на основі грибних глюканів мікобіопрепаратів із плодових тіл вищих базидіальних грибів (*Fomes fomentarius* (L. Fr.), Gill.) для захисту і стимуляції росту й розвитку рослин.

Матеріал і методика досліджень. Розробку та удосконалення технологічного процесу модельної біотехнології виробництва мікобіопрепаратів та обґрунтування нових науково-технічних рішень проводили впродовж 1999-2014 рр. Морфологічні показники тіл вищих базидіальних грибів (*Fomes fomentarius* (L. Fr.), Gill.), як сировини для виготовлення мікобіопрепаратів, визначали відповідно до розроблених технічних умов [4]. Вологість плодових тіл після збирання

та сушіння визначали за відомими методиками. Однорідність і ступінь подрібнення грибної біомаси визначали шляхом підбору калібрувальних отворів знімних решіток подрібнювача. Показники, що характеризують мікобіопрепарат, визначали за органолептичними та фізико-механічними нормативами технічних умов, що розроблено й затверджено в установленому порядку [5].

Біологічну ефективність застосування різних композицій мікобіопрепаратів вивчали на найрозповсюдженіших сільськогосподарських культурах за загальноприйнятими методиками.

Результати досліджень. Перспективною і актуальною сировиною для отримання хітин-глюканових (ХГК) та хітозан-глюканові меланінових (ХГМК) компонентів, які є основою діючої речовини мікобіопрепарату біофунгіцид мікосан є плодові тіла вищих базидіальних грибів (*Fomes fomentarius* (L. Fr.), Gill.) [6].

Технологічний процес отримання діючої речовини мікобіопрепарату складається з підготовчих і основних технологічних операцій.

1. Основні технологічні операції: механічна обробка плодових тіл дереворуйнівних грибів, хімічна обробка сировини, приготування компонентів; змішування компонентів; упаковка продукції.

2. Допоміжні операції: заготівля сировини; підготовка сировини до зберігання і її зберігання, санітарна обробка приміщень; підготовка реактивів до екстракції грибної сировини.

За розробленою схемою, біотехнологія отримання грибних полісахаридів, які є основною діючою речовиною мікобіопрепаратів є замкнутим циклом. Залишки рідини, що утворюються внаслідок використання розчинів миючих засобів, зливаються в побутову каналізацію, а використана під час санітарної обробки тканина утилізується разом з побутовими залишками на загальні звалища. Нерозчинний залишок грибної біомаси накопичується у збірнику і передається на іншу технологічну лінію, де використовується сировиною для виготовлення біологічно активної харчової добавки „Мікотон”. Одержаний в результаті екстракції грибної біомаси, лужний екстракт подається на подальше змішування з іншими компонентами та розфасовкою готового препарату у промислому тару.

Плодові тіла дереворуйнівних афілофоральних грибів (*Fomes fomentarius* (L. Fr.), Gill.) заготовляють у природних умовах відповідно до розробленого державного стандарту [4].

Технологічний процес заготівлі грибів має такі операції: пошук грибів, відокремлення від субстрату, транспортування до пункту збору, сортування за видовими ознаками, попереднє подрібнення великих за розмірами грибів, сушіння, пакування, маркування та зберігання до подальшої переробки. Пошук грибів проводиться маршрутною схемою у найбільш ймовірних місцях – старих листяних

або змішаних лісах (соснові ліси є відносно небагатими в цьому відношенні), старих лісосмугах і лісопосадках біля річок, озер; парках, склади деревини під відкритим небом тощо. Такі види грибів розповсюджені на мертвій деревині, але деякі можуть траплятися й на живих деревах.

Плодові тіла можуть рости на різній від основи дерева висоті – до 10 м і більше, тому для зняття їх застосовують промислову драбину або довгі жердини. Відокремлення від субстракту дерева великих плодових тіл розміром понад 5 см проводять за допомогою сокири, а менших – ножа. Великі плодові тіла зручніше відділяти ударами по шляпці знизу або біля основи.

Транспортування на пункт збору зібраних грибів проводять в наявній мішкотарі. По можливості доступним транспортом (трактор, підвода тощо) рекомендовано пересуватися по лісових дорогах, щоб заготівельник заповнений мішок масою 25 кг міг принести до транспорту і взяти порожню тару. Після завершення збирання плодові тіла транспортуються до пункту заготівлі або тимчасового зберігання.

