

СПЕЦИФІЧНА АКТИВНІСТЬ ПРЕПАРАТІВ *STREPTOMYCES ALBUS* У БІОРЕГУЛЯЦІЇ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН ОГІРКА

Н.Я. Левчик¹, А.В. Любінська¹, Я.О. Герасименко², Т.С. Тодосійчук^{2*}

¹Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, Київ, Україна

²КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

*Corresponding author: todosiichuk@i.ua

Received 2 May 2018; Accepted 15 June 2018

Проблематика. Наукові основи розробки полікомпонентних препаратів мікробного походження для рослинництва, що проявляють широкую специфічність біологічної дії.

Мета. Встановлення біологічної активності дослідних зразків препаратів *S. albus* UN44 щодо процесів біорегуляції рослин огірка для подальшого обґрунтування напрямів оптимізації готових форм і способів застосування.

Методика реалізації. Досліджувані препарати отримували культивуванням продуцента *S. albus* UN44 із подальшим відділенням біомаси та (в одному з варіантів) термічною стерилізацією фуґату. Насіння огірка сорту Конкурент оброблювали розчинами препаратів та визначали рістстимуляцію, метаболічну активність рослин і стан стресу.

Результати. Встановлено, що Біопрепарат-1 стимулює ріст кореня та стебла огірка після обробки насіння розчином у концентрації 15–22 од/мл (або 1–1,5 %). Отримані дані свідчать, що біологічна активність препаратів культури може бути зумовлена наявністю гормонів класу ауксинів, які раніше не були ідентифіковані серед її метаболітів. Уперше показано здатність біопрепаратів *S. albus* UN44 впливати на вміст проліну в рослині огірка, а отже, на її стресостійкість.

Висновки. Результати роботи є підставою для вивчення нових біологічно активних продуктів *S. albus* UN44 та оптимізації готових форм препаратів, а саме стерильної рідкої форми та сухого комплексного препарату, а також препаратів окремих метаболітів із цільовою високоспецифічною активністю. Здатність дослідних препаратів впливати на стресостійкість рослини потребує додаткового вивчення і обумовлює можливість створення засобу для корегування наслідків дії на рослині різних негативних факторів.

Ключові слова: *S. albus* UN44; біопрепарати; огірки сорту Конкурент; біологічна активність; стимуляція росту; метаболічна активність; стресостійкість.

Вступ

Препарати мікробного походження давно знайшли своє застосування в аграрному виробництві у світі, а в Україні вони до того ж становлять значну частину продукції сучасної біотехнологічної промисловості [1]. Окрім високої ефективності, це зумовлено їх безпечністю, невисокою вартістю та широким спектром біологічної дії.

Серед мікробних продуцентів різних біопрепаратів, у т.ч. для рослинництва, часто використовують актиноміцети роду *Streptomyces*. Більше половини досліджених останніми роками нових інсектицидів і гербіцидів є метаболітами стрептоміцетів, а більшість їх видів здатні до синтезу антибіотичних сполук [2, 3]. Актиноміцети були виявлені в асоціаціях з рослинами, де вони стимулювали ріст і захищали від комах завдяки продукуванню біологічно активних спо-

лук, а також біостимуляції і біозахисту. Мікроорганізми, що існують поряд із рослинами, можуть звести до мінімуму проблеми, спричинені фітопатогенами, насамперед завдяки конкурентній колонізації кореневої системи. Стрептоміцети можуть додатково сприяти мінеральному постачанню через синтез сидерофорів і системи поглинання сидерофорів, а стимуляція росту рослин відбуватися за рахунок продукування мікроорганізмами метаболічних сполук з фітогормональною активністю [3–5].

Значний спектр метаболітів, що часто синтезує один продуцент, відкриває можливості до створення препаратів комплексної дії на його основі. Але одночасно це вимагає визначення спрямованості біологічної дії, ефективних доз і режимів обробки рослин [6]. До таких продуцентів належить культура *Streptomyces albus* (первісно *recifensis* v. *lyticus*), рістстимулювальна активність якої тривалий час пов'язувалася насамперед із

синтезом комплексу ферментів [7, 8]. Однак встановлена останнім часом антагоністична здатність культури щодо фітопатогенів і синтез комплексу антибіотичних сполук селекціонованим штамом *S. albus* UN44 роблять актуальними дослідження особливостей біологічного впливу препаратів на його основі [9, 10].

