

Захист і карантин рослин. 2020. Вип. 66.

УДК 635.8:658.567:631.427.1

DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.94-110>

¹Т.В. ІВАНОВА, кандидат сільськогосподарських наук

¹К.А. ПІДМАРКОВА, студент

¹М.В. ПАТИКА, доктор сільськогосподарських наук

²С.Ю. ГРУЗІНСЬКИЙ, здобувач

²Я.В. ЧАБАНЮК, доктор сільськогосподарських наук

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

²ТОВ «Біонорма», бульв. Івана Лепсе, буд. 4, корп. 45,

Київ, 03067, Україна

e-mail: podmarkova48@ukr.net, tivanova1@ukr.net, npatyka@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ МІКРОБНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН ПЕЧЕРИЧНИХ СУБСТРАТІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОДЕСТРУКТОРІВ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ ЯК ОРГАНІЧНОГО ДОБРИВА РОСЛИН

Мета. Визначення біологічного ефекту мікробної трансформації органічних речовин печеричних субстратів за використання біодеструкторів. **Методи.** Біотехнологічні, біохімічні, мікробіологічні, статистичні, світлова мікроскопія. **Предмет дослідження** — використаний відпрацьований субстрат після вирощування печериць. Для трансформації органічних речовин печеричних субстратів використано біодеструктор Екстракон та Біонорма Деструктор. В якості тест-об'єкта використана пшениця м'яка озима сорту Смулянка. **Результати.** Проведено наукові дослідження та узагальнено літературні дані щодо вивчення відпрацьованих грибних субстратів та їх застосування в якості органічного добрива. Проведено моніторинг можливостей застосування субстратів після вирощування печериць. Вивчили вплив вітчизняних біопрепаратів Екстракон та Біонорма Деструктор на відпрацьовані печеричні субстрати. Встановили користь застосування Екстракону та Біонорма Деструктора на відпрацьовані печеричні субстрати за вирощування сільськогосподарських рослин на прикладі пшениці озимої. Результати досліджень показали, що при використанні витяжки з відпрацьованого печеричного субстрату довжина стебла модельного об'єкта збільшується на 43,15%, а довжина коріння — на 1,17% у порівнянні з контрольним

варіантом. За використання витяжки з ферментованого Екстраконом відпрацьованого печеричного субстрату показано збільшення довжини стебла модельного об'єкта на 25,12%; у порівнянні з контролем довжина більша на 79,11%. Довжина коріння більша на 35,66% у порівнянні з використанням витяжки з неферментованого відпрацьованого печеричного субстрату; в порівнянні з контролем — більша на 37,24%. За використання Біонорма Деструктора спостерігається пригнічення росту модельного об'єкта. **Висновки.** В умовах застосування Екстракону з відпрацьованим печеричним субстратом у рослин збільшується коренева система і за рахунок цього збільшується площа живлення. Препарат Екстракон призначений для внесення в ґрунт, за його використання активізується корисна мікрофлора ґрунту, що трансформує компоненти відпрацьованого печеричного субстрату, які потім поглинаються кореневою системою та позитивно впливають на живлення і розвиток рослин. Це дозволяє використовувати відпрацьований печеричний субстрат у якості поживної ґрунтової суміші (органічного добрива).

мікробна трансформація; органічні речовини печеричних субстратів; біодобриво

Безвідходне виробництво є новітнім підходом до утилізації органічної сировини і рослинних решток. Вирішення проблеми утилізації відпрацьованого грибного субстрату шляхом його біоконверсії буде сприяти поліпшенню екологічного стану довкілля та отриманню значної кількості органічного добрива для рослин, яке за внесення у ґрунт дає змогу покращувати урожайність сільськогосподарських культур і відновлювати та підтримувати на високому рівні родючість ґрунту.

Процес біоконверсії полягає у трансформації одних органічних сполук біологічної сировини на інші за допомогою ферментних систем рослинного, мікробного і тваринного походження. Основне завдання біоконверсії субстратів грибних виробництв — це перетворити відпрацьований субстрат у якісне органічне добриво. Процес біоконверсії базується на природних процесах, який не потребує значних економічних та енергетичних затрат, і на відміну від спалювання відпрацьованих грибних субстратів, не забруднює навколишнє середовище, а дозволяє отримати корисний, цінний продукт у вигляді добрива для рослин [1—3].

Будь-який відпрацьований грибний субстрат містить в собі велику кількість компонентів, які є досить важливими для гарного росту і розвитку, високого імунітету і якісного плодоношення рослин. Курячий послід, гній, рештки рослинного матеріалу — все це містить азот, вуглець, поживні речовини, а також велику кількість мінералів, мікроорганізмів і бактерій. Під час біоконверсії відпрацьованих гриб-

них субстратів, під дією ферментних систем рослинного, тваринного і мікробного походження, усі поживні компоненти здатні переходити у більш доступну форму для засвоєння рослинами та засвоюватися швидше, а більш крупні рештки органіки, такі як солома, здатні змінювати структуру ґрунту, забезпечуючи у піщаному ґрунті краще затримування води, а у глинистому — осушування.

За додавання відпрацьованих грибних субстратів у ґрунт, багато мікроорганізмів, що знаходяться в компості, здатні поліпшувати хімічні і фізичні властивості ґрунту, в той час як постійне використання хімічних добрив лише виснажує землю і природні організми, які населяють її. Корисні бактерії, різні мікроорганізми та хробаки гинуть або починають шукати кращі джерела живлення [4, 5].

