

УДК 632.937:635.64

**ФІТОТОКИСЧНА ДІЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН БАКТЕРІЙ
РОДУ *VACILLUS*, ВИЛУЧЕНИХ ІЗ НАСІННЯ ПОМІДОРІВ**

Ю. В. КОЛОМІЄЦЬ, кандидат біологічних наук, доцент

І. П. ГРИГОРЮК, доктор біологічних наук, професор, членкор НАН України
Національний університет біоресурсів та природокористування України

Л.М. БУЦЕНКО, кандидат біологічних наук, доцент

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України

E-mail: julyja@i.ua

Анотація. *Встановлено, що ізоляти ОБ1, ОБ2, ЧАЗ, КМ2, ФЛ1 і СА1 з епіфітної мікрофлори необробленого насіння помідорів перспективні для обмеження розвитку збудників бактеріального раку, бактеріальної крапчастості та чорної бактеріальної плямистості. Ізоляти ОБ1, ОБ2, ЧАЗ, КМ2, ФЛ1 і СА1 не проявляють фітотоксичного впливу на насіння й проростки помідорів, а стимулювали проростання насіння й формування проростків рослин помідора на ранніх фазах росту та розвитку. За обробки насіння помідорів клітинною суспензією ізоляту КМ2 максимальні значення індексу пагона становить 111 % та індексу кореня – 125 %.*

Ключові слова: *помідор, ізоляти, антагоністична активність, фітотоксичний вплив, стимуляція росту*

В умовах зростання антропогенного впливу на агроценози і погіршення фітосанітарного стану сільськогосподарських угідь, а також у зв'язку з порушенням сівозмін надземна частина рослин й насіння інтенсивно забруднюється фітопатогенами. Особливо легко піддається впливу мікрофлори біте, зруйноване і з мікротріщинами насіння, яке є носієм активних мікробіологічних вогнищ [1]. Залежно від тривалості активного існування паразитної мікрофлори ступінь її дії різна, яка спричиняє суттєві втрати сухої речовини, знецінення насіння та набуття їм токсичних властивостей. У зв'язку з цим зростає значення епіфітів – антагоністів, які представляють практичний інтерес для біологічного захисту рослин від хвороб [2].

Епіфітні мікроорганізми заселяють і ведуть активний спосіб життя на поверхні і всередині зелених частин рослин. Їх корені, насіння і плоди, не

завдаючи шкоди рослинам, а в деяких випадках складають конкуренцію фітопатогенним мікроорганізмам. Одним з основних джерел епіфітної мікрофлори на поверхні рослин є насіння. У перші етапи проростання насіння епіфітні мікроорганізми починають розмножуватися і переходити на корені і проростки. До асоційованих з рослинами бактерій, які стимулюють ріст (plant growth promoting rhizobacteria — PGPR-бактерії), відносяться представники багатьох видів *Acetobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Azoarcus*, *Azomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Derxia*, *Herbaspirillum*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Klebsiella* та *Pseudomonas* [3]. Використання PGPR-бактерій у сільськогосподарській практиці є досить перспективною альтернативою хімічним пестицидам, що дозволяє зменшити забруднення навколишнього середовища, оскільки їх виділяють із природного середовища зростання рослин. Для PGPR-бактерій характерним є прямий і опосередкований вплив на рослини за рахунок пригнічення цими бактеріями хвороб, які зумовлені рослинними фітопатогенами, конкуренції з патогенними мікроорганізмами за колонізацію коренів, перетворення нерозчинних фосфатів й оксидів заліза в засвоювані рослинами форми, продукції фізіологічно активних речовин, зокрема ауксини, гібереліни і цитокініни, зниження рівня етилену в коренях та активізації системної стійкості рослин [4].

Особливої уваги заслуговують аеробні спороутворюючі бактерії роду *Bacillus* через повсюдне поширення представників цього роду, циклу розвитку, незвичайної стійкості їх спор, потужний біосинтетичний потенціал в поєднанні з екологічною пластичністю (сапробіонти, ендо- і епіфіти). Бацили відзначаються вираженою здатністю колонізувати ризосферу рослин та проявляти високу антагоністичну активність щодо фітопатогенних мікроорганізмів за рахунок синтезу екзометаболітів різної хімічної природи: антибіотиків, бактеріальних токсинів, летких органічних сполук та біосурфактантів [5, 6]. Властивість бацил утворювати спори забезпечує їм перевагу в ґрунтових мікробіоценозах за дії несприятливих чинників середовища. Стає очевидним, що дослідження фітостимулювальної і

антагоністичної активностей бацил під час створення мікробних препаратів широкого спектру дії для овочівництва є досить актуальним.