Тому задачею нашої роботи був аналіз специфічної активності препаратів *S. albus* UN44 щодо процесів біорегуляції рослин огірка з метою подальшого обґрунтування напрямів оптимізації готових форм препарату і способів його застосування.

Матеріали і методи

У роботі використовували дослідні зразки препарату Стрептофунгін-Фіто – Біопрепарат-1 (нативний фугат культуральної рідини) та стерильний Біопрепарат-2 (автоклавований фугат культуральної рідини), які отримували культивуванням штаму *Streptomyces albus* UN44 із музею кафедри промислової біотехнології КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Для підтримки культури використовували середовище Гаузе, а для біосинтезу препарату – живильне середовище на основі соєвого борошна та крохмалю [11]. Біосинтез проводили при перемішуванні (160 об/хв) за температури 28 ± 1 °C протягом 96 год. Після завершення процесу біомасу відділяли центрифугуванням, а активність препарату стандартизували за літичною активністю, яку визначали турбідиметричним методом щодо ліофілізованої тест-культури *Lactobacillus bulgaricus* [11].

Для вивчення специфічності біологічного впливу зразків препарату використовували насіння огірка *Cucumis sativus* L. сорту Конкурент із колекції відділу культурної флори Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України. Дослідження рістстимулювальної активності біопрепаратів проводили за методикою вирощування рослин методом водної культури *in vivo* [12]. Насіння замочували на 30 хв у слабкому розчині перманганату калію та пророщували при 26 °C до накльовування, після чого проростки обробляли досліджуваними біопрепаратами в різних концентраціях. Контролем слугували проростки, вирощені на дистильованій воді. Культивування проводилось при 26–28 °C в умовах природного освітлення. За рослинами вели фенологічні спостереження, стан проростків оцінювали на 3 і 7-му добу за морфометричними показниками (висота пагонів, довжина коренів, розмір сім'ядолі). Повторюваність дослідів трикратна.

Визначення вмісту хлорофілів та каротиноїдів у зеленій масі вирощених *in vitro* рослин здійснювали спектрофотометричним методом за загальноприйнятою методикою Wellburn [13]. Пігменти екстрагували диметилсульфоксидом із наважки зеленої частини рослин протягом 3 год за температури 68 °C, після чого вимірювали оптичну густину на спектрофотометрі за довжини хвилі 480, 649, 665, 652 нм. Вміст вільного проліну в рослинах визначали за методикою Bates у модифікації за Г. Шихалєєвою та співавторами [14] з використанням кислого нінгідринного реактиву. Результати досліджень оброблювали статистично з використанням програми Microsoft Office Excel.

Результати

На першому етапі роботи у зазначених вище умовах проводили напрацювання дослідних зразків препарату з використанням продуцента комплексу біологічно активних речовин *S. albus* UN44. Літична активність Біопрепарату-1 становила 1500 од/мл, а стерильний Біопрепарат-2 відрізнявся відсутністю термолабільних метаболітів культури (у т.ч. ферментів) унаслідок термічної стерилізації. Вибір діапазону концентрацій біопрепаратів для обробки насіння та дослідження їх впливу на ростові процеси огірка проводили на основі даних літератури та власних результатів досліджень щодо інших культур [2, 5, 7, 10].

Обробка насіння Біопрепаратом-1 без розведення (100 %) призводила до повного пригнічення процесів накльовування та росту рослини огірка, що є свідченням високої концентрації біологічно активних речовин (рис. 1). Через 5 діб росту оброблене Біопрепаратом-1 у концентраціях 0,1 та 1,0 % насіння візуально (див. рис. 1) та за морфометричними показниками рослин (табл. 1) відрізнялося від контролю в межах 5–20 %.

Однак спрямованість біологічної дії використаних концентрацій препарату була різною: нижча з них сприяла збільшенню довжини кореня на 6 %, але на 5 % пригнічувала ріст стебла. Протилежний ефект проявляв препарат у концентрації 1,0 %, підвищуючи довжину стебла на 19 %.

