

УДК 633.63:632.4

## ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА ВИВЧЕННЯ АНТАГОНІСТИЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГРИБІВ – ДЕСТРУКТАНТІВ ЦЕЛЮЛОЗИ ЩОДО ЗБУДНИКА ФУЗАРІОЗНОЇ ГНИЛІ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

**І. Карась, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0001-6958-3636

**О. Невмержицька, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0003-2024-9316

**Н. Плотницька, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0001-7758-1307

**І. Павлюк, аспірант**

ORCID ID: 0000-001-9603-4608

Житомирський національний агроекологічний університет

<https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.164>

**Карась І., Невмержицька О., Плотницька Н., Павлюк І. Ідентифікація та вивчення антагоністичних особливостей грибів – деструктантів целюлози щодо збудника фузаріозної гнилі коренеплодів цукрових буряків**

Наведено результати виконання важливого наукового завдання – пошуку біологічних агентів для захисту цукрових буряків від фузаріозної гнилі коренеплодів.

Дослідження проводили у лабораторії кафедри захисту рослин Житомирського національного агроекологічного університету. У дослідженнях використовували чисті культури грибів *Fusarium oxysporum*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium solani*, виділені з уражених коренеплодів цукрових буряків.

Пошук мікроорганізмів, які б у подальшому можна було використати у біологічному захисті, здійснювали відбором проб листя із лісової підстилки мішаних лісів. Первинні культури грибів виділяли на середовищах Ван-Ітersona та Чапека.

Із лісової підстилки мішаних лісів Житомирської і суміжних областей було виділено 231 ізолят, які належали до 7 родів – *Penicillium*, *Fusarium*, *Aureobasidium*, *Aspergillus*, *Verticillium*, *Trichoderma* і *Cladosporium*. Співвідношення грибів виділених родів: численними були роди *Penicillium* (25,25 %), *Fusarium* (22,3 %), *Aspergillus* (19,3 %) та *Trichoderma* (14,4 %).

Серед досліджуваних ізолятів найбільшу антагоністичну активність щодо виду *Fusarium oxysporum* проявив гриб *Trichoderma hamatum*. За спільного культивування *Trichoderma hamatum* із *Fusarium oxysporum* спостерігали зону затримки росту останнього 17,3 мм.

Встановлено, що штам *Trichoderma hamatum* ZH-6 є антагоністом щодо збудників фузаріозної (*F. oxysporum*, *F. solani*, *F. gibbosum*, *F. javanicum*) гнилі, тому його доцільно використовувати для розробки біологічних препаратів захисту цукрових буряків від фузаріозної гнилі коренеплодів.

**Ключові слова:** *Trichoderma hamatum*, цукровий буряк, збудник, фузаріозна гниль, коренеплід, штам.

**Karas I., Nevmerzhytska O., Plotnytska N., Pavliuk I. Identification and study of antagonistic peculiarities of cellulose fungi-destructants to the sugar-beet tubers phusariosis root agents**

The purpose of the research was to find the biological agents for sugar-beets protection against the tubers phusariosis root.

The research was conducted in the period of 2015–2017 at the laboratory of plant protection department ZNAEU. Free fungi cultures such as *Fusarium oxysporum*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium solani*, have been used, that were extracted from infected sugar-beets tubers.

The search for microorganismus was conducted by means of leaves testing selection from mixed forest debris layer that further can be used in the biological protection. The extraction of primary fungi cultures was conducted within the medium of Van-Iterson and Chapek.

Approximately 231 isolates belonging to 7 genus such as *Penicillium*, *Fusarium*, *Aureobasidium*, *Aspergillus*, *Verticillium*, *Trichoderma*, and *Cladosporium*, were extracted from the mixed forest debris of Zhitomir and boarding regions.

Fungi correlation of extracted genus was the following: *Penicillium* genus amounts to 25, 25 %, *Fusarium* amounts to 22,3 %, *Aspergillus* 19,3 %, and *Trichoderma* 14,4 %, that were numerous.