Доставивши гриби, їх висипають з тари, очищують плодові тіла від залишків деревини, кори, листя, хвої і моху. Під час чищення проводять попередню візуальну оцінку якості плодових тіл і відбраковують погризені жуками чи їх личинками, а також плісняві або гнилі гриби. Відповідно до встановлених технічними умовами вимог зібраний матеріал сортують за видами.

Відразу після сортування треба проводити повітряне або термічне сушіння плодових тіл грибів. Технологічна операція сушіння є обов'язковою в технологічному процесі.

Наступною технологічною операцією модельної біотехнології виробництва мікобіопрепаратів є механічне подрібнення плодових тіл грибів (*Fomes fomentarius* (L. Fr.), Gill.). Технічне вирішення виконання даної операції найбільш оптимально забезпечує застосування дробарки виробництва дослідно-експериментального заводу нестандартного обладнання «дробарка малогабаритна ДМ. 00.00.000РЭ». Обґрунтування технічного забезпечення подрібнення зроблено шляхом пошукових досліджень якості подрібнення плодових тіл грибів (*Fomes fomentarius* (L. Fr.), Gill.) з використанням змінних решіт різного діаметру для визначення продуктивності дробарки та однорідності формування фракційного складу подрібненої грибної біомаси.

На підставі порівняльного аналізу застосування змінних решіт діаметрами 4 мм, 6 та 8 мм в процесі подрібнення плодових тіл грибів (*Fomes fomentarius* (L. Fr.), Gill.) зібраних із берези та доведених до вологості 11-15 рекомендовано використовувати змінне решето діаметром 6 мм, що було підтверджено результатами екстракції біомаси. Послідуною технологічною операцією в модельній біотехно-

логії виробництва мікобіопрепаратів є екстракція грибною біомаси для отримання лужного екстракту. Для виконання екстракції на основі аналізу технічних засобів-реакторів та попередніх досліджень запропоновано промисловий реактор, який дає змогу регулювати параметри і показники екстракції, за умов зміни балансу компонентів маси грибів і матеріалів та відповідному терміну екстракції. В основу отримання хітину і його похідних із грибів покладено технологію їх вимивання із застосуванням лугу шляхом екстракції грибною біомаси.

По закінченні екстракції рідкий лужний екстракт грибів необхідно відділити від нерозчинного залишку грибною біомаси. Для цього в технологічному процесі використовується технологічна операція фільтрування шляхом застосування спеціальних фільтрів або центрифуги. Завершальною технологічною операцією виробництва мікобіопрепарату є змішування отриманого лужного грибною екстракту з компонентами, що сприяють кращому зберіганню біологічно активних речовин та підвищенню його біологічної ефективності. Таким чином, отримано мікобіопрепарат, на основі лужного екстракту афілофоральних грибів, який доповнено додатковими компонентами та мікроелементами, що за органолептичними і фізико-механічними показниками, повинен відповідати таким характеристикам і нормам в табл. 1.

1. Органолептичні й фізико-хімічні характеристики мікобіопрепаратів.

Показник	Характеристика і норма	
	Мікобіопрепарат насінневий	Мікобіопрепарат вегетаційний
Зовнішній вигляд	Водорозчинний концентрат темно-коричневого або чорного кольору з характерним запахом аміаку, без сторонніх включень та осаду	Водорозчинний концентрат темно-коричневого або чорного кольору з характерним грибним запахом, без сторонніх включень та осаду
Об'ємна маса, г/см ³	1,1-1,2	1,0-1,05
Реакція розчину, рН	8-9	11-12
Розчинність у воді	Легко розчинний в будь-якому співвідношенні	
Сухої речовини, не < %	3	

Готовий мікобіопрепарат розфасовується у тару і передається на склад або безпосередньо виробничнику. Екстракт на основі хітину показав високу елісаторну активність. На основі його створено мікобіопрепарати двох призначень для вирощування органічної рослинницької продукції спеціальних сировинних зон – для передпосівної обробки насіння, цибулин, бульб, корінців розсади та саджанців, а також – для обробки рослин в період росту.

Висновки

1. Актуальним і перспективним напрямком захисту рослин від хвороб є стимуляція захисних механізмів рослин шляхом використання мікобіопрепаратів на основі хітин-глюканових комплексів грибного походження.

2. Основною сировиною виробництва мікобіопрепаратів запропонована та досліджені плодові тіла афілофоральних грибів природного походження (*Fomes fomentarius* (L. Fr.), Gill.), які ростуть на березі, тополі та вільсі.