У той же час після обробки препаратом в обох концентраціях розмір сім'ядолі проростка збільшувався, але більш суттєво при застосуванні 1 %-ного розчину. Зважаючи на виявлені впливи, надалі було розширено діапазон концентрацій препарату, яким проводили обробку насіння, від 0,01 до 5 %.

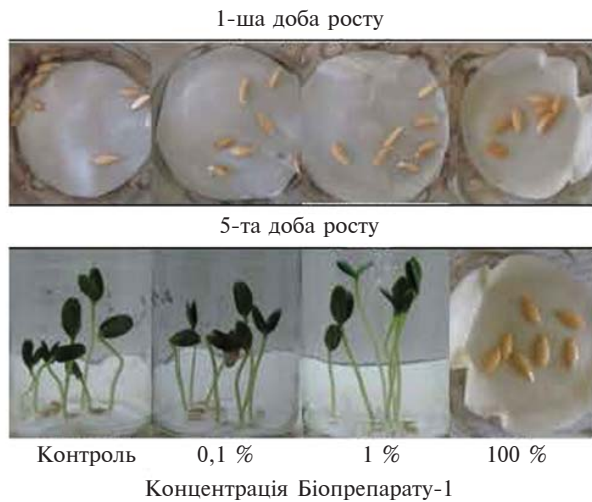


Рисунок 1: Вплив Біопрепарату-1 на швидкість проростання насіння огірка

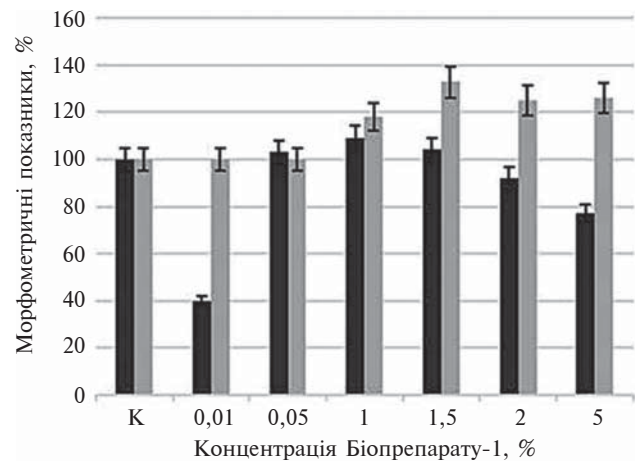
Таблиця 1: Вплив Біопрепарату-1 на морфометричні показники проростків огірка на 5-ту добу росту

Показник	Контроль	Концентрація Біопрепарату-1	
		0,1 %	1,0 %
Довжина кореня, %	100 ± 2,0	106 ± 3,0*	98 ± 1,8
Довжина стебла, %	100 ± 3,0	95 ± 2,4*	119 ± 4,5*
Розмір сім'ядолі, мм			
довжина	11,6 ± 0,9	13,0 ± 1,1	14,3 ± 1,2*
ширина	6,6 ± 0,3	7,0 ± 0,2*	8,6 ± 0,3*

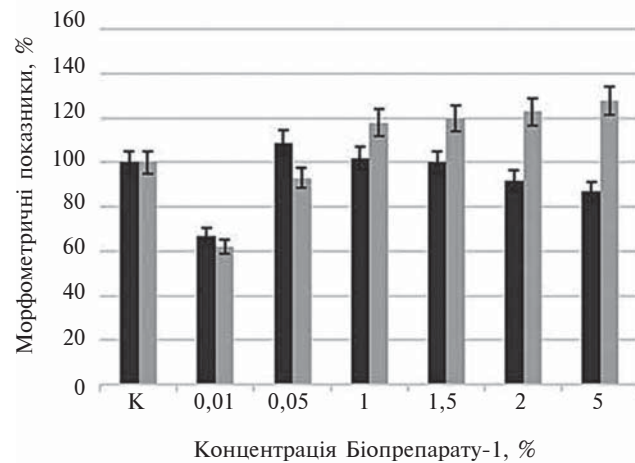
*Статистично достовірні відмінності відносно контролю ($p < 0,05$).