Among the isolates examined the most antagonistic activities as to *Fusariumoxysporum* species the fungi *Trichoderma hamatum* has been manifested. Under common cultivation *Trichoderma hamatum* out of *Fusarium oxysporum* fungi stasis zone 17,3 mm, the former one was observed.

The research has determined, that ZH-6 strain has an antagonistic action as to the (*F. oxysporum*, *F. gibbosum*, *F. gavanicum*, *F. solani*) sugar-beets tubers phusariosis root agents.

That is why, ZH-6 strain is expedient to use while developing the biological preparations for sugar-beet tubers protection against phusariosis root, as it has revealed the most antagonistic activity.

**Key words:** *Trichoderma hamatum*, sugar beet, the agent, fusarium rot, rot crop, strain.

**Постановка проблеми.** Гнилі коренеплодів цукрових буряків призводять до значних втрат урожайності й технологічних показників у всіх бурякосійних господарствах України і світу [1–3]. До найпоширеніших видів гнилей належить фузаріозна гниль, яка істотно знижує продуктивність коренеплодів цукрових буряків. Так, гриби роду *Fusarium spp.* уражують цукрові буряки впродовж усього вегетаційного періоду. Вони спричиняють не лише загнивання кореневої системи проростків, фузаріозну гниль, некроз судинно-волокнистих пучків і листя цукрових буряків, а й фузаріозну жовтуху [2; 3].

Практично щороку зростає роль мікробіологічних препаратів для захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів. В основі біологічних методів захисту від хвороботворних мікроорганізмів лежить відбір мікробів-антагоністів і застосування їх у вигляді концентрованих продуктів метаболізму (антибіотиків) або у вигляді живих культур. У розробці мікробіологічних засобів захисту від хвороб рослин основне завдання полягає в тому, щоб виділити із різних типів ґрунтів найстійкіші і найпоширеніші сапротрофні мікроорганізми, які спроможні витіснити з біоценозу патогенні форми [5; 6].

Виходячи з того, що популяція ґрунтових патогенів супроводжується популяцією їхніх антагоністів, перспективним є пошук нових видів грибів-деструкантів целюлози і геміцелюлози з високим ступенем антагонізму до збудників гнилей коренеплодів цукрових буряків [5]. З огляду на це велику увагу приділяють пошуку нових активних штамів, які руйнують целюлозу і матеріали, що містять целюлозу, серед різних груп мікроорганізмів, особливо серед мікроскопічних грибів [5–7].

У підборі штамів грибів для вирощування на рослинних субстратах, де основними компонентами є клітковина і лігнін, наявність целюлолітичної і фенолоксидазної активності є основною фізіологічною властивістю для отримання біопрепаратів.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Останніми роками у багатьох сферах господарської діяльності людини, включаючи промислове використання у виробництві ферментів і в біологічному захисті рослин від захворювань,

відводиться неабияка роль грибам роду *Trichoderma spp.*, які добре відомі як продуценти екзоферментів [7–11]. Із них отримують целюлази, ксиланази, ліпази, лігніндегідрогенази, хітинази, пектинази, а також низку специфічних оксидаз, які використовують у медицині. Їх можна ефективно застосовувати для біологічного контролю фітопатогенів, допомагаючи тим самим зменшити необхідність задіяння хімічних речовин, які забруднюють навколишнє середовище [12–15].

**Постановка завдання.** Виходячи з актуальності зазначеної проблематики завданням наших досліджень передбачався пошук нових видів грибів – деструкантів целюлози і геміцелюлози з високим антагонізмом до *Fusarium oxysporum* – збудника фузаріозної гнилі коренеплодів цукрових буряків.

Дослідження проводили в лабораторії кафедри захисту рослин Житомирського національного агроекологічного університету. Задіяно чисті культури грибів *Fusarium oxysporum*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium solani*, виділені з уражених коренеплодів цукрових буряків.

