

А.А. Рой, Л.А.Пасичник, Л.С. Церковняк, С.Ф. Ходос, И.К. Курдиш

*Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины,
ул. Академика Заболотного 154, Киев, МСП, Д03680, Украина*

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS* НА ВОЗБУДИТЕЛЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО РАКА ТОМАТОВ

*Показано, что бактерии рода *Bacillus* угнетали развитие инфекционного процесса, вызываемого *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, у томатов. Предпосевная обработка семян суспензиями *Bacillus subtilis* ИМВ В-7023 и *Bacillus pumilus* 3 способствовала повышению устойчивости растений к заболеванию бактериальным раком, вероятно, за счет синтеза этими бактериями биологически активных веществ с антимикробными свойствами. Из двух штаммов бацилл, отличающихся антагонистическими свойствами к *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*, значительное стимулирующее влияние на рост и развитие томатов оказывал штамм *B. subtilis* ИМВ В-7023, который входит в состав бактериальных препаратов для растениеводства.*

Ключевые слова: *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, бациллы, томаты, биологически активные вещества.

Известно, что бактериозы растений наносят большие убытки растениеводству, снижая урожайность сельскохозяйственных культур в результате развития эпифитотий или гибели отдельных растений. В настоящее время для защиты растений от фитопатогенных бактерий используют преимущественно химические пестициды. Однако возникновение целого ряда негативных последствий в результате их применения подталкивает к поиску альтернативных способов защиты растений, которые предполагают снижение использования химических пестицидов за счет применения экологически безопасных биопрепаратов, в том числе и микробного происхождения. Перспективными агентами биологического контроля инфекционного процесса у растений являются спорообразующие бактерии рода *Bacillus*, которые продуцируют широкий спектр биологически активных веществ (БАВ): антибиотики, ферменты, регуляторы роста, токсины и другие соединения с антимикробными и ростостимулирующими свойствами [1, 2].

Нами выделены 16 высокоактивных штаммов спорообразующих бактерий, способных трансформировать фосфор из труднорастворимых органических и неорганических соединений [3,4]. Одним из перспективных является штамм *Bacillus subtilis* ИМВ В-7023, характеризующийся также широким спектром антагонистичной активности к фитопатогенным бактериям и микромицетам [5]. Штамм *B. subtilis* ИМВ В-7023 введен в состав препарата комплексного действия для растений (овощных, злаковых, хвойных и декоративных), который существенно стимулирует их рост и развитие, обеспечивает защиту от фитопатогенов [6]. В течение нескольких лет этот препарат апробировался в закрытом грунте на Киевской овощной фабрике. Полученные результаты свидетельствуют о стимуляции роста и развития растений, увеличении их урожайности на 18-34 % в зависимости от вида и сорта растения, способа внесения препарата. Также было отмечено снижение уровня заболеваемости растений, вызываемых фитопатогенными микроорганизмами.

Одним из распространенных заболеваний томатов является бактериальный рак, возбудитель которого – *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith 1910) Davis et al., 1984. Он закупоривает сосуды ксилемы, продуцируя полисахариды, и вызывает увядание растений. Сосуды стебля поражаются этим патогеном частично или полностью, что приводит к отмиранию целого растения. В условиях теплицы бактериальный рак томатов может принимать эпифитотийное развитие, приводящее к гибели от 30 до 70 %, а иногда до 96 % растений [7].

Целью работы было изучение влияния бактерий рода *Bacillus* на инфекционный процесс, вызываемый *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* при выращивании томатов в условиях теплицы.

Материалы и методы. Объектами исследований были штаммы бактерий рода *Bacillus*, выделенные нами из черноземной почвы и эффективно трансформирующие труднорастворимые органические соединения фосфора, бактерии рода *Clavibacter*, полученные из коллекции культур отдела фитопатогенных бактерий ИМВ НАН Украины, а также семена помидоров сорта Белый налив.