Показано (рис. 2), що препарат у діапазоні концентрації 1–1,5 % чинить найвищий позитивний вплив на ріст кореня та стебла огірка на 3 і 7-му добу росту. Одночасно чітко видно, що максимуми таких ефектів не однакові: ріст кореня більше стимулюють нижчі концентрації препарату (0,05–1 %), ніж ріст стебла (1–2 %). Нечікувані результати показала обробка насіння препаратом у найнижчій концентрації (0,01 %), а саме суттєве пригнічення розвитку рослин відносно контролю (див. далі п. “Обговорення”).

Враховуючи встановлені залежності впливу препарату в досліджених концентраціях на ростові процеси огірка, надалі в роботі використовували обробку насіння 1 %-ними розчинами обох зразків (нативного та стерилізованого автоклавуванням). Після вирощування насіння впродовж 20 діб в умовах *in vitro* проводили комплексний аналіз вмісту основних функціональних речовин у складі зеленої маси рослин огірка.



a



б

Рисунок 2: Вплив Біопрепарату-1 на морфометричні показники* рослин огірка на 3-тю (а) і 7-му (б) добу росту (*наведені дані при $p < 0,05$; статистично достовірні відмінності відносно контролю показані для концентрацій препарату 0,01; 1; 1,5 і 5 %): ■ – довжина кореня; ■ – довжина стебла

Речовини, які визначали (хлорофіли, каротиноїди, пролін), є індикаторами стану рослин, а їх вміст свідчить про перебіг метаболізму в рослині та характер впливу зовнішніх факторів [15–17]. Встановлено (рис. 3), що при обробці огірків 1 %-ним розчином Біопрепарату-1 відбувається зниження вмісту хлорофілів і каротиноїдів приблизно на 40 %, а при застосуванні 1 %-ного розчину Біопрепарату-2 – незначне збільшення хлорофілу *a* і *b* на 5 і 11 % відповідно.

Загалом підвищення вмісту хлорофілів свідчить про підвищення інтенсивності метаболізму в рослині, але для процесу фотосинтезу більш важливим є не абсолютний вміст пігментів, а їх співвідношення. Вони можуть показувати порушення у функціонуванні світозбиральних комп-

Таблиця 2: Вплив біопрепаратів на співвідношення хлорофілів (*a* і *b*) та каротиноїдів (*car*) у 20-добових рослинах огірка

Варіант обробки	Співвідношення вмісту пігментів, мг/г сухої маси рослин					
	<i>Ca/Cb</i>		<i>Ca + Cb</i>		<i>(Ca + Cb)/Ccar</i>	
Біопрепарат-1, 1 %	1,14 ± 0,04*	94 %	5,70 ± 0,17*	64 %	4,53 ± 1,14	112 %
Біопрепарат-2, 1 %	1,14 ± 0,03*	94 %	9,80 ± 0,39	108 %	5,38 ± 0,21*	133 %
Контроль	1,22 ± 0,04	100 %	9,05 ± 0,27	100 %	4,02 ± 1,05	100 %

*Статистично достовірні відмінності відносно контролю ($p < 0,05$).

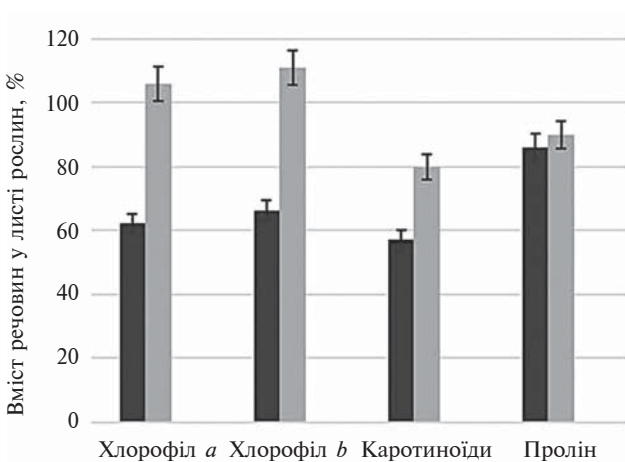


Рисунок 3: Вплив досліджуваних препаратів на вміст функціональних речовин у зеленій масі рослин огірка на 20-ту добу росту (наведені дані при $p < 0,05$; статистично достовірні відмінності відносно контролю показані для Біопрепарату-2 щодо хлорофілів): ■ – Біопрепарат-1; ■ – Біопрепарат-2; контроль – 100 %

лексів і реакційних центрів фотосистем (співвідношення хлорофілів *a/b*), а також стійкість хлорофілів до фоторуйнування, яка визначається кількістю каротиноїдів, здатних захищати хлорофіли [16]. Тому розраховували й аналізували співвідношення вмісту хлорофілів *a/b* і хлорофілів до каротиноїдів.