Мета дослідження – визначити антагоністичну і фітотоксичну активність екзометаболітів бактерій роду *Bacillus*, які вилучено з насіння помідорів.

Матеріали і методи досліджень. Об'єктом досліджень слугувало необроблене протруйником насіння 5 детермінантних сортів помідорів української селекції, зокрема Чайка, Клондайк, Оберіг, Кіммерієць та Санька. Для ізоляції бактерій насіння після 15 хв промивання проточною і стерильною водогінною водою розтирали в ступці з 0,5 мл фізіологічного розчину, після чого невелику кількість матеріалу наносили на поверхню картопляного агару густими штрихами від одного краю чашки Петрі до іншого. Бактерії культивували в термостаті упродовж 24 год за температури 28 °С. Морфологічні властивості бактерій вивчали класичними методами [7].

Антагоністичну активність ізолятів визначали методом відстроченого антагонізму. Для цього на картопляний агар штрихом за діагоналю чашки Петрі висівали потенційний антагоніст. Після 5 діб культивування перпендикулярно до лінії росту бактерій-антагоністів підсівали петлею суспензію клітин тест-культури титром 10^6 кл./мл за стандартом мутності [8]. В якості тест-культури використовували *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith 1910) Davis et al. 1984 штами P8, P12, P73, P110, P115 і CFBR 4999, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Okabe 1933) Young et al. 1978 штами Dappg-4 213, Pst-2, Pst-120 та PstBB-9 (отримані з колекції Інституту пестицидів та захисту рослин, Сербія), *Xanthomonas vesicatoria* (Doidge 1920) Vauterin et al. 1995 штам 9098 (з колекції відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України) та виділені нами в господарствах Дніпропетровської області ізоляти *P. syringae* pv. *tomato* ІЗ-28, ІЗ-46 і *X. vesicatoria* ІЗ-30, ІЗ-31. Рівень антагоністичної активності ізолятів із насіння помідорів оцінювали за зонами гальмування росту тест-культур, які виражали в міліметрах. Якщо зони гальмування росту фітопатогенів були відсутні або ≤ 10 мм – досліджені штами бацил вважали

неактивними, 10-20 мм – з низькою антагоністичною активністю, 20-40 середньою і більше 40 мм – високою.

Для виявлення дії ізолятів на енергію проростання і схожість насіння помідор замочували на 2 год у розчинах суспензії клітин. Надалі насіння підсушували на фільтрувальному папері за кімнатної температури 22 °С. Контролем слугувало насіння, яке замочене у стерильній воді. Насіння пророщували у чашках Петрі на вологій підстилці з вати та фільтрувального паперу спочатку (до першого обліку) за температури 27 °С, потім – кімнатної 22 °С [9]. У кожену чашку розкладали по 25 насінин, повторність досліду – 3-4-разова. Кількість насіння, яке наклюнулось на 3-5 добу (залежно від сорту рослини, перший облік), вважали за лабораторну енергію проростання, а які проросли через 10-14 діб (другий облік) – схожість. Під час першого обліку візуально враховували наявність у насіння грибною і бактеріальною інфекції: обростання насіння міцелієм грибів або наявність на насінні бактеріального слизу або ексудату. Під час другого обліку проводили підрахунок зерен, що проросли, вимірювали довжину пагонів і корінців, а також підраховували індекс кореня (ІК) та індекс пагона (ІП):

$$IK = \frac{DKD}{DKK} \cdot 100\%,$$

де ДКД – довжина кореня у досліді; ДКК – довжина кореня у контролі;

$$IP = \frac{DPII}{DPIK} \cdot 100\%,$$

де ДПД – довжина пагона у досліді; ДПК – довжина пагона у контролі.

Фітотоксичну активність ізолятів перевіряли шляхом занурювання зрізаних під водою молодих проростків помідорів у суспензії клітин титром $20 \dots 10^9$ кл/мл. Повторність – 3-трьохразова. Протягом двох діб спостерігали за появою ознак токсичності метаболітів [9].

Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою пакету прикладних програм STATISTICA v.6.0.