Пошук мікроорганізмів, які б у подальшому можна було використати в біологічному захисті, здійснювали відбором проб листя із лісової підстилки мішаних лісів. Штам гриба *Trichoderma hamatum* ZH-6 виділений із проби, яка відібрана з лісової підстилки мішаних лісів віком 35–55 років Житомирської області, де сформовані стабільні мікробні співтовариства. Первинні культури грибів виділяли на середовищах Ван-Ітерсона та Чапека. Із відібраних проб виділяли мікроскопічні гриби та проводили їхню ідентифікацію. При цьому враховували забарвлення міцелію, розмір і форму конідій, їхню увігнутість, кількість перетинок та ін. [1].

Мікроорганізми, що окиснюють целюлозу, виявляли також за методикою В. Л. Омелянського.

**Виклад основного матеріалу.** Для виявлення видового складу целюлозоруйнівних грибів з метою пошуку антагоністів збудників фузаріозної гнилі коренеплодів цукрових буряків протягом досліджуваних років ми відбирали проби лісової підстилки з лісів Житомирської і суміжних областей. Протягом червня–серпня з лісової

підстилки мішаних лісів віком 35–55 років, у яких сформовані стабільні мікробні співтовариства, виділяли гриби – деструканти целюлози. Було відібрано 210 проб у чотирьох повтореннях.

Упродовж досліджень ми виділили в чисту культуру 231 ізолят. У результаті ідентифікації ізоляти за морфологічними та біологічними особливостями було віднесено до таких родів: *Penicillium*, *Fusarium*, *Aureobasidium*, *Aspergillus*, *Verticillium*, *Trichoderma* і *Cladosporium*.

Так, гриби роду *Fusarium spp.* Ідентифікували за будовою, розміром і формою макроконідій та хламідоспор, кількістю перетинок, формою й розміром верхньої клітини, наявністю ніжки, вгнутістю тощо. Гриби з вегетативним, густим міцелієм було віднесено до роду *Penicillium*. У них конідиєносці відходять як гілочки вегетативного міцелію, утворюють верхівкові кісточки різної форми. Конідії еліптичної, циліндричної, грушоподібної форми забарвлені в жовто-зелено-сіруватий колір у масі.

Гриби роду *Verticillium* відзначалися білим чи цегляно-червоним слаборозвиненим пухким міцелієм.

Були відмічені також гриби із темним забарвленням міцелію, зануреним у субстрат, конідиєносцями деревоподібної форми, зібраними в пучки із бурим чи темно-оливковим забарвленням. Ланцюги конідій короткі і розгалужені. На конідиєносцях утворювалися довгі циліндричні конідії овальної чи яйцеподібної форми. Відповідно до проведених аналізів ці гриби було віднесено до роду *Cladosporium*.

Гриби роду *Trichoderma* характеризувалися безбарвними, гладенькими розгалуженими гіфами, білувато-зеленою конідиєносною зоною. Конідиєносці утворювали маленькі подушечки в нижній частині. Конідії блідувато-зелені, циліндричні, видовжені і біля верхівки звужені.

У результаті встановлення родової належності виділених ізолятів грибів-деструкантів

було відмічено, що найбільша їхня кількість належала до роду *Penicillium* (23,18%), дещо менша – до *Fusarium* (23,2%) та *Aspergillus* (18,7%). Кількість чистих культур, що належали до родів *Verticillium*, *Trichoderma* і *Cladosporium*, була в межах 8,75–14,4%. Найменша кількість ізолятів належала до роду *Aureobasidium* (1,3%) (див. рис.).

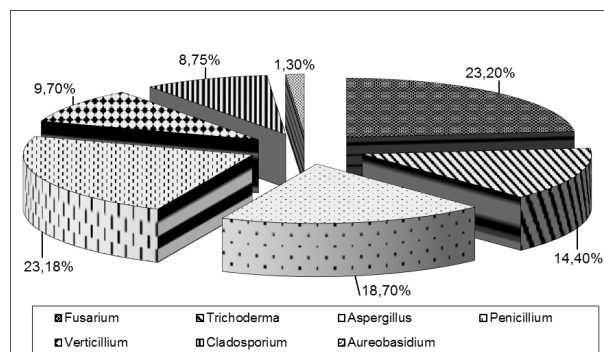


Рис. Родова належність виділених ізолятів грибів – деструкантів целюлози (2012–2016 рр.).