Мета досліджень — визначення біологічного ефекту мікробної трансформації органічних речовин печеричних субстратів за використання біодеструкторів.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводили на кафедрі екобіотехнології та біорізноманіття Національного університету біоресурсів і природокористування України. Об'єкт дослідження — відпрацьований печеричний субстрат. Для трансформації субстрату застосовували поліфункціональний біологічний препарат Екстракон, агентами якого є природний консорціум ґрунтових целюлозоруйнівних бактерій і мікроміцетів (*Sporocytophaga mixococcoides*, *Sorangium cellulosum*, *Cellvibrio mixtus*, *Trichoderma viridae* spp.) та гетеротрофні представники *Pseudomonas* spp. та *Bacillus* spp. Також використали біопрепарат вітчизняного виробництва Біонорма Деструктор. У вигляді гомогенної сухої форми Екстракон вносили у попередньо зволожений відпрацьований (100 г) печеричний субстрат (вологість до 60–70%) у відношенні 10 : 1, та 50 мл 0,1% розчину Біонорма Деструктор. Добре перемішували та залишали у термостаті на 7–10 діб. У цей час за рахунок активізації біоагентів препарату відбувається трансформація рослинних рештків без гнилісних процесів [6]. У якості модельного об'єкта у дослідженнях використали пшеницю м'яку озиму Смуглянка, сорт внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, у 2020 р.

Водні витяжки з відпрацьованого печеричного субстрату (ВПС) готували за класичною методикою, як це робиться з ґрунту. Для їх одержання субстрат заливали водою, протягом 10 хв суспензію добре перемішували, залишали для відстоювання. Отриману витяжку з відпрацьованого печеричного субстрату фільтрували [7].

Зерно пшениці озимої стерилізували розчином KMnO_4 . Простерилізоване зерно пшениці розміщували на фільтрувальний папір, використовуючи модифікований метод рулонів (чашки Петрі по 5–6 рулонів у трьох повтореннях). Попередньо отримані витяжки із суб-

стратів вносили у чашки Петрі з насінням по 10 мл у кожен. У якості контролю обрано зерно із дистильованою водою. Через 16 діб після внесення зерна пшениці озимої на середовища водних витяжок з відпрацьованого печеричного субстрату провели облік біометричних параметрів [8].

Для визначення фізіологічних показників росту і розвитку рослин (індукції флуоресценції хлорофілу) використано вітчизняний прилад «Флоратест» [9].

Для дослідження впливу біопрепарату Екстракон на відпрацьовані печеричні субстрати визначали фітотоксичність щодо пшениці озимої у трьох варіантах: 1 варіант — контроль (дистильована вода); 2 варіант — витяжка з відпрацьованого неферментованого печеричного субстрату; 3 варіант — витяжка з відпрацьованого печеричного субстрату інокульованого Екстраконом (експозиція інокуляції протягом тижня). Експеримент виконували у трьох повторностях. Дослідження проводили в умовах світлової установки — 1300 Lux / 1 м², за напрямком світлового потоку — прямий, за ступенем захисту від довкілля водо- і пило непроникні, температура +25—28°. Через 14 діб після внесення зерна пшениці озимої на середовища водних витяжок з відпрацьованого печеричного субстрату здійснили облік ростових параметрів для порівняння.

Метод внесення препаратів для деструкції сільськогосподарських рештків. Після повного циклу росту та збору плодів грибів залишається відпрацьований грибний субстрат. Для трансформації рослинних решток, що містяться у субстраті, в біогумус, а також активізації функції корисної мікрофлори застосовують препарати-деструктори або поліфункціональні біопрепарати [10—12].

Для статистичної обробки отриманих даних використовували програмне забезпечення Microsoft Office Excel.

Результати та обговорення. Показниками високих морфологічних потенційних можливостей, від яких залежить продуктивність сільськогосподарських культур, є розміри органів фотосинтезу, стан кореневої системи.

Першим етапом для приготування водних витяжок із субстратів було внесення у відпрацьований печеричний субстрат у першому варіанті препарату Екстракон, у другому варіанті — препарату Біонорма Деструктор.

Варіант 1. До 100 г відпрацьованого печеричного субстрату додали 10 г препарату Екстракон та 50 мл води і помістили в термостат (рис. 1).

Варіант 2. До 100 г відпрацьованого печеричного субстрату додали 50 мл 0,1% розчину Біонорма Деструктор і помістили в термостат (рис. 1). Водночас окремо в термостат помістили 100 г зволоженого відпрацьованого печеричного субстрату.

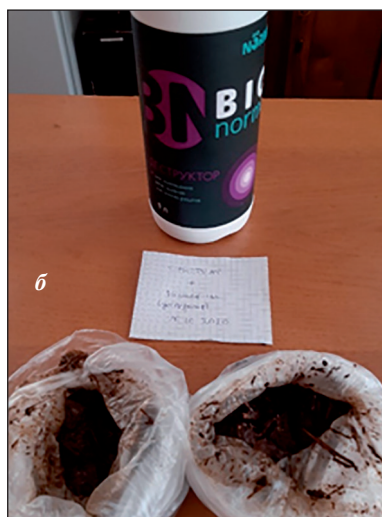


Рис. 1. Відпрацьований печеричний субстрат на 10-ту добу ферментації:
а — з Екстраконом; б — з Біонорма Деструктором

Застосування біопрепарату Екстракон у печеричних субстратах продемонструвало позитивний вплив на біометричні показники рослин пшениці.

Через 10 діб з одержаних субстратів, за методикою описаною вище, приготували водні витяжки: з неферментованого печеричного субстрату; з ферментованого Екстраконом печеричного субстрату; з ферментованого Біонорма Деструктором печеричного субстрату (рис. 2).