Співвідношення вмісту хлорофілів *a/b* у рослин після обробки обома препаратами знижується на 6 %, що вказує на підвищену інтенсивність метаболізму (табл. 2). А загальний вміст хлорофілів значно різнився у рослин після обробки різними препаратами: знижувався до 64 % унаслідок впливу Біопрепарату-1 і на 8 % зростав при дії термічно обробленого Біопрепарату-2.

Загальний вміст каротиноїдів у рослинах після обробки Біопрепаратом-1 зменшувався, а отже, збільшувалося до 133 % співвідношення хлорофілів до каротиноїдів, вказуючи на відсутність стресових факторів, що вимагали б реакції рослини.

Свідченням останнього є також зниження вмісту вільного проліну в масі рослини, оскільки його накопичення є реакцією рослин на абіотичний стрес [15, 17].

Однак показана останнім часом важлива роль проліну в метаболізмі та стресостійкості рослин активно дискутується (як вміст у рослині, так і екзогенний вплив), що буде зазначено також нижче при обговоренні результатів.

Обговорення

Біологічна активність досліджуваних зразків препаратів зумовлена надзвичайно широким спектром метаболітів культури-продуцента *S. albus* UN44. Донедавна здатність до стимуляції ростових процесів рослин препаратами різних штамів культури пов'язували насамперед із синтезом комплексу гідролаз і певним термостабільним фактором глікопептидної природи [7, 8]. Але встановлена здатність культури до синтезу одночасно й комплексу антибіотиків дає змогу прогнозувати додаткові ефекти препаратів на її основі та нові можливості біорегуляції рослин [9]. Очевидно, також потребує подальшого аналізу та ідентифікації спектр метаболітів продуцента, зважаючи на відому біосинтетичну активність стрептоміцетів загалом [4–6].

Отримані на першому етапі проведених досліджень результати (див. рис. 1, табл. 1) дали можливість встановити вихідний діапазон концентрацій препарату, що виявляє вплив на розвиток огірка. Ця рослина має важливе практичне значення, але зустрічається як об'єкт дослідження впливу біопрепарату цієї культури-продуцента лише в поодиноких повідомленнях [7]. Однак при отриманні згаданого препарату використовували інший штам культури (2P-15) і зазначали лише загальну характеристику препарату (ГЗХ), за якою неможливо порівняти вміст ферментного комплексу в ньому, а отже, співвіднести досліджувані концентрації.

Тому показаний у нашій роботі вплив біопрепарату в концентраціях від 0,01 до 5 % при активності нативного зразка 1500 од/мл дає змогу уніфікувати розрахунки його робочих концентрацій за показниками активності. Отже, ріст кореня стимулює біопрепарат із концентрацією комплексу ферментів 0,25–15 од/мл, а ріст стебла – 15–30 од/мл. Таким чином, є можливість отримувати готовий рідкий біопрепарат у більш концентрованому розчині або сухий та готувати робочий розчин для обробки відповідно до вмісту діючих речовин – у розглядуваному випадку ферментів.

Рекомендованими концентраціями Біопрепарату-1 для передпосівної обробки насіння огірка, за даними наступного етапу досліджень (див. рис. 2), є 1–1,5 %, або 15–22 од/мл. Більш високі концентрації незначно підвищують довжину стебла порівняно із зазначеними, однак при цьому відбувається гальмування розвитку кореня на 7–12 %.