© А.А. Рой, Л.А.Пасичник, Л.С. Церковняк, С.Ф. Ходос, И.К. Курдиш, 2012

Бактерии рода *Bacillus* выращивали в течение 48 ч в периодических условиях культивирования на синтетической среде следующего состава, (г/л): $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 0,5; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,3; NaCl – 0,3; KCl – 0,3; $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 0,001; FeSO_4 – 0,001; CaCO_3 – 5,0; глицерофосфат кальция – 2,0; глюкоза – 10,0; pH – 6,8-7,2. Клетки фитопатогена выращивали в течение 24 ч на картофельном агаре. Численность жизнеспособных клеток бактерий в опытах составляла $(1,0-2,5) \cdot 10^7$ кл/мл, а *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* – $5,0 \cdot 10^7$ кл/мл.

Семена в контрольном варианте (1) обрабатывали стерильной водопроводной водой. В опытных вариантах проводили предпосевную бактеризацию: суспензией *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* 10₂ (2), суспензией *B. pumilus* 3 (3), смесью суспензий *B. pumilus* 3 + *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* 10₂ в соотношении 1:1 (4), суспензией *B. subtilis* ИМВ В-7023 (5), смесью суспензий *B. subtilis* ИМВ В-7023 + *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* 10₂ в соотношении 1:1 (6).

Семена томатов в количестве 100 шт. в каждом варианте опыта обрабатывали 2 мл суспензии бактерий, фитопатогена или их смеси в соотношении 1:1 в течение 1 ч при комнатной температуре. После обработки суспензиями бактерий семена высаживали в горшки с нестерильной почвой (по 15 шт.) и выращивали в тепличных условиях. Повторность опыта – пятикратная. Прорастание, всхожесть и развитие проростков томатов определяли согласно ДСТУ 4138-2002 [8].

Антагонистичную активность бактерий к фитопатогенным бактериям изучали методом радиальных штрихов на картофельном агаре [9].

Наличие биологически активных соединений в продуктах метаболизма бактерий определяли методом хромато-масс-спектрометрии [10]. Содержание свободных аминокислот определяли на аминокислотном анализаторе BIOTRONIC (Германия).

Статистическую обработку результатов проводили по Лакину [11].

Результаты и их обсуждение. Исследована антагонистическая активность 16 штаммов спорообразующих фосфатмобилизирующих бактерий к фитопатогенным бактериям рода *Clavibacter* – *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* штаммы 10₂ и 13а, вызывающих бактериальный рак томатов в тепличных условиях выращивания (табл. 1).

Полученные результаты позволили отобрать для дальнейших исследований 2 штамма бактерий: *B. subtilis* ИМВ В-7023, который характеризовался высокой антагонистической активностью (радиус зоны угнетения роста фитопатогенов составлял 14,3-17,0 мм) и *B. pumilus* 3, которому свойственна низкая антагонистическая активность (радиус зоны ингибирования роста фитопатогенов – 2,0 мм) (табл. 1). Также для дальнейших исследований был отобран штамм *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* 10₂.

Таблица 1

Антагонистическая активность фосфатмобилизирующих бактерий рода *Bacillus* по отношению к фитопатогенным бактериям рода *Clavibacter*

Штаммы	Радиус зоны ингибирования бактериями фитопатогенов, мм	
	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> 10 ₂	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> 13а
<i>B. megaterium</i> 1	10,0±0,5	8,8±0,6
<i>B. megaterium</i> 2	9,5±0,6	7,3±0,3
<i>B. megaterium</i> 9	3,5±0,3	3,5±0,3
<i>B. megaterium</i> 12	9,0±1,05	6,0±0,5
<i>B. megaterium</i> 16	8,0±0,5	5,5±0,3
<i>B. subtilis</i> ИМВ В- 7023	14,3±0,6	17,0±0,5
<i>B. subtilis</i> 11	10,8±0,9	15,3±0,7
<i>B. subtilis</i> 13	4,0±0,5	2,0±0,2
<i>B. subtilis</i> 15	7,8±0,5	6,5±3,0
<i>B. cereus</i> v. <i>mycoides</i> 6	9,5±0,3	7,0±0,5
<i>B. cereus</i> v. <i>mycoides</i> 10	13,3±0,6	14,3±0,6
<i>B. cereus</i> v. <i>mycoides</i> 14	9,5±0,3	7,5±0,3
<i>B. pumilus</i> 3	2,0±0,3	2,0±0,3
<i>B. pumilus</i> 4	9,5±0,3	7,7±0,3
<i>B. pumilus</i> 7	10,3±0,3	10,8±0,6
<i>B. pumilus</i> 8	12,0±0,5	10,3±0,6