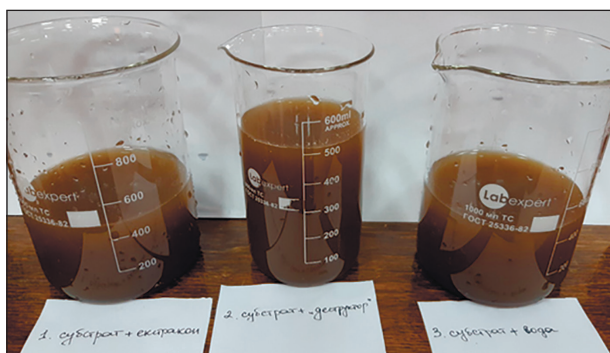


Рис. 2. Водні екстракти печеричного субстрату:
1 — ферментованого Екстраконом; 2 — ферментованого Біонорма Деструктором; 3 — неферментованого

Визначення ефективності застосування біопрепарату за вирощування пшениці озимої

Наступним етапом дослідження було перенесення стерильних зернівок пшениці озимої на середовища водних витяжок з ВПС та контрольний варіант. Кожен варіант досліду проводили у чотирьох повторностях (рис. 3).

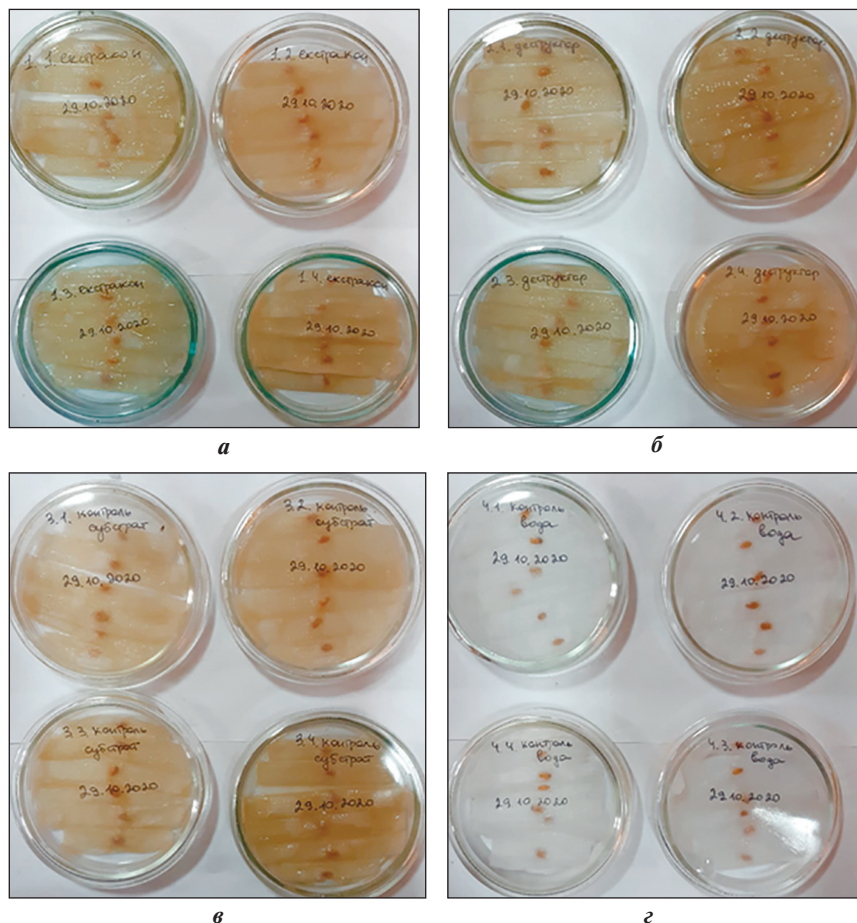


Рис. 3. Використання екстрактів печеричного субстрату як біодобрива для рослин:

- а** — 5% екстракт ферментованого Екстраконом ВПС;
- б** — 5% екстракт ферментованого Біонорма Деструктором ВПС;
- в** — 5% екстракт неферментованого ВПС;
- г** — контрольний зразок (1 доба культивування)

Облік ростових параметрів модельного об'єкта

Щоб забезпечити стабільно високий ріст і розвиток модельних рослин, необхідно забезпечити збалансоване їх живлення впродовж періоду потреби у поживних речовинах. На 14-ту добу культивування на зерні пшениці озимої на середовищах з водними витяжками (рис. 4, 5) виконали облік ростових параметрів.

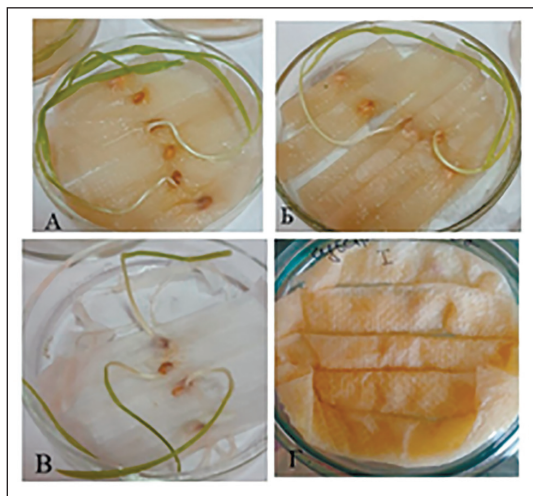


Рис. 4. Проростки зерна пшениці:

А — 5% екстракт неферментованого субстрату; Б — 5% екстракт відпрацьованого ферментованого Екстраконом ВПС; В — контрольний зразок; Г — ферментований 5% екстракт відпрацьованого ферментованого Біонорм Деструктором субстрату (відсутній колеоптиль)