Неочікувані результати щодо значного пригнічення росту кореня та стебла мінімальними використаними концентраціями препарату (0,01 %, або 0,05 од/мл) свідчать про наявність у ньому метаболітів культури, які проявляють високу біологічну активність у наднижьких концентраціях. В іншому випадку вплив препарату в таких концентраціях взагалі не спостерігався б і значення показників росту відповідали б контролю. Серед загальновідомих подібних речовин – фітогормони, активність яких суттєво залежить від використаних концентрацій і до того ж значно коливається (від гальмування до стимуляції росту рослин) навіть за дуже близьких їх значень [2, 5, 6]. Зважаючи на те, що для стрептоміцетів (грунтових бактерій, які живуть у симбіозі з рослинами) є типовим синтез фітогормонів, висока ймовірність знаходження їх серед метаболітів продуцента *S. albus* UN44. Тому одним з очевидних напрямів подальшої роботи з культурою є аналіз продуктів біосинтезу на вміст основних груп стимуляторів росту рослин.

Подальший аналіз впливу обох біопрепаратів (1 – нативного та 2 – автоклавованого) став додатковим підтвердженням можливої наявності у складі продуктів метаболізму культури фітогормонів (див. рис. 3). Істотна різниця вмісту хлорофілів після обробки Біопрепаратом-2 порівняно з іншим зразком препарату, очевидно, пояснюється зниженням вмісту біологічно активних речовин унаслідок термічної стерилізації. За інформацією дослідників, що працювали з цією культурою продуцента, серед її метаболітів наявний певний термостабільний фактор глікопептидної природи [18].

Не виключаючи цього, зазначимо, що найбільш поширені представники такого класу фітогормонів, як ауксини (насамперед індолицтова кислота), є термостабільними сполуками і можуть цілком залишатися у препаратах після автоклавовання. Цим, вірогідно, і пояснюється біологічна активність Біопрепарату-2 щодо інтенсифікації метаболічних процесів огірка та підвищення вмісту хлорофілів. Натомість певне пригнічення метаболічної активності рослин нативним Біопрепаратом-1, про що свідчить зниження вмісту хлорофілів, може бути спричинене високим вмістом фітогормонів, у т.ч., наприклад, гіберелінів, що є термочувливими сполуками і точно відсутні у Біопрепараті-2.

Разом із тим обробка обома дослідними зразками препаратів у використаних концентраціях не викликає у рослин стресу, про що свідчить зниження на 12–15% вмісту вільного проліну в зеленій масі рослин (див. рис. 3), а отже, є можливою для біорегуляції огірків. Механізми включення проліну в метаболізм рослин настільки різноманітні (антиоксидантна, мембранопротекторна, осмолітична дія та інші), що є окремим напрямом досліджень, однак його вміст може бути важливим фактом при виборі препаратів для стимуляції росту рослин.

Висновки

Показано широкий спектр специфічної активності біопрепаратів з *S. albus* UN44 щодо біорегуляції рослин огірка *Cucumis sativus* L. сорту Конкурент, а саме здатність до стимуляції росту кореня, стебла, вплив на інтенсивність метаболізму і стан стресу.

Встановлено, що Біопрепарат-1 стимулює ріст кореня та стебла огірка після обробки насіння розчином у концентрації 15–22 од/мл (або 1–1,5 %). Разом із тим у концентрації 0,01 % препарат має значний пригнічувальний ефект, що визначає актуальність подальших досліджень активності препарату в діапазоні наднижьких концентрацій.

Висока біологічна активність Біопрепарату-1 у низьких концентраціях поряд з іншими визначеними фактами дає підстави припускати наявність у ньому (і відповідно, серед метаболітів продуцента) фітогормонів. Показана стимуляція метаболізму рослини термічно стерилізованим Біопрепаратом-2 може бути зумовлена

дією гормонів класу ауксинів, що є термостабільними сполуками.

Отримані результати є підставами для вивчення нових біологічно активних продуктів *S. albus* UN44 та оптимізації стерильної рідкої форми препарату, що матиме більш тривалий строк зберігання. Здатність обох досліджених препаратів впливати на стресостійкість рослини зумовлює можливість розробки біопрепаратів культури для зниження наслідків дії різних негативних факторів.

Фінансування

Ця робота проводилась у рамках виконання держбюджетних тем № 2033п “Створення лінії інноваційних біологічно активних продуктів для медицини, харчової промисловості та сільськогосподарства” в КПІ ім. Ігоря Сікорського та № 374-НК “Еколого-біологічні основи збереження, збагачення та ефективного використання генетичних ресурсів нових господарсько-цінних рослин України” в Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка.