Показано, что предпосевная обработка семян томатов сорта Белый налив (всхожесть 71 %) суспензиями бацилл, фитопатогена либо их смесью в соотношении 1:1 по разному влияла на развитие проростков. После 10-14 суток выращивания растений наблюдали негативное влияние бактериализации семян суспензией фитопатогена на всхожесть (табл. 2) и высоту проростков (рис. 1). Так, всхожесть семян и высота растений, обработанных суспензией клеток *B. pumilus* 3, была соответственно на 10,4 % и 18,4 % выше контроля. Аналогичные результаты получены и для растений, семена которых обрабатывали клетками *B. subtilis* ИМВ В-7023 (табл. 2). В то же время высота растений, полученных из семян, обработанных суспензией фитопатогена, составляла 77,1 % от контрольных, хотя всхожесть семян при этом незначительно (на 2,1 %) превышала контроль (рис. 1, табл. 2).

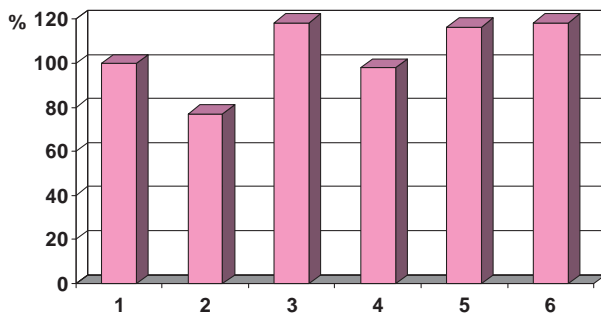


Рис. 1. Влияние бактериализации семян томатов сорта Белый налив различными микроорганизмами на рост растений (на 17 сутки выращивания в теплице)

1 – семена, обработанные водопроводной водой (контроль); 2 – семена, обработанные *C.michiganensis* subsp. *michiganensis* 10₂; 3 – *B. pumilus* 3; 4 – *B. pumilus* 3 + *C.michiganensis* subsp. *michiganensis* 10₂ (1:1); 5 – *B. subtilis* ИМВ В-7023; 6 – *B.subtilis* ИМВ В-7023 + *C.michiganensis* subsp. *michiganensis* 10₂ (1:1).

Доверительный интервал не превышал 5 %

Таблица 2

Всхожесть семян томатов сорта Белый налив после обработки суспензиями бацилл и *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* 10₂

Варианты обработки	Всхожесть семян*, %
Контроль (вода)	100,0
<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> 10 ₂	102,1
<i>B. pumilus</i> 3	110,4
<i>B. pumilus</i> 3+ <i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> 10 ₂ (1:1)	110,4
<i>B. subtilis</i> ИМВ В-7023	106,8
<i>B. subtilis</i> ИМВ В-7023+ <i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> 10 ₂ (1:1)	114,6

Примечание: * - на 14 день выращивания растений

Следует отметить, что при обработке семян бинарной суспензией клеток фитопатогена и бацилл, отличающихся антагонистической активностью к возбудителю, отмечены некоторые различия в их действии на растения. Так, например, высота растений, семена которых обрабатывали монокультурами бацилл, на 16,4-18,4 % превышала контрольные. При обработке семян смесью суспензий фитопатогена и *B. pumilus* 3 (1:1) высота их была почти на уровне контроля. В тоже время после обработки семян только суспензией *B. pumilus* 3 высота последних на 18,4 % превышала контрольные. Такого явления мы не отмечали для растений, семена которых были обработаны как суспензией *B. subtilis* ИМВ В-7023, так и смесью суспензий этого штамма и фитопатогена в соотношении 1:1. Высота растений в этом случае была на 16,4-18,4 % больше контроля. То есть присутствие клеток фитопатогена в равной пропорции с *B. subtilis* ИМВ В-7023 было нейтрализовано клетками данного штамма. При этом не наблюдали негативного влияния этой композиции бактерий на развитие растений (рис. 1).