Результати досліджень та їх обговорення. Отримані ізоляти з поверхні насіння сортів помідорів мали колонії різної форми, жовтого, білого, бежевого,

рожевого, коричневого і оранжевого кольорів, були прозорі й напівпрозорі, з матовою і глянцевою поверхнею, рівними та нерівними краями. Для кожного сорту помідорів був характерний різний кількісний та якісний склад мікрофлори насіння. Переважна кількість ізолятів із необробленого протруйником насіння сортів помідорів свідчить щодо більшої різноманітності мікробіоти.

Стійкість проти патогенів залежить від наявності у складі мікрофлори мікроорганізмів з антагоністичними властивостями та здатністю швидко колонізувати поверхню рослин. Особливо важливими антагоністами фітопатогенних бактерій і грибів у фітоагроценозах є представники родів *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Trichoderma*, *Chaetomium*, *Pantoea* та деякі інші мікроорганізми [10].

Із необробленого насіння помідорів нами відібрано 6 ізолятів, які виявляли антагоністичну активність відносно тест-культур. Ізолят ЧА3 виділено із насіння сорту Чайка, ізоляти ОБ1 і ОБ2 – з насіння сорту Оберіг, ізолят КМ2 – Кіммерієць, ізолят ФЛ1 – Фландрія та ізолят СА1 – Санька. Для ізоляту ЧА3 було характерне формування матових і плоских колоній бежевого кольору з темним візерунком і рівними краями, ОБ1 – матових, темнобежевого кольору і плоских колоній неправильної форми, ОБ2 – матових, плоских колоній світлобежевого кольору з нерівними краями, КМ2 – блискучих, з темним припіднятим центром колоній бежевого кольору і нерівними краями, ФЛ1, СА1 – блискучих та сірувато-білого кольору з рівними краями.

Ізолят ОБ2 виявляв високу антагоністичну активність до збудника бактеріальної крапчастості, діаметр пригнічення росту штамів *P. syringae* pv. *tomato* Darrg-4 213, Pst-2, Pst-120, PstBB-9 і I3-28, I3-46 становив від 74-80 мм (табл. 1). Меншою чутливістю до антагоніста відзначались штами *S. michiganensis* subsp. *michiganensis* P8, P12, P73, P110, P115 і CFBR 4999 (збудника бактеріального раку), зони гальмування росту в яких коливались від 44 до 70 мм. Діаметр пригнічення росту штамів *S. michiganensis* subsp.

1. Антагоністична активність ізолятів, які виділено із насіння сортів помідорів

Тест-культури	Діаметр зони відсутності росту, мм					
	ЧА3	ОБ1	ОБ2	КМ2	ФЛ1	СА1
<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> P8	80 ± 2,0	40 ± 4,0	70 ± 4,0	50 ± 4,0	60 ± 1,0	54 ± 2,0
<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> P12	40 ± 1,0	40 ± 2,0	44 ± 2,0	30 ± 1,0	70 ± 2,0	60 ± 1,0
<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> P73	50 ± 3,0	44 ± 1,0	44 ± 3,0	20 ± 1,0	30 ± 1,0	40 ± 2,0
<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> P110	50 ± 4,0	40 ± 4,0	44 ± 1,0	30 ± 1,0	60 ± 1,0	54 ± 3,0
<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> P115	44 ± 2,0	80 ± 3,0	50 ± 3,0	30 ± 3,0	40 ± 2,0	40 ± 3,0
<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> CFBP 4999	80 ± 4,0	80 ± 1,0	60 ± 3,0	44 ± 2,0	30 ± 3,0	30 ± 2,0
<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> Dappg-4 213	60 ± 1,0	60 ± 3,0	74 ± 4,0	20 ± 1,0	20 ± 1,0	20 ± 1,0
<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> Pst-2	50 ± 4,0	34 ± 2,0	80 ± 3,0	44 ± 1,0	26 ± 2,0	24 ± 4,0
<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> Psr-120	50 ± 4,0	50 ± 2,0	80 ± 3,0	46 ± 3,0	20 ± 4,0	22 ± 4,0
<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> PstBB-9	60 ± 2,0	30 ± 3,0	76 ± 3,0	40 ± 1,0	60 ± 2,0	50 ± 1,0
<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> I3-28	52 ± 2,0	34 ± 3,0	74 ± 4,0	44 ± 2,0	36 ± 4,0	34 ± 1,0
<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> I3-46	54 ± 1,0	36 ± 1,0	76 ± 1,0	42 ± 2,0	30 ± 3,0	32 ± 1,0
<i>X. vesicatoria</i> 9098	56 ± 3,0	50 ± 4,0	74 ± 3,0	44 ± 1,0	40 ± 1,0	44 ± 4,0
<i>X. vesicatoria</i> I3-30	56 ± 3,0	52 ± 3,0	72 ± 4,0	44 ± 1,0	38 ± 3,0	40 ± 4,0
<i>X. vesicatoria</i> I3-31	58 ± 4,0	50 ± 3,0	72 ± 4,0	42 ± 4,0	40 ± 4,0	38 ± 3,0