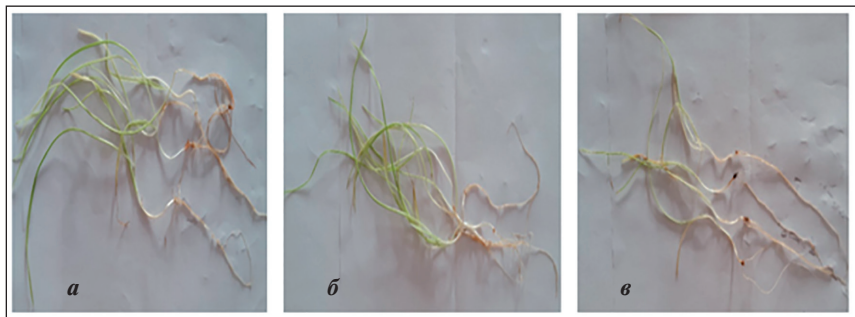


Рис. 5. Проростки зерна пшениці:

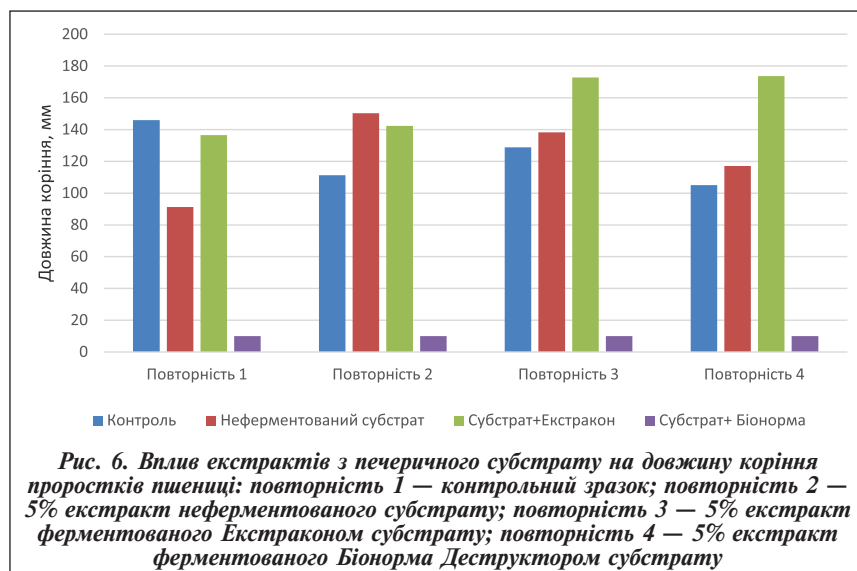
а — 5% екстракт відпрацьованого неферментованого ВПС, б — 5% екстракт відпрацьованого ферментованого Екстраконом ВПС; в — контрольний зразок

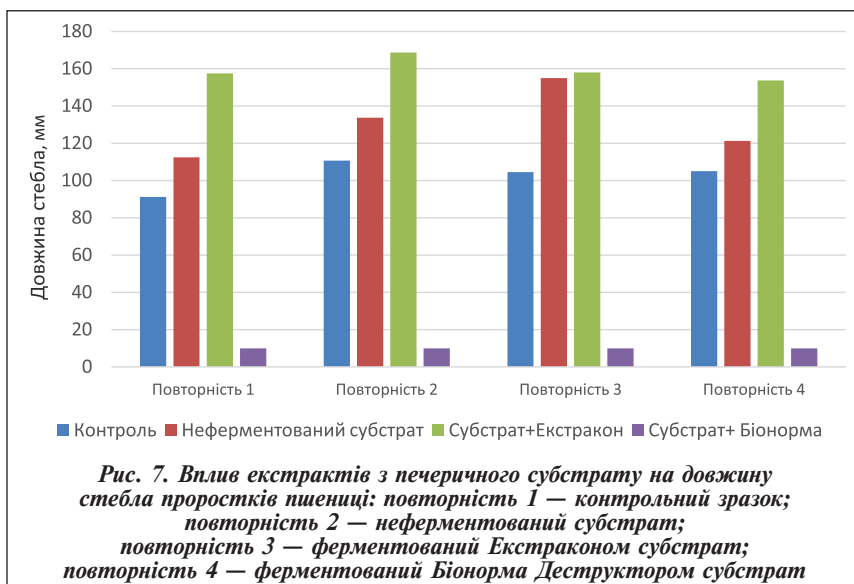
Дані обліку у варіанті з витяжкою ферментованого Біонорма Деструктором печеричного субстрату показали відсутність проростання колеоптилю.

Результати вимірювань у графічному форматі наведено на рисунках 6, 7.

Виходячи з результатів вимірювання довжини коріння проростків пшениці, зазначених на рис. 6, можна зробити висновок, що за використання витяжки з відпрацьованого печеричного субстрату довжина коріння на 1,17% більша в порівнянні з контролем, найбільше значення довжини коріння спостерігається у другій повторності і становить 150 мм. За використання витяжки з ферментованого Екстраконом відпрацьованого печеричного субстрату довжина коріння, порівняно з контролем, більша на 37,24%, а у порівнянні з неферментованою витяжкою з відпрацьованого печеричного субстрату — більша на 35,66%. Найбільше значення довжини коріння спостерігається у третій повторності і становить 173 мм. За рахунок збільшення кореневої системи збільшується площа живлення рослин. Це відбувається через те, що препарат Екстракон розрахований для внесення в ґрунт і за його використання активізується корисна мікрофлора ґрунту, що трансформує компоненти відпрацьованого печеричного субстрату, які потім поглинаються кореневою системою та позитивно впливають на живлення і розвиток рослин.