После 4-х месяцев культивирования стебли и плоды томатов во всех вариантах опыта искусственно инокулировали суспензией *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* 10₂ (1 x 10⁹ кл/мл,

доза – 0,1мл). При искусственном заражении стеблей и плодов томатов симптомов развития заболевания не было отмечено именно в тех вариантах, где для обработки семян использовали как монокультуры бацилл, так и их смесь с клетками патогена. Только у растений, семена которых были обработаны смесью клеток фитопатогена и *B. pumilus* 3, было отмечено наличие симптомов развития болезни на некоторых плодах, что может свидетельствовать о незначительном влиянии этого штамма на развитие заболевания, которое вызывает *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* 10₂. И, наоборот, как в контрольном варианте, где семена обрабатывали водой, так и во втором варианте, где семена были обработаны суспензией клеток фитопатогена с последующим искусственным заражением патогеном стеблей и плодов томатов, развивались классические симптомы бактериального рака.

Известно, что бациллы являются перспективными объектами для создания бактериальных препаратов для растениеводства благодаря синтезу биологически активных веществ с антимикробными свойствами. Данные литературы свидетельствуют о том, что такие соединения могут быть представлены антибиотиками, ферментами, фитогормонами, веществами фенольной природы, алифатическими кетонами и лектинами [12, 13].

Показано, что при выращивании бацилл в среде с глицерофосфатом, в культуральной жидкости накапливаются вещества, обладающие широкой биологической активностью: аминокислоты (серин, лизин, глицин); ферменты каталаза, пероксидаза, хитиназа, протеаза, фосфатаза; соединения фенольной природы (фенилуксусная и 4-гидроксифенилуксусная кислоты); лектины [13, 14].

Среди метаболитов растений, подавляющих рост фитопатогенов, наиболее эффективны фенольные соединения. В тканях растений они обычно встречаются в виде связанных эфиров и гликозидов. К ним относятся пирокатехин, гидрохинон, пирогаллол, сложные эфиры фенолкарбоновых кислот, а также фенольные спирты, альдегиды и кислоты. Фенольные соединения легко окисляются соответствующими фенолоксидазами, регулируя рост и развития растений, а также подавляют развитие многих видов фитопатогенов. Известно также, что эти вещества угнетают прорастание спор микроорганизмов, рост мицелия фитопатогенных грибов и определенные биохимические процессы в микробной клетке [15].

Исследования этанольных экстрактов культуральной среды бацилл (рис. 2, табл. 3) показали наличие в продуктах метаболизма *B. subtilis* ИМВ В-7023 4-гидроксифенилуксусной кислоты. В экстрактах, полученных из культуральной среды *B. pumilus* 3, соединения фенольной природы не обнаружены. Ранее показано, что 4-гидроксифенилуксусная кислота угнетает фитопатогенные микромицеты [10]. Известно также, что фенилуксусная кислота является регулятором роста растений [16]. Активность 4-гидроксифенилуксусной кислоты в отношении фитопатогенных грибов и бактерий ранее не исследовалась.