michiganensis P8, P12, P73, P110, P115 і CFBP 4999 ізолятом ОБ1 становив 40 – 80 мм. Відносно штамів *P. syringae* pv. *tomato* Dappg-4 213, Pst-2, Psr-120, PstBB-9 і I3-28, I3-46 ізолят ОБ1 зумовлював утворення зон гальмування росту в межах 30 – 60 мм. Ізолят ЧА3 також мав високу антагоністичну активність до збудників бактеріального раку та бактеріальної крапчастості. Рівень антагоністичної активності до штамів *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* P8, P12, P73, P110, P115 і CFBP 4999 знаходився в межах від 40 до 80 мм. До штамів *P. syringae* pv. *tomato* Dappg-4 213, Pst-2, Psr-120, PstBB-9 і I3-28, I3-46 ізолят ЧА3 виявляв меншу антагоністичну активність, водночас зони гальмування росту коливались в межах від 50 до 60 мм. Ізоляти КМ2, ФЛ1 і СА1 відзначалися дещо меншою антагоністичною активністю по відношенню до тест-культур. Діаметр пригнічення росту штамів *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* P8, P12, P73, P110, P115 і CFBP 4999

ізолятом КМ2 складав 20-50 мм, штамів *P. syringae* pv. *tomato* Dappg-4 213, Pst-2, Psr-120, PstBB-9 та ІЗ-28, ІЗ-46 – 20-46 мм. Рівень антагоністичної активності ізоляту ФЛ1 до штамів *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* P8, P12, P73, P110, P115 і CFBR 4999 знаходився в межах від 30 до 70 мм, а *P. syringae* pv. *tomato* Dappg-4 213, Pst-2, Psr-120, PstBB-9 і ІЗ-28, ІЗ-46 – 20-60 мм. Ізоляти проявляли антагоністичну активність також до збудника чорної бактеріальної плямистості, діаметр пригнічення росту штамів *X. vesicatoria* 9098 та ІЗ-30, ІЗ-31 дорівнював 38-74 мм.

Виділені ізоляти ідентифікували в процесі вивчення їхніх морфологічних, культуральних та фізіолого-біохімічних властивостей. Встановлено, що ізоляти бактерій ЧА3, ОБ1, ОБ2, КМ2, ФЛ1 і СА1 є аеробними грампозитивними спороутворюючими рухливими прямими або злегка зігнутими паличками, розташування клітин різне – від одиночних до ниткоподібних ланцюжків. За цими ознаками виділені бактерії нами попередньо віднесено до роду *Bacillus*. Відомо, що бацили характеризуються широким спектром антагоністичної активності, яку, в першу чергу, пов'язують із синтезом речовин антибіотичної природи та комплексу літичних ферментів [11]. Згідно з отриманими результатами, досліджувані ізоляти ЧА3, ОБ1, ОБ2, КМ2, ФЛ1 і СА1 з різною активністю здатні пригнічувати ріст тест-культур, які є потенційними штамами для боротьби із збудниками бактеріального раку, бактеріальної крапчастості та чорної бактеріальної плямистості.

Для визначення потенційного продуцента з метою застосування його в аграрному виробництві нами проведено порівняльну оцінку фітотоксичності відібраних активних ізолятів. З'ясовано, що обробка водними суспензіями ізолятів-антагоністів не має негативного впливу на схожість насіння, а навпаки відзначено її підвищення на 5-12 % порівняно з контролем. Відібрані штами достовірно стимулювали ріст коренів та пагонів помідорів порівняно з контролем (табл. 2). Максимальні значення ІП 111 % і ІК 125 % були визначені за обробки насіння помідорів клітинною суспензією ізоляту КМ2.