References

- [1] Kyrychenko OV. Market analysis and microbial biopreparations creation for crop production in Ukraine. *Biotechnologia Acta*. 2015;8(4):40-52. DOI: 10.15407/biotech8.04.040
- [2] Tanaka Y, Omura S. Agroactive compounds of microbial origin. *Annu Rev Microbiol*. 1993;47:57-87. DOI: 10.1146/annurev.mi.47.100193.000421
- [3] Gao F, Dai C, Liu X. Mechanisms of fungal endophytes in plant protection against pathogens. *Afr J Microbiol Res*. 2010 Jul;4(13):1346-51.
- [4] Glick RB. Plant growth-promoting bacteria: Mechanisms and applications. *Scientifica (Cairo)* [Internet]. 2012 Sep [cited 2012 Sep 19];15:1-15. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/scientifica/2012/963401/cta> DOI: 10.6064/2012/963401
- [5] De Jesus Sousa JA, Olivares FL. Plant growth promotion by Streptomycetes: ecophysiology, mechanisms and applications. *Chem Biol Technol Agric* [Internet]. 2016 Aug [cited 2016 Aug 3];3(1):1-12. Available from: <https://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/s40538-016-0073-5> DOI: 10.1186/s40538-016-0073-5
- [6] Biliavska LO. Actinobacteria of the genus *Streptomyces* and its metabolites in bioregulation of plants [Doctoral thesis]. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Sciences of Ukraine; 2018. 47 p.
- [7] Zhernosekova IV, Tymchuk OA, Tkachenko VP, Vinnikov AI. Effect of metabolic products of *Streptomyces recifensis* var. *lyticus* on the vegetables sprouts growth. *Mikrobiologiya i Biotehnologiya*. 2014 Mar;1(25):79-90. DOI: 10.18524/2307-4663.2014.1(25).48252
- [8] Sokolova IE, Kylochek TP, Vinnikov AI. A biosynthesis activity of *Streptomyces recifensis* var. *lyticus*. *Mikrobiolohichni Zhurnal*. 2004 Nov-Dec;66(6):10-7.
- [9] Todosiichuk TT, Sichel L. A novel producer of the antibiotic substances *Streptomyces albus* UN 44. 14th International Conference on the Chemistry of Antibiotics and Other Bioactive Compounds; 2015; Galveston. p. 22.
- [10] Levchyk NJ, Liubinska AV, Todosiichuk TT, Rakhmetov JB, Diakova MA. The development of biological product for plant growing on the basis of *Streptomyces albus*. *Eureka: Life Sciences*. 2016;5:32-9. DOI: 10.21303/2504-5695.2016.00235
- [11] Todosiichuk TT, Sichel L, inventors. The strain of *Streptomyces albus* – producer of lytic enzymes complex. Ukrainian patent 09478. 2015.
- [12] Voitcehivska OV, Kapustjan AV, Kosyk OI, Musijenko MM, Olhovych OP, Panjuta OO, et al. *Physiology of Plants*. Lutsk: Teren; 2010. 420 p.
- [13] Wellburn AR. The spectral determination of chlorophylls a and b as well, as the total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *J Plant Physiol*. 1994;144(3):307-13. DOI: 10.1016/S0176-1617(11)81192-2
- [14] Shihalyeyeva GN, Budnyak AK, Shihalyeyev II, Ivaschenko OL. A modified method for determination of proline in plants. *The Journal of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series: Biology*. 2014 Apr;1112(21):168-72.
- [15] Kolupaev YE, Vayner AA, Yastreb TO. Proline: Physiological functions and regulation of its content in plants under stress conditions. *The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series Biology*. 2014 May;2(32):6-22.
- [16] Farghali KA, El-Aidarous AA. Thermostability of chlorophylls in some native species of xerophytes. *IOSR-JAVS*. 2014 Jan;6(6):52-65. DOI: 10.9790/2380-0665265
- [17] Kaur G, Asthir B. Proline: A key player in plant abiotic stress tolerance. *Biologia Plantarum*. 2015 Sep;59(4):609-19. DOI: 10.1007/s10535-015-0549-3.
- [18] Chornogor NP, Zhernosekova IV, Tymchuk OA, Kilochok TP, Vinnikov AI. Phytoregulation and adaptation properties of biopreparations in conditions of technogenic pollution of the environment. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology*. 2005 Oct;13(2):209-13 DOI: 10.15421/010594

Н.Я. Левчик, А.В. Любинская, Я.О. Герасименко, Т.С. Тодосийчук

СПЕЦИФИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТОВ *STREPTOMYCES ALBUS* В БИОРЕГУЛЯЦИИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ ОГУРЦА

Проблематика. Научные основы разработки поликомпонентных препаратов микробного происхождения для растениеводства, которые проявляют широкую специфичность биологического действия.