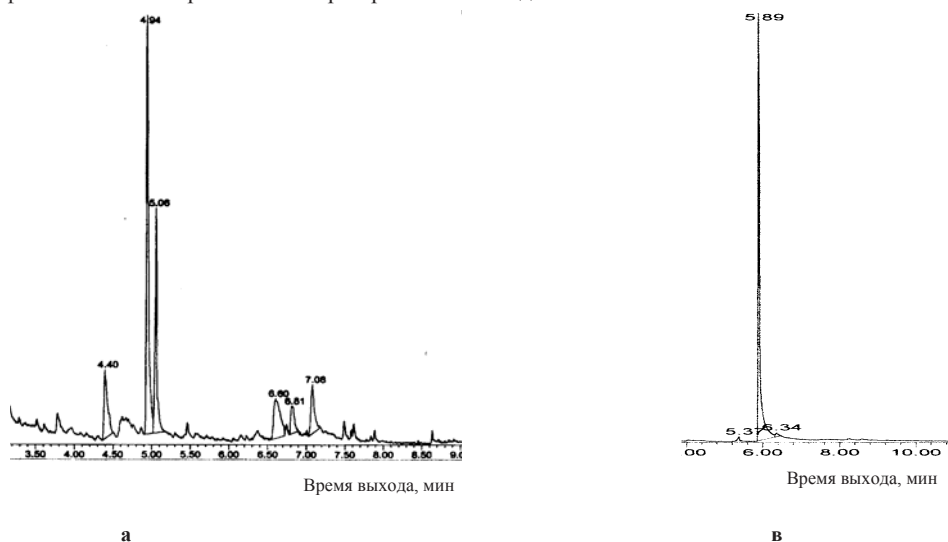


Рис. 2. Хроматограмма этанольного экстракта культуральной среды: а – *B. subtilis*, в – *B. pumilus*

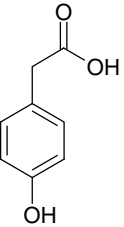
Расшифровка пиков хроматограмм, полученных из экстрактов культуральной среды бактерий рода *Bacillus*

Идентифицированное вещество	Время выхода пика, мин	Площадь пика, %	Вероятность идентификации, %
<i>Bacillus pumilus</i> 3:			
2,3-бутендиол	5,89	91,70	90
<i>Bacillus subtilis</i> ИМВ В-7023			
2,3-дигидро-3,5-дигидрокси-6-метил-4Н-пиран	4,40	10,47	95
5-гидроксиэтил-2-фуранкарбоксальдегид	4,94	39,22	62
фенилуксусная кислота	5,06	18,88	87
не идентифицировано	6,60	11,55	53
4-гидроксифенилуксусная кислота	6,81	4,41	64
не идентифицировано	7,08	7,75	40

Для оценки биологической активности этих соединений мы использовали компьютерную программу PASS. Полученные результаты свидетельствуют о способности 4-гидроксифенилуксусной кислоты стимулировать рост растений и угнетать патогенные микроорганизмы (табл. 4). Можно предположить, что 4-гидроксифенилуксусная кислота, синтезируемая *B. subtilis* ИМВ В-7023, повышает устойчивость томатов к *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* [10].

Таблица 4

Прогноз биологической активности ароматических соединений – компонентов культуральной среды *Bacillus subtilis* ИМВ В-7023, полученный с помощью компьютерной программы PASS

Формула идентифицированного вещества	Название соединения	Прогноз биологической активности, полученный с помощью компьютерной программы PASS				Биологическая активность по данным литературы
		Биологическая активность	Pa	Pi	*	
	фенилуксусная кислота	стимулятор роста	0,287	0,047	-	регулятор роста растений [15, 16]
		регулятор обмена кальция	0,294	0,089	-	
		промоутер роста	0,208	0,045	-	
	4-гидроксифенилуксусная кислота	фунгицидная	0,396	0,056	+	данные о биологической активности в литературе отсутствуют
		стимулятор роста	0,437	0,019	+	
		регулятор обмена кальция	0,369	0,027	-	

Примечание: * - наличие или отсутствие активности у вещества

«-» - отсутствие биологической активности; «+» - наличие биологической активности

Ранее нами было показано, что штамм *B. subtilis* ИМВ В-7023 угнетает рост фитопатогенных бактерий родов *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Pectobacterium*, *Agrobacterium* и грибов родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Bipolaris*, *Gliocladium*, что положительно влияло на рост и развитие овощных, злаковых, хвойных, декоративных, травяных растений, а также их урожайность [5, 14].