2. Вплив обробки насіння клітинними суспензіями перспективних штамів антагоністів на проростки помідорів

Варіант	Довжина пагона		Маса пагона		Довжина кореня		Маса кореня	
	мм	ПІ	мг	± в % до контролю	мм	ІК	мг	± в % до контролю
Контроль	43,0 ± 0,2	100	60,0 ± 0,6	-	55,5 ± 0,2	100	54,0 ± 0,4	-
ЧА3	44,7 ± 0,4	104	63,9 ± 0,4	6,5	66,6 ± 0,2	120	61,2 ± 0,2	13,4
ОБ1	44,3 ± 0,4	103	63,2 ± 0,6	5,4	66,0 ± 0,1	119	57,9 ± 0,3	7,3
ОБ2	44,7 ± 0,2	104	64,4 ± 0,2	7,3	64,9 ± 0,3	117	58,2 ± 0,2	7,7
КМ2	47,7 ± 0,2	111	65,5 ± 0,6	9,2	69,4 ± 0,4	125	64,8 ± 0,4	20,0
ФЛ1	46,4 ± 0,4	108	65,0 ± 0,6	8,4	67,7 ± 0,1	122	64,8 ± 0,1	20,0
СА1	46,0 ± 0,1	107	64,9 ± 0,2	8,2	67,7 ± 0,2	122	63,8 ± 0,2	18,2
P8	43,0 ± 0,1	100	57,6 ± 0,4	-4,0	54,4 ± 0,1	98	51,8 ± 0,4	-4,0
Psr-120	42,1 ± 0,3	98	58,8 ± 0,4	-2,0	53,3 ± 0,3	96	51,8 ± 0,2	-4,0
9098	41,3 ± 0,3	96	58,8 ± 0,6	-2,0	54,4 ± 0,1	98	52,9 ± 0,1	-2,0

Суттєве збільшення вегетативної маси проростків від 8,2 до 20,0 % відбувалось за обробки ізолятами ФЛ1, КМ2 та СА1, що підтверджує їхні рістстимулювальні властивості. Відмінною особливістю після обробки ізолятами ФЛ1, КМ2 і СА1 було наростання бічних коренів, що спричиняло збільшення маси кореневої системи. За даними І. В. Драговова [11], прояв біологічної активності бактерій роду *Bacillus* під час взаємодії з рослиною зумовлений наявністю у складі екзометаболітів рослинних гормонів-стимуляторів: ауксинів, цитокінінів і, особливо, гіберелінів. Обробка насіння овочевих культур біопрепаратами на основі бактерій роду *Bacillus* зумовлює зростання схожості на 5-10 %, енергії проростання – 6-10, наземної маси рослин – 11-23, зменшення кількості деформованих проростків – 8-12 % і посилює формування кореневої системи рослин, маса якої збільшується на 14-36 % [2]. Для порівняння нами використано патогенні штами збудників *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* P8, *P. syringae* pv. *tomato* Psr-120 і *X. vesicatoria* 9098, які проявили гальмівний вплив на розвиток насіння помідорів (табл. 2).

За умов вивчення фітотоксичності перспективних штамів антагоністів до проростків помідорів відбувався активний розвиток пагонів і попередньо

пошкоджених коренів у варіантах та контролі. Підрізані бічні корені залишалися здоровими. Протягом 10 діб не виявлено загибелі жодного проростка. Таким чином, дослідження можливого фітотоксичного впливу клітинних суспензій активних штамів антагоністів показало, що вони не спричиняють загибелі або в'янення проростків протягом періоду досліду (рис. 1). Установлено, що екзометаболіти штамів *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* P8, *P. syringae* pv. *tomato* Psr-120 та *X. vesicatoria* 9098 викликали втрату тургорного потенціалу проростків через 24 год після занурювання в їх клітинні суспензії.