Надалі метою наших досліджень було встановлення видової належності виділених культур грибів. Серед них було ідентифіковано чотири види роду *Fusarium*, три види роду *Aspergillus* і по одному виду інших виділених родів, а саме: *Verticillium*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aureobasidium* (табл. 1).

До виділених грибів належали ізоляти таких видів: *Aspergillus niger van Tieghem*, *Penicillium fulvicrelosum Thom*, *Aspergillus versicolor (Vuillmin) Tirabosch*, *Penicillium sp.*, *Trichoderma hamatum (Bonordem) Bainier*, *Aspergillus ochraceus Wilhelm*, *Fusarium javanicum Koordes*, *Fusarium solani (Mart) App.*, *Fusarium oxysporum (Enf. et Wr. Emend Snyder.)*, *Fusarium heterosporum App. Et Wr. Emend Bilai*, *Cladosporium herbarum (Pers.) Lk.*, *Aureobasidium pullulans*.

Таблиця 1

Види грибів, виділені з лісової підстилки в чисту культуру (2012–2016 рр.)

Вид	Кількість ізолятів, виділених у чисту культуру, шт.	Вид	Кількість ізолятів, виділених у чисту культуру, шт.
<i>Fusarium avenaceum</i>	33	<i>Aspergillus niger</i>	19
<i>Fusarium solani</i>	27	<i>Aspergillus versicolor</i>	17
<i>Fusarium oxysporum</i>	39	<i>Aspergillus ochraceus</i>	20
<i>Fusarium javanicum</i>	34	<i>Aureobasidium pullulans</i>	3
<i>Penicillium fulvicrelosum</i>	7	<i>Cladosporium herbarum</i>	6
<i>Trichoderma hamatum</i>	21	<i>Verticillium lateritium</i>	5

Встановлено, що гриби роду *Trichoderma* можна ефективно використовувати для біологічного контролю фітопатогенів, допомагаючи тим самим зменшити необхідність застосування хімічних речовин, які забруднюють навколишнє середовище. Для підбору штамів грибів за вирощування на рослинних субстратах, де основними компонентами є клітковина і лігнін, наявність целюлолітичної і фенолоксидазної активності є основною фізіологічною властивістю для отримання біопрепаратів [7; 15].

Фенолоксидазна активність виділених грибів проявлялася в появі пігменту тільки під старою частиною міцелію, пізніше забарвлена зона розповсюдилася на всю колонію і виходила за її край. Додавання таніну до поживного середовища обмежувало швидкість росту колоній, зменшувало інтенсивність спороутворення. На основі тесту Бавендама на агаризованому середовищі з таніном встановлено наявність фенолоксидазної активності у таких видів грибів: *Trichoderma hamatum*, *Aspergillus ochraceus*. Інші досліджувані види грибів не росли на поживному середовищі з таніном і не проявляли фенолоксидазної активності.

Визначення целюлозолітичної активності виділених із лісової підстилки грибів показало, що за кількістю утвореної при гідролізі суми цукрів

*Trichoderma hamatum* займає останнє місце, оскільки вона складала 0,28 % (табл. 2). Найбільший відсоток суми цукрів відмічено у грибів *Aspergillus niger*, *Aspergillus versicolor*, *Aureobasidium pululans* – 0,78, 1,37, 0,67 мг/мл відповідно.