Згідно з даними, зазначеними на рисунку 7, за використання ви-





тяжки з відпрацьованого печеричного субстрату довжина стебла модельного об'єкта більша на 33,15% у порівнянні з контролем, при цьому найбільше значення довжини стебла спостерігається у третій повторності і становить 155 мм. При використанні витяжки з ферментованого Екстраконом відпрацьованого печеричного субстрату довжина стебла модельного об'єкта більша за контроль на 79,11%, у порівнянні з неферментованою витяжкою з відпрацьованого печеричного субстрату — більша на 25,12%, найбільше значення довжини стебла спостерігається у другій повторності — 169 мм. Комплексна робота і вплив корисних бактерій та мікроміцетів дозволяють прискорити процеси росту різних органів рослини.

Розрахунок біологічної ефективності мікробної трансформації органічних речовин печеричних субстратів. Для дослідження біологічної ефективності мікробної трансформації використано мікроскоп Nikon ECLIPSE E200, об'єктив Nikon CFI E Plan 10 × 0.25. Результати досліджень зображені на рисунках 8—10.

З одержаних результатів мікроскопіювання можна спостерігати, що при використанні витяжки з ферментованого Екстраконом печеричного субстрату кореневі волоски довші за розміром та мають більш щільний ріст порівняно із результатами, отриманими при використанні витяжки з неферментованого печеричного субстрату. Кореневі волоски в контрольному зразку за використання дистильованої води

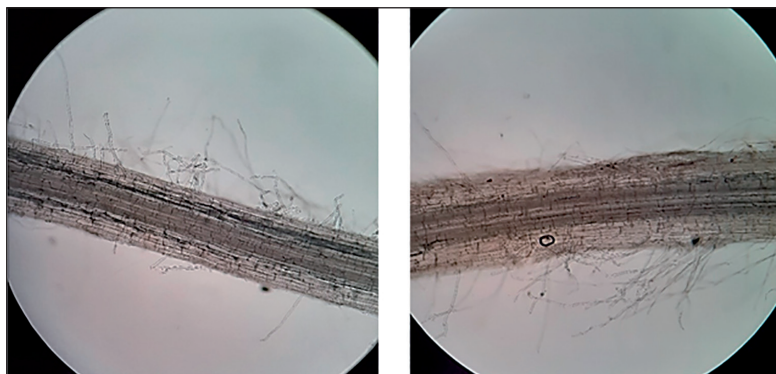


Рис. 8. Всмоктувальна зона кореневої системи проростків пшениці:
повторність 1 — контрольний зразок під мікроскопом (збільшення $10 \times 0,25$)

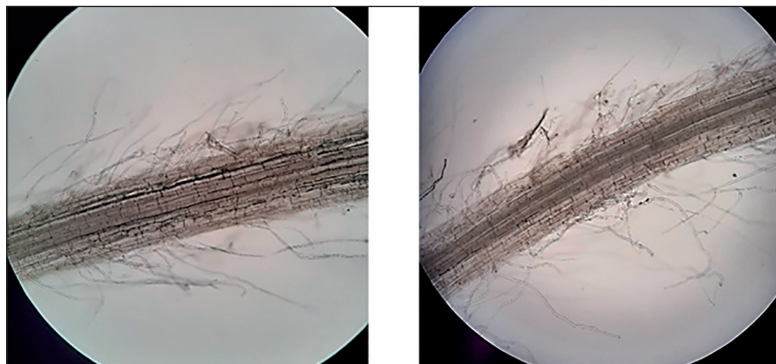


Рис. 9. Всмоктувальна зона кореневої системи проростків пшениці:
повторність 2 — витяжка з неферментованого печеричного субстрату
(під мікроскопом, збільшення $10 \times 0,25$)

досить короткі та їх значно менша кількість. Це відбувається через те, що препарат Екстракон призначений для внесення в субстрат (грунт) і за його використання активізується корисна мікрофлора субстрату (грунту), що трансформує компоненти ВПС та дозволяє використовувати ВПС у якості поживної ґрунтової суміші (органічного добрива).

Фоновий рівень флуоресценції показав реальний фізіологічний та функціональний стан рослин. За фізіологічними ростовими показниками рослин пшениці, одержаними після вимірювання індукції флуоресценції хлорофілу, побудовано криву індукції флуоресценції хлорофілу Каутського (рис. 11), яка показує залежність інтенсивності флуоресценції та інших фізіологічних процесів рослин у варіантах досліджу.

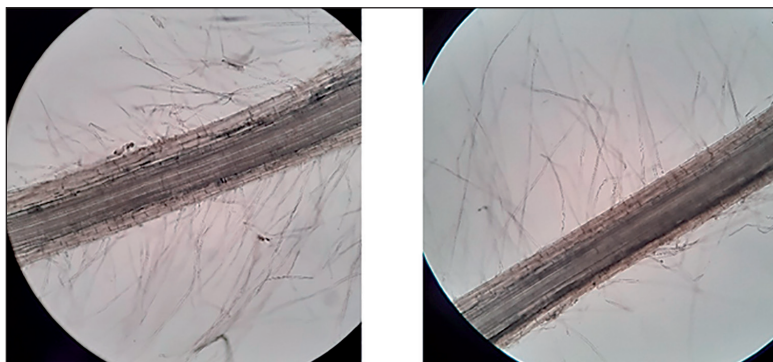
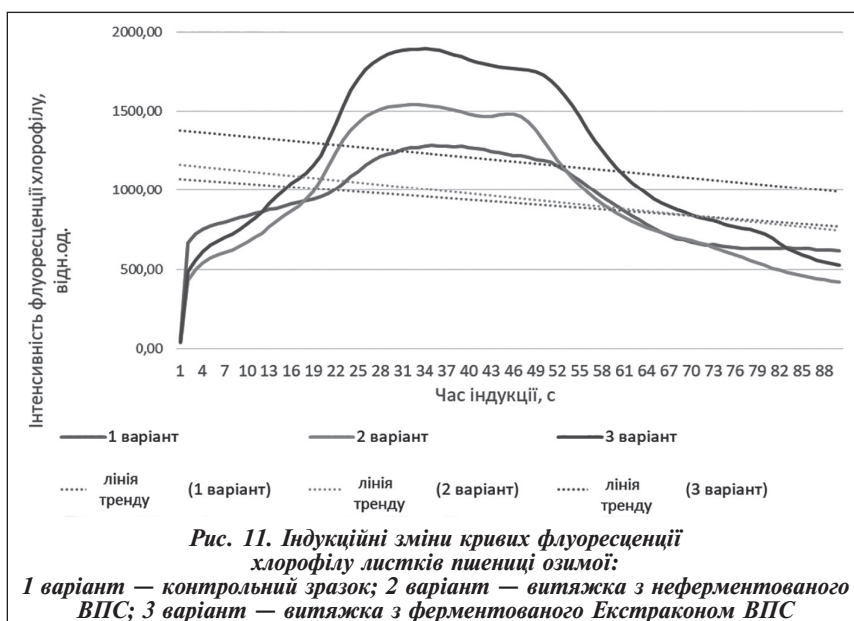