3. Досліджений і розроблений біотехнологічний процес виробництва мікобіопрепарату із плодових тіл грибів є новим науковим рішенням в галузі створення препаратів захисту рослин і є конкурентоспроможним та комерційно привабливим.

Список літератури

1. Мельничук М. Д. Технологические основы создания модельной биотехнологии микобиопрепаратов органического земледелия / М. Д. Мельничук, В. А. Дубровин, В. В. Теслюк, Е. Красовски // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agricultural. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. – Lublin-Rzeszow: 2013. – Vol. 15, № 3. – P. 13–19.
2. Феофилова Е. П. Перспективные источники получения хитина из природных объектов / Е. П. Феофилова, В. М. Терешина // Новые перспективы в исследовании хитина и хитозана. – М., 1999. – С. 76–78.
3. Патент 29953 Україна, МПК А01N 63/00, А01N 65/00, А01Р 1/00, А01Р 3/00. Спосіб підвищення стійкості рослин до хвороб / Горовой Л. Ф., Кошевський І. І., Редько В. В., Теслюк В. В. Заявник і власник Горовой Л. Ф., Кошевський І. І., Редько В. В., Теслюк В. В. ; заявлено 27.02.2007; опубліковано 11.02.2008.
4. Гриби. Трутовик справжній. Технічні умови. СОУ 01.12-37-554:2007. [Чинний від 2007-10-01]. – К.: Мінагрополітики, 2007. – 14 с. – (Національні стандарти України).
5. Мельничук М. Д. Технологические основы получения и применения грибных полисахаридов в органическом земледелии / [М. Мельничук, В. Дубровин, Г. Голуб, В. Теслюк, В. Барановский // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agricultural. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. – Lublin-Rzeszow: 2013. – Vol. 15, № 4. – P. 8–14.

*Изложены актуальность применения грибных полисахаридов в защите растений от болезней и предпосылки разработки биотехнологии производства микобиопрепарата из плодовых тел грибов (*Fomes fomentarius* (L. Fr.), Gill.). Биотехнология включает заготовку грибов, сушку и их хранение, измельчение, экстракцию, отделение жидкой фракции, смешивание компонентов.*

Грибные полисахариды, биотехнология, грибная биомасса, микобиопрепарат, плодовое тело, грибной экстракт, размеры.

*Set out the relevance of the use of mushroom polysaccharides in plant protection from diseases and conditions develop biotechnology mikobiopreparat production of fruiting bodies of fungi (*Fomes fomentarius* (L. Fr.), Gill.). Biotechnology includes a mushroom harvesting, drying and storage, crushing, extraction, separation of the liquid fraction, the mixing of the components.*

Mushroom polysaccharides, biotechnology, fungal biomass, mikobiopreparat, fruiting body, mushroom extract size.

УДК 621.791.927

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОВИТРАТ ІНДУКЦІЙНОГО НАПЛАВЛЕННЯ

***Ч. В. Пулька, В. М. Барановський, доктори технічних наук
В. Я. Гаврилюк, В. С. Сенчишин, інженери
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя***

У статті описано метод індукційного наплавлення тонких фасонних дисків з використанням кільцевих індукторів шляхом застосування теплових і електромагнітних екранів. Розроблено математичну модель, яка характеризує витрати енергії під час індукційного наплавлення тонких сталевих дисків.

Індукційне наплавлення, сталевий диск, електромагнітний екран, теплове поле, енергія, математична модель.

Постановка проблеми. Широке застосування в сільськогосподарській техніці знайшли робочі органи, які виконано у вигляді дисків лущильників, ножів гичкорізів, дисків для зрізування соняшнику тощо. Для підвищення зносостійкості та самозагострювання під час експлуатації робочі поверхні відновлюють різними методами наплавлення. Найчастіше для відновлення деталей, виконаних у вигляді тонких дисків використовують індукційне наплавлення порошкоподібними твердими сплавами.

Аналіз останніх досліджень. У працях [1, 2] розкрито сутність способу індукційного наплавлення тонких фасонних дисків з використанням кільцевих індукторів спеціальної конструкції. При цьому наплавлення проходить одночасно по всій зоні зміцнення з використанням теплових і електромагнітних екранів, але без обертання

© Ч. В. Пулька, В. М. Барановський, В. Я. Гаврилюк, В. С. Сенчишин, 2015