Основними збудниками гнилей цукрових буряків у зоні Полісся є гриби роду *Fusarium*, зокрема *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. gibbosum*, *F. javanicum*, проте найбільший відсоток у патогенезі належить виду *F. oxysporum*, який використано в подальших дослідженнях. Для вивчення антагоністичних властивостей виділених нами целюлозоруйнівних грибів використовували їхні чисті культури, які сумісно культивували зі збудником фузаріозної гнилі коренеплодів цукрових буряків *Fusarium oxysporum*. Характер взаємовідносин збудника захворювання і виділених із лісової підстилки видів грибів вивчали за ростом і розвитком їхнього міцелію (табл. 3).

Із даних табл. 3 видно, що найбільша зона затримки росту за спільного культивування гриба – збудника фузаріозної гнилі з ізолятом *Trichoderma hamatum*. При цьому відмічено зону затримки росту 17,3 мм, що значно більше, ніж у видів *Penicillium sp* та *Aspergillus ochraceus*, де зона затримки росту фітопатогенних грибів варіювала в межах 2,7–3,4 мм (див. табл. 3).

Таблиця 2

**Целюлолітична активність целюлозоруйнівних грибів  
(за Хагердоном-Іенсеном)**

Штам	Кількість глюкози, мг/мл
<i>Aspergillus niger</i>	0,78
<i>Aspergillus versicolor</i>	1,37
<i>Aureobasidium pululans</i>	0,67
<i>Penicillium fulnicrelosum</i>	0,48
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0,32
<i>Trichoderma hamatum</i>	0,28

Таблиця 3

**Вплив целюлозоруйнівних грибів на збудника фузаріозної гнилі коренеплодів  
цукрових буряків (2012–2016 рр.)**

Целюлозоруйнівні гриби	Зона затримки росту <i>Fusarium oxysporum</i> , мм
<i>Aspergillus niger</i>	0
<i>Penicillium fulnicrelosum</i>	0
<i>Aspergillus versicolor</i>	0
<i>Trichoderma hamatum</i>	17,3±1,3
<i>Penicillium sp</i>	2,7±0,4
<i>Aspergillus ochraceus</i>	3,4±0,2
<i>Cladosporium herbarum</i>	0
<i>Aureobasidium pululans</i>	0

Оскільки *Trichoderma hamatum* найбільш негативно впливав на *Fusarium oxysporum* серед інших целюлозоруйнівних грибів, доцільним було подальше детальне вивчення його антагоністичних властивостей щодо збудника фузаріозної гнилі коренеплодів цукрових буряків.

За результатами досліджень обидва мікроорганізми у разі окремого культивування росли й розвивалися досить інтенсивно. Так, за період спостережень діаметр колонії *Trichoderma hamatum* зріс до 87,9 мм, а *Fusarium oxysporum* – до 90,0 мм (табл. 4).

За сумісного культивування вказаних грибів на сьому добу досліджень встановлено, що інтенсивність розвитку збудника фузаріозної гнилі коренеплодів цукрових буряків та *Trichoderma hamatum* була майже однаковою. При цьому діаметр їхнього міцелію становив 24,9 і 26,7 мм відповідно. Проте на чотирнадцяту добу ріст колоній гриба *Fusarium oxysporum* почав сповільнюватися, а колонії виду *Trichoderma hamatum*, навпаки, почали розвиватися з більшою швидкістю. На двадцять першу добу експерименту спостерігали поступове пригнічення розвитку міцелію збудника фузаріозної гнилі до 18,6 мм внаслідок наростання міцелію целюлозоруйнівного гриба (табл. 4).

Серед ізолятів гриба роду *Trichoderma* найагресивнішим щодо фітопатогенних грибів виявився штам *Trichoderma hamatum* ЗН-6.

Оскільки види роду *Trichoderma*, адаптовані і виділені з одних умов, не можуть існувати й активно функціонувати в інших, то при розробці методів застосування антагоністів необхідно враховувати тип ґрунту й основні систематичні групи грибів і бактерій, які заселяють його. З огляду на це доцільним є вивчення антагоністичних властивостей штаму *Trichoderma hamatum* ЗН-6 щодо збудників фузаріозної гнилі коренеплодів цукрових буряків роду *Fusarium*, які паразитують саме в умовах Полісся України.