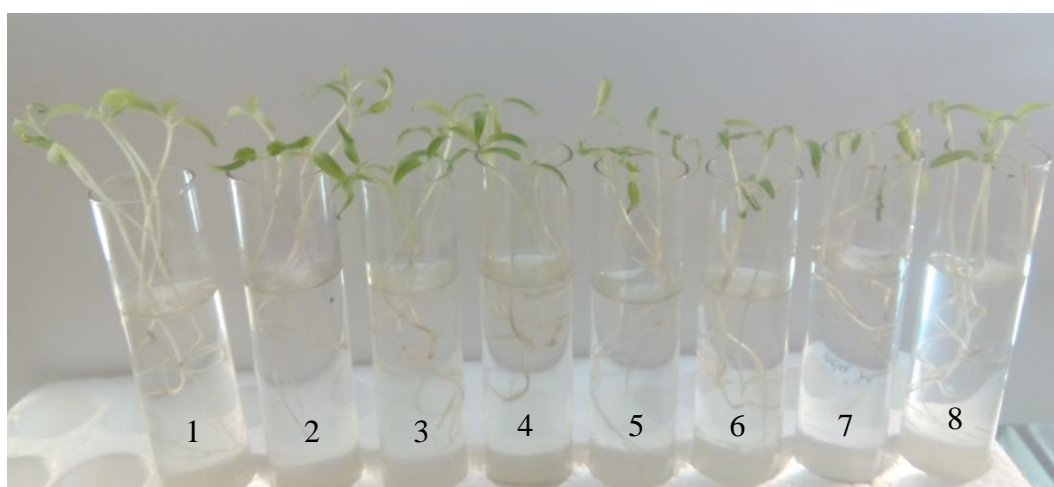


Рис. 1. Прояв фітотоксичності клітинних суспензій на проростки помідорів: 1 – КМ2, 2 – ФЛ1, 3 – СА1, 4 – ЧА3, 5 – контроль, 6 – *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* P8, 7 – *P. syringae* pv. *tomato* Psr-120, 8 – *X. vesicatoria* 9098

Крім того, в процесі визначення фітотоксичності ізолятів встановлено, що деякі із штамів мають стимулювальний вплив. У варіантах з ізолятами ФЛ1, КМ2 і СА1 порівняно з контролем пагони були довші і розвинені, міцніші й товстіші біля основи. Стимулювальний вплив екзометаболітів гормональної природи на рослину підсилюється речовинами негормональної природи, зокрема, вітамінами К та групи В, синтез яких притаманний бактеріям роду *Bacillus* [12, 13]. Вітаміни і фенольні сполуки можуть стимулювати ріст, розвиток й морфогенетичні процеси рослини, підсилювати ефективність дії гормонів-стимуляторів, що дозволяє розглядати їх як клас регуляторів

негормональної природи з синергічним типом дії [13]. Отже, отримані нами результати узгоджуються з даними літератури щодо рістстимулювальної активності досліджених бактерій роду *Bacillus*.

Висновки. Ізоляти ОБ1, ОБ2, ЧАЗ, КМ2, ФЛ1 і СА1 з епіфітної мікрофлори непротруєного фунгіцидом насіння рослин помідорів є перспективними для обмеження розвитку збудників бактеріального раку, бактеріальної крапчастості та чорної бактеріальної плямистості. Зони гальмування росту, які зумовлені ізолятами відносно *S. michiganensis* subsp. *michiganensis*, становлять 40-80 мм, *P. syringae* pv. *tomato* – 30-80 і *X. vesicatoria* – 40-74 мм. Ізоляти ОБ1, ОБ2, ЧАЗ, КМ2, ФЛ1 і СА1 не проявляли фітотоксичного впливу на насіння і проростки помідорів. Обробка насіння ізолятами ОБ1, ОБ2, ЧАЗ, КМ2, ФЛ1 і СА1 забезпечувала стимуляцію росту проростків помідорів від 3 до 25 % на ранніх стадіях розвитку, що свідчить про їх рістстимулювальні властивості. Максимальне збільшення довжини і вегетативної маси проростків було характерно для варіантів з ізолятами ФЛ1, КМ2 та СА1.

Список літератури

1. Елланська Н. Е. Еколого-трофічні взаємовідносини вищих рослин і мікроорганізмів / Н. Е. Елланська, Е. А. Головка // Физиология и биохимия культ. растений. – 2004. – 36, № 5. – С. 383-389.
2. Біотехнологія ризосфери овочевих рослин [монографія] / За ред. В. П. Патики. – Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К». – 2015. – 266 с.
3. Моргун В. В. Ростстимулирующие ризобактерии и их практическое применение / В. В. Моргун, С. Я. Коць, Е. В. Кириченко // Физиология и биохимия культ. растений. – 2009. – Т. 41, № 3. – С. 187-207.
4. Иванчина Н. В. Влияние ростстимулирующих бактерий (PGPB) на продуктивность и устойчивость растений / Н. В. Иванчина, С. Р. Гарипова // Агробиология. – 2012. – № 7. – С. 87-95.
5. Антагонистическая активность штаммов *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* IMB В-7404 и БИМ В-439Д по отношению к фитопатогенным бактериям и микромицетам / Л. В. Авдеева, И. В. Драговоз, Ю. В. Корж [и др.] // Микробиол. журнал. – 2014. – Т. 76, № 6. – С. 27-33.
6. Van Loon L. C. Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria / L. C. Van Loon // Eur. J. Plant Pathol. – 2007. – Vol. 119, № 3. – P. 243-254.
7. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д. Г. Звягинцева. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 303 с.