Цель. Определение биологической активности опытных образцов препаратов *S. albus* UN44 относительно процессов биорегуляции растений огурца для дальнейшего обоснования направлений оптимизации готовых форм и способов применения.

Методика реализации. Исследуемые препараты получали культивированием продуцента *S. albus* UN44 с последующим отделением биомассы и (в одном из вариантов) термической стерилизацией фугата. Семена огурца сорта Конкурент обрабатывали растворами препаратов и определяли ростстимуляцию, метаболическую активность растений и состояние стресса.

Результаты. Определено, что Биопрепарат-1 стимулирует рост корня и стебля огурца после обработки семян раствором в концентрации 15–22 ед/мл (или 1–1,5 %). Полученные данные свидетельствуют о том, что биологическая активность препаратов культуры может быть обусловлена присутствием гормонов класса ауксинов, которые ранее не были идентифицированы среди ее метаболитов. Впервые показана способность биопрепаратов *S. albus* UN44 влиять на содержание пролина в растениях огурца, а значит, на их стрессоустойчивость.

Выводы. Результаты работы являются основанием для изучения новых биологически активных продуктов *S. albus* UN44 и оптимизации готовых форм препаратов, а именно стерильной жидкой формы и сухого комплексного препарата, а также препаратов отдельных метаболитов с целевой высокоспецифичной активностью. Способность опытных образцов препаратов влиять на стрессоустойчивость растения требует дополнительного изучения и обуславливает возможность создания средства для коррекции последствий действия на растения различных негативных факторов.

Ключевые слова: *S. albus* UN44; биопрепараты; огурцы сорта Конкурент; биологическая активность; стимуляция роста; метаболическая активность; стрессоустойчивость.

N.Ya. Levchyk, A.V. Liubinska, Y.O. Herasyomenko, T.S. Todosiichuk

SPECIFIC ACTIVITY OF *STREPTOMYCES ALBUS* PREPARATIONS FOR BIOREGULATION OF GROWTH AND GERMINATION OF CUCUMBER PLANT

Background. Scientific bases for the development of microbial-derived polycomponent preparations for plant growing, which show a wide specificity of biological action.

Objective. The aim of the paper is an establishment of the biological activity of *S. albus* UN44 experimental preparations for cucumber plant bioregulation processes for further substantiation of optimization directions of ready-made forms and application methods.

Methods. The experimental preparations were produced by cultivating the *S. albus* UN44 producer, in subsequently separating biomass and (in one variant) heat sterilization of supernatant. The cucumber seeds of the variety Konkurent were treated with solutions of the preparations and the growth stimulation, metabolic activity of plants, and the state of stress were determined.

Results. It is determined that Biopreparat-1 stimulates the growth of the root and stem of the cucumber after seed treatment with a solution at a concentration of 15–22 units/ml (or 1–1.5 %). It is shown, based on the data obtained, that the biological activity of culture preparations can be due to the presence of hormones of the auxin class that were not previously identified among its metabolites. For the first time, the ability of *S. albus* UN44 biopreparations to influence the proline content in cucumber plants, and therefore their stress resistance, is shown.

Conclusions. The results of the research are the basis for studying new biologically active products of *S. albus* UN44 and optimization of the ready-made forms of preparations, namely sterile liquid form and dry complex preparation, as well as preparations of certain metabolites with target highly specific activity. The ability of experimental preparations to influence the plant stress resistance requires additional study and makes it possible to create means for correcting the effects on plants of various negative factors.

Keywords: *S. albus* UN44; biopreparation; cucumber plants of the variety Konkurent; biological activity; growth stimulation; metabolic activity; stress resistance.