У результаті досліджень відмічено, що штам гриба *Trichoderma hamatum* ЗН-6 володіє антагоністичною активністю щодо до усіх досліджуваних фітопатогенних мікроміцетів (табл. 5).

Так, вже з другої доби культивування відмічено затримку зони росту таких грибів: *F. oxysporum*, *F. gibbosum*, *F. javanicum*. Встановлено, що найбільша зона пригнічення росту була за взаємодії *Trichoderma hamatum* ЗН-6 із *Fusarium oxysporum* й становила на сьому добу від початку експерименту 13±1 мм. Антагоністичну активність спостерігали за взаємодії цього штаму з культурами грибів *F. gibbosum* та *F. javanicum* (7±2 та 8±1 мм). Починаючи з чотирнадцятої доби досліджень відмічено антагоністичний вплив *Trichoderma hamatum* ЗН-6 до гриба *Fusarium solani*. Діаметр зони пригнічення росту становив 13±1–15±2 мм.

Таблиця 4

**Особливості взаємовідносин *Trichoderma hamatum* зі збудником фузаріозної гнилі коренеплодів цукрових буряків *Fusarium oxysporum* (2012–2016 рр.)**

Варіант	Діаметр колоній чистих культур, мм:					
	через 7 діб		через 14 діб		через 21 добу	
	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Trichoderma hamatum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Trichoderma hamatum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Trichoderma hamatum</i>
<i>Fusarium oxysporum</i>	54,4	-	86,4	-	90	-
<i>Trichoderma hamatum</i>	-	48,9	-	57,1	-	88,9
<i>Trichoderma hamatum</i> , <i>Fusarium oxysporum</i>	26,7	24,9	13,8	36,2	18,6	55,4

Таблиця 5

**Антагоністична активність штаму *Trichoderma hamatum* ЗН-6 щодо грибів роду *Fusarium* (2012–2016 рр.)**

Фітопатогенний гриб	Діаметр зони пригнічення росту через, мм		
	7 діб	14 діб	21 добу
<i>F. oxysporum</i>	13±1	15±3	16±3
<i>F. solani</i>	0	13±1	13±1
<i>F. gibbosum</i>	7±2	10±2	10±1
<i>F. javanicum</i>	8±1	15±2	15±1

Отже, наші дослідження доводять, що штам *Trichoderma hamatum* ZH-6 антагоністично діє на збудників фузаріозної (*F. oxysporum*, *F. solani*, *F. gibbosum*, *F. javanicum*) гнилі коренеплодів цукрових буряків.

**Висновки.** Наразі високою целюлозною активністю, з точки зору використання в сільському господарстві, виділяються гриби роду *Trichoderma* (*Tr. viride*, *Tr. harzianum*, *Tr. reesei*, *Tr. koningii*). Ці види, крім целюлозної активності, виявляють ще й антагоністичні властивості до більшості ґрунтових фітопатогенних грибів. Зважаючи на те, що популяція ґрунтових патогенів супроводжується популяцією їхніх антагоністів (40–43 % ґрунтових мікроорганізмів є антагоністами патогенів), перспективним є пошук нових видів грибів – деструктантів целюлози і геміцелюлози з високим ступенем антагонізму до збудників фузаріозної гнилі коренеплодів цукрових буряків, що й стало метою наших досліджень.

Проведено скринінг 213 ізолятів (зі 7 родів) грибів – деструктантів целюлози і геміцелюлози, виділених із лісової підстилки мішаних лісів віком 35–55 років Житомирської і суміжних областей, де сформовані стабільні мікробні угруповання.

Виділені ізоляти за морфологічними та біологічними особливостями були віднесені до таких родів: *Penicillium*, *Fusarium*, *Aureobasidium*, *Aspergillus*, *Verticillium*, *Trichoderma* і *Cladosporium*.