8. Основы учения об антибиотиках: Учебник. 6-е изд., перераб. и доп. / Н. С. Егоров. – М.: Изд-во МГУ; Наука 2004. – 528 с.

9. Методы исследования возбудителей бактериальных болезней растений / [К. И. Бельтюкова, М. С. Матышевская, М. Д. Куликовская, С. С. Сидоренко]. – Киев: Наук. думка, 1968. – 316 с.

10. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects / S. Compant, B. Duffy, J. Nowak, C. Clement, E. A. Barka // *Appl. Environ. Microbiol.* – 2005. – Vol. 71, № 9. – P. 4951–4959.

11. Экзометаболиты штамма *Bacillus amyloliquefaciens* ИМВ В-7100, определяющие его фитостимулирующую активность / [И. В. Драговоз, Н. О. Леонова, С. В. Лапа, Л. В. Авдеева] // *Физиология растений и генетика.* – 2014. – Т. 46, № 6. – С. 516-524.

12. Грабова А. Ю. Биобезопасность, фитотоксичность и антибиотико-чувствительность штамма *Bacillus* sp. Сб – антагониста фитопатогенных бактерий и грибов / А. Ю. Грабова, И. В. Драговоз, Л. В. Авдеева // *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія.* – 2015. – Вип. 2 (35). – С. 80-86.

13. Антагоністична активність штамів *Bacillus amyloliquefaciens* – перспективних агентів біоконтролю зернових культур / І. В. Драговоз, Л. А. Пасічник, Д. А. Жукова, С. В. Лапа [та ін.] // *Мікробіол. журнал.* – 2014. – Т. 76, №5. – С. 15-19.

References

1. Ellanska, N. E. & Holovko, E. A. (2004) Ekoloho-trofichni vzaiemovidnosyny vyshchych roslyn i mikroorhanizmiv [Ecological and trophic relationships of higher plants and microorganisms] *Fiziologhiia i biokhimiia kulturnykh roslyn* [Physiology and biochemistry of cultivated plants] 36 (5), 383–389. [in Ukrainian]

2. Palyka, V. P. (Ed) (2015) Biotekhnologhiia ryzosfery ovochevykh roslyn [Biotechnology of vegetable plants rhizosphere] Vinnytsia: PP «TD Edelweis i K» [in Ukrainian]

3. Morgun, V. V., Kots', S. Ya. & Kirichenko, E. V. (2009) Roststimuliruyushchie rizobakterii i ikh prakticheskoe primeneniye [Growth-stimulating rhizobacteria and their practical application] *Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rasteniy* [Physiology and biochemistry of cultivated plants] 41 (3), 187–207 [in Russian]

4. Ivanchina, N. V. & Garipova, S. R. (2012) Vliyanie roststimuliruyushchikh bakteriy (PGPB) na produktivnost' i ustoychivost' rasteniy [Influence of growth-stimulating bacteria (PGPB) on productivity and resistance of plants] *Agrokhimiya* [Agrochemistry] 7, 87–95 [in Russian]

5. Avdeeva, L. V., Dragovoz, I. V., Korzh, Yu. V., Kolomiets, E. I. (2014) Antagonisticheskaya aktivnost' shtammov *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* ИМВ В-7404 i ВІМ V-439D po otnosheniyu k fitopatogennym bakteriyam i mikromitsetam [Antagonistic activity of strains *Bacillus amyloliquefaciens* subsp.

plantarum IMB B-7404 and B-439D BIM against to phytopathogenic bacteria and mikromitsy] Mikrobiologicheskii zhurnal [Microbiological journal] 76 (6), 27–33 [in Russian]

6. Van Loon, L. C. (2007) Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria. Eur. J. Plant Pathol. Vol. 119, №3, P. 243 – 254. [in English]

7. Zvyagintsev, D. G. (1991) Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii [Methods of Soil Microbiology and Biochemistry] Moskva: Izd-vo Mosk. un-ta [in Russian]