Рис. 10. Всмоктувальна зона кореневої системи проростків пшениці: повторність 3 — витяжка з ферментованого Екстраконом печеричного субстрату (під мікроскопом, збільшення $10 \times 0,25$)



З даного графіку можна зробити висновок, що найбільшу життєздатність мали проростки, вирощені на середовищі з ферментованим «Екстраконом-Універсал» грибним компостом. Форма цієї кривої часової залежності інтенсивності флуоресценції хлорофілу досить чутлива до змін, які відбуваються у фотосинтетичному апараті рос-

лин за адаптації до різних умов середовища (субстрату), що слугувало основою широкого використання ефекту Каутського в дослідженнях фотосинтезу. Показано, що максимальний вміст хлорофілу та інтенсивність фотосинтезу спостерігається у варіанті пшениці озимої, що росла на середовищі екстракту ферментованого Екстраконом грибного субстрату.

ВИСНОВКИ

Проведено наукові дослідження та розглянуто літературні дані щодо вивчення відпрацьованих грибних субстратів та їх застосування в якості органічного добрива. Виконано моніторинг можливостей застосування субстратів після вирощування печериць. Досліджено ефективність застосування біопрепарату Екстракон та Біонорма Деструктора на відпрацьовані печеричні субстрати за вирощування сільськогосподарських рослин на прикладі пшениці озимої. Визначено біологічний ефект мікробної трансформації органічних речовин печеричних субстратів за використання препаратів Екстракон та Біонорма Деструктор.

Результати досліджень показали, що за використання витяжки з відпрацьованого печеричного субстрату довжина стебла модельного об'єкта більша на 43,15%, а довжина коріння — на 1,17% більша у порівнянні з контролем. За використання витяжки з ферментованого Екстраконом відпрацьованого печеричного субстрату довжина стебла модельного об'єкта більша на 25,12%, у порівнянні з неферментованим печеричним субстратом, і контролем — на 79,11%. Довжина коріння більша на 35,66% у порівнянні з використанням витяжки з неферментованого відпрацьованого печеричного субстрату, у порівнянні з контролем більша на 37,24%. За використання Біонорма Деструктора спостерігається пригнічення росту модельного об'єкта. Як видно з результатів, застосування Екстракону з відпрацьованим печеричним субстратом сприяє збільшенню кореневої системи і, відповідно, площі живлення. Це відбувається за рахунок того, що біопрепарат Екстракон розрахований для внесення у ґрунт і за його використання активізується корисна мікрофлора ґрунту, що трансформує компоненти відпрацьованого печеричного субстрату. Це дозволяє використовувати відпрацьований печеричний субстрат у якості поживної ґрунтової суміші — органічного добрива.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Li T., Zhang C., Yang K.-L., He J. Unique genetic cassettes in a *Thermoanaerobacterium* contribute to simultaneous conversion of cellulose and monosugars into butanol. *Sci. Adv.* 4.: 2018. P. 89.
2. Rinker D. L. Handling and using «spent» mushroom substrate around the

world. Proceedings of the Fourth Intern. Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products.: 2002, P. 43—60.

3. Цизь О.М., Іванова Т.В., Пати́ка М.В. Активізація трофічних зв'язків у системі «субстрат — рослина» за дії біопрепаратів при оздоровленні агроценозів. *Таврійський науковий вісник*. № 112, 2020. С. 221—227. DOI: org/10.32851/2226-0099.2020.112.3

4. Sanguinetti M. Edible Mushrooms: Improving Human Health and Promoting Quality Life. *International Journal of Microbiology*. 2015; 376387. DOI: 10.1155/2015/376387

5. Іванова Т.В., Підмаркова К.А., Пати́ка М.В. Біоконверсія органічних речовин печеричних субстратів у біогумус за допомогою біопрепарату Екстракон. *Вісник агарної науки*. № 12, 2019. С. 30—34. DOI:org/10.31073/agrovisnyk201912-04

6. Pereira I.V., Ivanova T.V. Stimulation of growth of species of the fungus of the genus *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm. at a glucose nutrition. *Biotechnologia Acta*. 2017. 10(6). С. 45—52. DOI:org/10.15407/biotech10.06.045

7. Пат. № 134560 Україна, МПК (2019. 01) Спосіб трансформації органічних речовин печеричних субстратів в біогумус. Т.В. Іванова, М.В. Пати́ка, К.О. Підмаркова ; заявник і патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. № 134560 ; заявл. 21.12.18 ; опубл. 27.05.2019. 9 с.

8. Круглов Ю.В., Бердников А.М. та ін. Роль *Linum usitatissimum* L. у формуванні мікробних угруповань підзолистих ґрунтів. *Мікробіологічний журнал*. 2008. 70 (1). С. 59—70.