До виділених родів належали ізоляти таких видів: *Aspergillus niger*, *Penicillium fulvicrelosum*, *Aspergillus versicolor*, *Penicillium sp.*, *Trichoderma hamatum*, *Aspergillus ochraceus*, *Fusarium javanicum*, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium heterosporum*, *Cladosporium herbarum*, *Aureobasidium pululans*.

Целюлозоруйнівні гриби по-різному впливають на ріст і розвиток міцелію збудника фузаріозної гнилі коренеплодів цукрових буряків. Такі гриби, як *Aspergillus niger*, *Penicillium fulvicrelosum*, *Aspergillus versicolor*, *Penicillium sp.*, *Cladosporium herbarum*, *Aureobasidium pululans*, не виявили антагоністичної активності щодо виду *Fusarium oxysporum*, проте вони мають адитивний характер.

Доведено, що серед досліджуваних ізолятів найбільшу антагоністичну активність у лабораторних дослідженнях щодо *Fusarium oxysporum* виявив штам *Trichoderma hamatum* ZH-6, який

доцільно використовувати в розробці біологічних препаратів для захисту коренеплодів цукрових буряків від гнилей.

### Бібліографічний список

1. Билай В. И. Основы общей микологии. Київ: Вища школа, 1974. 395 с.
2. Пересыпкин В. Ф., Пожар З. А., Корниенко А. С. Болезни технических культур. Москва: Агропромиздат, 1986. 317 с.
3. Пересыпкин В. Ф. Сільськогосподарська фітопатологія. Київ: 2000. 415 с.
4. Бондаренко Н. В. Биологическая защита растений. Ленинград: Колос, 1978. 254 с.
5. Нурмухаммедов А. К., Невмержицька О. М. Удосконалення біологічного методу. *Карантин і захист рослин*. 2010. № 10 (172). С. 14–16.
6. Лапа Н. В. Біологічний метод захисту рослин: довідник із захисту рослин. Київ: Урожай, 1999. С. 25–27.
7. Нурмухаммедов А. К., Невмержицька О. М. Вплив ізоляту гриба *Trichoderma hamatum* ZH-6 на розвиток коренеїду сходів цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2011. № 5 (83). С. 18–20.
8. Mukhopadhyay A., Brahmaht A., Patel G. J. *Trichoderma harzianum* – a potential biocontrol agent for tobacco damping-off. *Tobacco Research*. 1986. № 12 (21). P. 26–35.
9. Okuda T., Fujiwara A., Fujiwara M. Correlation between species of *Trichoderma* and production patterns of isonitrile antibiotics. *Agricultural and Biological Chemistry*. 1982. Vol. 46. P. 1811–1822.
10. Papavizas GC. *Trichoderma* and *Gliocladium*: biology, ecology, and potential for biocontrol. *Annual Review of Phytopathology*. 1985. № 23. 23–54.
11. Pe'er S., Chet I. *Trichoderma* protoplast fusion: a tool for improving biocontrol agents. *Canadian Journal of Microbiology*. 1990. № 36. P. 6–9.
12. Gromovykh T. I., Gukasyan V. M., Golovanova T. I. Perspectives of biopreparations use in increase of *Larix sibirica* Seedling Keeping. *Larix – 98: Word Resources for Breeding, Resistance and Utilisation: Abstracts IUEFRO International Symposium*. Krasnoyarsk, 1 – 5 Sept. 1998. P. 36.
13. Prillinger H. J., Kubicek C. P. Taxon pattern and genetic diversity of *Trichoderma* in a mid-European, primeval floodplain-forest. *Microbiology*. 2003. Vol. 158. P. 125–134.
14. Kok C. J., Hageman P. E. J., Maas P. W. Processed manure as carrier to introduce *Trichoderma harzianum*: Population dynamics and biocontrol effect on *Rhizoctonia solani*. *Biocontrol Science and Technology*. 1996. P. 147–161.
15. Ricard J. L. Commercialization of a *Trichoderma*-based mycofungicide - some problems and solutions. *Biocontrol News and Information*. 1981. Vol. 2. P. 95–98.

Стаття надійшла 14.03.2019.