8. Egorov, N.S. (2004) Osnovy ucheniya ob antibiotikakh [Fundamentals of theory of antibiotics] Moskva: Izdatel'stvovo MGU; Nauka. [in Russian]

9. Bel'tyukova, K. I., Matyshevskaya, M. S., Kulikovskaya, M. D. & Sidorenko, S. S. (1968) Metody issledovaniya vzbuditeley bakterial'nykh bolezney rasteniy [Methods of study of pathogens of bacterial diseases of plants] Kiev: Naukova dumka. [in Russian]

10. Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clement, C. E. & Barka, A. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects (2005) Appl. Environ. Microbiol. Vol. 71, № 9, P. 4951–4959. [in English]

11. Dragovoz, I. V., Leonova, N. O., Lapa, S. V. & Avdeeva, L. V. (2014) Ekzometabolity shtamma *Bacillus amyloliquefaciens* IMB B-7100, opredelyayushchie ego fitostimuliruyushchuyu aktivnost' [Exometabolites strain of *Bacillus amyloliquefaciens* MB B-7100, defining its photo catalytic activity] Fiziologiya rasteniy i genetika [Plant physiology and genetics] 46 (6), 516–524 [in Russian]

12. Grabova, A. Yu., Dragovoz, I. V. & Avdeeva, L. V. (2015) Biobezopasnost', fitotoksichnost' i antibiotiko-chuvstvitel'nost' shtamma *Bacillus* sp. C6 – antagonista fitopatogennykh bakteriy i gribov [Biosecurity, phytotoxicity and antibiotic-sensitive strain of *Bacillus* sp. C6 - antagonist of phytopathogenic bacteria and fungi] Visnik Kharkivs'kogo natsional'nogo agrarnogo universitetu. Seriya Biologiya [Bulletin of the Kharkov National Agrarian University. Biology Series.] 2 (35), 80 – 86 [in Russian]

13. Drahovoz, I. V., Pasichnyk, L. A., Zhukova, D. A., Lapa, S. V., Kriuchkova, L. O., & Avdieieva L. V. (2014) Antahonistychna aktyvnist shtamiv *Bacillus amyloliquefaciens* – perspektyvnykh ahentiv biokontroliu zernovykh kultur [Antagonistic activity of *Bacillus amyloliquefaciens* strains – potebtial biocontrol agents for cereal crops] Mikrobiolohichniy zhurnal [Microbiological journal] 76 (5), 15–19. [in Ukrainian]

ФИТОТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS*, ИЗВЛЕЧЕННЫХ ИЗ СЕМЯН ПОМИДОРОВ

Ю. В. Коломиец, И. А. Григорюк, Л. Н. Буценко

Аннотация. Установлено, что изоляты ОБ1, ОБ2, ЧАЗ, КМ2, ФЛ1 и СА1 с эпифитной микрофлоры необработанных семян помидоров

перспективные для ограничения развития возбудителей бактериального рака, бактериальной крапчатости и черной бактериальной пятнистости. Изоляты ОБ1, ОБ2, ЧА3, КМ2, ФЛ1 и СА1 не проявляли фитотоксического влияния на семена и проростки помидоров, а стимулировали прорастание семян и формирования проростков растений помидора на ранних фазах роста и развития. При обработке семян помидоров клеточной суспензией изолята КМ2 максимальные значения индекса побега составляет 111 % и индекса корня – 125 %.

***Ключевые слова:** помидор, изоляты, антагонистическая активность, фитотоксическое влияние, стимуляция роста*

**PHYTOTOXIC ACTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES
BACTERIA OF GENUS *BACILLUS*, EXTRACTED FROM TOMATO SEED
J. V. Kolomiets, I. A. Grygoryuk, L. N. Butsenko**

***Abstract.** It was established, that the isolates OB1, OB2, CHA3, KM2, FL1 and CA1 with epiphytic microflora of the untreated seeds tomato are promising to limit the development of bacterial cancer, black bacterial spot and bacterial speck. Isolated OB1, OB2, CHA3, KM2, FL1 and CA1 showed no phytotoxic effect on seeds and seedlings of tomato and stimulate seed germination and seedling formation of tomato plants in the early stages of growth and development. In the treatment of a cell suspension of tomato seeds isolate KM2 maximum values of escape index is 111 % and of root index – 125 %.*

***Keywords:** tomato, isolates antagonistic activity, phytotoxic influence, stimulation of growth*