9. Орлова О.В., Воробйова Н.І., Свиридова О.В. та ін. Склад та функціонування мікробних угруповань при розкладанні соломи злаків у дерново-підзолистому ґрунті. *Сільськогосподарська біологія*. 2015. 50 (3). С. 305—314.

10. Брайон О.В. Інструментальне вивчення фотосинтетичного апарату за допомогою індукції флуоресценції хлорофілу: Методичні вказівки для студентів біологічного факультету. Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2000. 15 с.

11. Іванова Т.В., Пати́ка М.В. Аеробна конверсія непридатних субстратів гриба шийтаке (*Lentinula Edodes*) за впливу препарату Екстракон. *Продовольча індустрія АПК*. № 5—6, 2019. С. 20—25.

12. Пати́ка М.В., Іванова Т.В. Модуляція органічних сполук відпрацьованих субстратів гливи звичайної у біогумус при застосуванні біопрепарату Екстракон. *Таврійський науковий вісник*. № 110, 2019. С. 221—227. http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/110_2019/part_1/30.pdf

13. Іванова Т.В. Передумови дії змішаних інфекцій базидієвих грибів у закритих агробіоценозах. *Карантин і захист рослин*. № 7—9, 2020. С. 26—28. DOI:org/10.36495/2312-0614.2020.7-9.26-28

¹Иванова Т.В., ¹Подмаркова К.А., ²Патыка М.В.,

¹Грузинский С.Ю., ²Чабанюк Я.В.

¹Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев Оборона, 15, г. Киев, 03041, Украина,

²ООО «БИОНОРМА», бульв. Ивана Лепсе, д. 4, корп. 45,

Киев, 03067, Украина,

e-mail: podmarkova48@ukr.net, tivanova1@ukr.net, npratyka@gmail.com

Определение биологической эффективности микробной трансформации органических веществ шампиньонных субстратов при использовании биодеструкторов и их значение как органического удобрения растений

Цель. Определение биологического эффекта микробной трансформации органических веществ шампиньонных субстратов при использовании биодеструкторов. **Методы.** Биотехнологические, биохимические, микробиологические, статистические, световая микроскопия. **Предметом исследования** был использован отработанный субстрат после выращивания шампиньонов. Для трансформации органических веществ шампиньонных субстратов были использованы биодеструктор Экстракон и Бионорма Деструктор. В качестве тест-объекта использовали пшеницу мягкую озимую сорта Смуглянка. **Результаты.** Проведены научные исследования и обобщены литературные данные по изучению отработанных грибных субстратов и их применению в качестве органического удобрения. Проведен мониторинг возможностей применения субстратов после выращивания шампиньонов. Исследовали влияние отечественных биопрепаратов Экстракон и Бионорма Деструктор на отработанные шампиньонные субстраты. Установили пользу применения микроудобрения Экстракон и Бионорма Деструктор на отработанных шампиньонных субстратах при выращивании сельскохозяйственных растений на примере пшеницы озимой. **Результаты исследований** показали, что при использовании вытяжки из отработанного шампиньонного субстрата длина стебля модельного объекта больше на 43,15%, а длина корней — на 1,17% по сравнению с контрольным образцом. При использовании вытяжки из ферментированного Экстраконом отработанного шампиньонного субстрата длина стебля модельного объекта больше на 25,12%, в сравнении с контролем больше на 79,11%. Длина корней больше на 35,66% по сравнению с использованием вытяжки из неферментированного отработанного шампиньонного субстрата, по сравнению с контролем больше на 37,24%. При использовании Бионорма Деструкторов наблюдается угнетение роста модельного объекта. **Выводы.** Применение Экстракона с отработанным шампиньонным субстратом способствует увеличению у растений корневой системы и, соответственно, площади питания. Это происходит из-за того, что препарат Экстракон при внесении в почву способствует активизации полезной микрофлоры почвы, трансформа-

ции компонентов отработанного шампиньонного субстрата, которые затем поглощаются растениями и положительно влияют на питание корневой системы.

микробная трансформация; органические вещества шампиньонных субстратов; биоудобрение

¹Ivanova T., ¹Podmarkova K., ²Patyka M.,

¹Gruzinsky S., ²Chabanyuk I.

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroyiv Oborony, str., Kyiv, 03041, Ukraine,

²Limited Liability Company «Bionorma», 4, Ivana Lepse Boulevard, building, p. 45, Kyiv, 03067, Ukraine,

e-mail: npatyka@gmail.com, tivanova1@ukr.net, podmarkova48@ukr.net

Determination of the biological efficiency of microbial transformation of organic substances of champignon substrates using biodestructors and their importance as organic fertilizer of plants

Goal. *Determination of the biological effect of microbial transformation of organic substances of mushroom substrates for the use of biodestructors.*

Methods. *The subject of the study was the used waste substrate after growing mushrooms. The biodestructors Extrakon and Bionorma Destructor were used for the transformation of organic substances of champignon substrates. Winter wheat ‘Smuglyanka’ variety was used as a test object. Research methods: biotechnological, biochemical, microbiological, statistical, light microscopy.*

Results. *Scientific research was carried out and the literature data on the study of waste mushroom substrates and their use as an organic fertilizer were summarized. The monitoring of the possibilities was carried out using substrates after mushroom cultivation. The influence of domestic Extrakon and the Bionorma Destructor on spent mushroom substrates was studied. Established the benefits of using microfertilizer Extrakon and Bionorma Destructor on spent champignon substrates when growing agricultural plants using the example of winter wheat. The research results showed that when using an extract from a spent mushroom substrate, the stem length of the model increases 43.15% longer, and the root length is 1.17% longer, compared to distilled water. When we used an extract from a spent mushroom substrate fermented by Extrakon, the stem length of the model object is 25.12% longer, in comparison with the control, it is 79.11% longer. The length of the roots is 35.66% more compared with the use of an extract from an unfermented spent mushroom substrate, compared with the control — 37.24% more. When Destructor Bionorma was used, the growth of the model object is inhibited. **Conclusions.** Preparation Extrakon with a spent mushroom substrate in plants, the root system increases due to this, and the feeding area increases. This is due to the fact that the*

preparation Extrakon is designed for introduction into the soil and for its use the beneficial microflora of the soil is activated, transforms the components of the spent liver substrate, which are then absorbed by the plants and positively affect the nutrition of the root system.

microbial transformation; organic matter of mushroom substrates; biofertilizer

REFERENCES

1. Li T., Zhang C., Yang K.-L., He J. (2018). Unique genetic cassettes in a Thermoanaerobacterium contribute to simultaneous conversion of cellulose and monosugars into butanol. *Science Advances*. 4. P. 1—12. DOI:10.1126/sciadv.1701475
2. Rinker D. L. (2002). Handling and using «spent» mushroom substrate around the world. Proceedings of the Fourth International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products, P. 43—60.
3. Tsyž' O.M., Ivanova T.V., Patyka M.V. (2020). Aktyvizatsiya trofichnykh zv'yazkiv u systemy «substrat-roslyna» za diyi biopreparativ pry ozdorovlenni ahrotsenoziv. [Activation of trophic connections in the system «substrate — plant» under the action of biologicals in the recovery of agrocenoses]. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk*. № 112, S. 221—227. DOI:org/10.32851 (in Ukrainian).
4. Sanguinetti M. (2015). Edible Mushrooms: Improving Human Health and Promoting Quality Life. *International Journal of Microbiology*. 376387. DOI:10.1155/2015/376387.
5. Ivanova T.V., Pidmarkova K.A., Patyka M.V. (2019). Biokonversiya orhanichnykh rehovyn pecherynykh substrativ u biohumusi za dopomohoyu biopreparatu Ekstrakon. [Bioconversion of organic substances of cave substrates into biohumus with the help of biological product Extracon]. *Visnyk aharnoyi nauky*. № 12. P. 30—34. DOI:org/10.31073 (in Ukrainian).
6. Pereima I.V., Ivanova T.V. (2017). Stimulation of growth of species of the fungus of the genus *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm. at a glucose nutrition. *Biotechnologia Acta*. 10(6). P. 45—52. DOI:org/10.15407/biotech10.06.045
7. Ivanova T.V., Patyka M.V., Pidmarkova K.A. Patent 134560 Ukrayina, MPK (2019.01) Sposib transformatsiyi orhanichnykh rehovyn pecherynykh substrativ u biohumusi. [Method of transformation of organic substances of cave substrates into biohumus]; zayavnyk i patentovlasnyk Natsional'nyy universytet bioresursiv ta pryrodokorystuvannya Ukrayiny. № 134560 ; zayavl. 21.12.18 ; opubl. 27.05.2019. 9 p. (in Ukrainian).
8. Kruhlov YU.V., Berdnykov A.M. et al. (2008). Rol' *Linum usitatissimum* L. pry formuvanni mikrobnykh uhrupovan' pidzolistykh hruntiv. [The role of *Linum usitatissimum* L. in the formation of microbial groups of podzolic soils]. *Mikrobiolohichnyy zhurnal*. 70 (1). P. 59—70. (in Ukrainian).
9. Orlova O.V., Vorobyova N.I., Svyrydova O.V. et al. (2015). Sklad ta

funktsionuvannya mikrobnym uhrupovan' pry rozkladanni solomy zlakiv u derno-vidzolistomu hrunt. [Composition and functioning of microbial groups during decomposition of cereal straw in sod-podzolic soil]. *Sil's'kohospodars'ka biolohiya*. 50 (3). P. 305—314. (in Ukrainian).

10. Brayon O.V. (2000). Instrumental'ne vyvchennya fotosyntetichnoho aparatu za dopomohoyu induktsiyi flyuoresentsiyi khlorofilu. [Instrumental study of the photosynthetic apparatus by induction of chlorophyll fluorescence]. *Metodychni vkazivky dlya studentiv biolohichnoho fakul'tetu*. Vydavnycho-polihrafichnyy tsentr «Kyiv's'kyi universytet». 15 p. (in Ukrainian).

11. Ivanova T.V., Patyka M.V. (2019). Aerobna konversiya neprydatnykh substrativ hryba shyyitake (*Lentinula Edodes*) za vplyvu preparatu Ekstrakon. [Aerobic conversion of unsuitable substrates of the shiitake mushroom (*Lentinula Edodes*) under the influence of the drug Extracon]. *Food industry agro-industrial complex*. № 5—6. P. 20—25. (in Ukrainian).

12. Patyka M.V., Ivanova T.V. (2019). Modulyatsiya orhanichnykh spoluk vidprats'ovanykh substrativ hlyvy zvychnoyi u biohumus pry zastosuvanni biopreparatu Ekstrakon. [Modulation of organic compounds of spent substrates of oyster mushroom in compost using the biological product Extracon]. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk*. № 110, 2019. P. 221—227. http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/110_2019/part_1/30.pdf (in Ukrainian).

13. Ivanova T.V. (2020). Peredumovy diyi zmishanykh infektsiy bazydiyevykh hrybiv u zakrytykh ahrobiotsenozakh. [Prerequisites for the action of mixed infections of basidiomycetes in closed agrobiocenoses]. *Quarantine and plant protection*. № 7—9. P. 26—28. DOI:org/10.36495/2312-0614.2020.7-9.26-28 (in Ukrainian).