В представленной работе сделана попытка расширить спектр применения бактерий рода *Bacillus* с целью создания биологического средства защиты растений от фитопатогенных бак-

терий – возбудителя бактериального рака томатов *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*. Полученные результаты подтверждают данные литературы о бактерицидной активности *B. subtilis* относительно *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* [17].

Таким образом, показано, что обработка семян суспензиями бактерий *B. subtilis* ИМВ В-7023 и *B. pumilus* 3 - антагонистов фитопатогенных бактерий – позитивно влияет на развитие томатов в течение всего вегетационного периода и снижает проявление симптомов бактериального заболевания, вызываемого *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*. Обработка семян обеими культурами бацилл с последующим искусственным заражением стеблей и плодов клетками *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* способствует повышению устойчивости растений и предотвращает развитие симптомов заболевания за счет синтеза бациллами спектра соединений с антимикробными свойствами. Из двух штаммов бацилл, отличающихся антагонистической активностью к *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*, значительный защитный эффект получен при обработке семян томатов высокоактивным штаммом *B. subtilis* ИМВ В-7023, который входит в состав бактериальных препаратов для растениеводства. Штамм *Bacillus subtilis* ИМВ В-7023 может быть рекомендован для биоконтроля бактериального рака томатов при их выращивании в условиях теплицы.

А.О. Рой, Л.А.Пасічник, Л.С. Церковняк, С.Ф. Ходос, І.К. Курдиш

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

ВПЛИВ БАКТЕРІЙ РОДУ *BACILLUS* НА ЗБУДНИКА БАКТЕРІАЛЬНОГО РАКУ ТОМАТІВ

Резюме

Показано, що бактерії роду *Bacillus* пригнічують розвиток інфекційного процесу, спричиненого *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* на томатах. Передпосівна обробка насіння суспензіями *Bacillus subtilis* ИМВ В-7023 і *Bacillus pumilus* 3 сприяла підвищенню стійкості рослин до захворювання бактеріальним раком, ймовірно, за рахунок синтезу цими бактеріями біологічно активних речовин з антимікробними властивостями. Із двох штамів бацилл, що різняться антагоністичними властивостями щодо *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*, значний стимулюючий вплив на ріст і розвиток томатів виявляв штам *B. subtilis* ИМВ В-7023, що входить до складу бактеріальних препаратів для рослинництва.

Ключові слова: *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, бацили, томати, біологічно активні речовини.

A.A. Roy, L.A.Pasichnyk, L.S.Tserkovniak, S.F. Khodos, I.K. Kurdish

*Zabolotny Institute of Microbiology and Virology,
National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv*

INFLUENCE OF BACTERIA OF *BACILLUS* GENUS ON THE AGENT OF BACTERIAL CANCER OF TOMATOES

Summary

It has been shown that bacteria of the genus *Bacillus* inhibited the development of infection caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, in tomatoes. Pre-sowing seed treatment with suspensions of *Bacillus subtilis* IMV B-7023 and *Bacillus pumilus* 3 enhanced resistance of plants to bacterial disease of cancer, probably due to the synthesis of biologically active substances with antimicrobial properties by these bacteria. Of the two strains of bacillus, differing by antagonist properties to *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*, a significant stimulating effect on the growth and development of tomatoes was provided by the strain *B. subtilis* IMV B-7023, which is part of the bacterial preparations for crop production.

The paper is presented in Russian.

К е у в о р д с: *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Bacillus*, tomatoes, biologically active substances.

1. Смирнов В.В., Резник С.Р., Василевская И.А. Спорообразующие аэробные бактерии – продуценты биологически активных веществ. – Киев: Наук. думка, 1982. – 279 с.
2. Мелентьев А.И. Аэробные спорообразующие бактерии *Bacillus* Cohn в агроэкосистемах. – Москва: Наука, 2007. – 149с.
3. Рой А.А., Рева О.Н., Курдиш И.К., Смирнов В.В. Биологические свойства фосфатмобилизирующего штамма *Bacillus subtilis* ИМВ В-7023 // Прикладная биохимия и микробиология. – 2004. – **40**, №5. – С. 551–557.
4. Рой А.А., Булашенко Л.В., Курдиш И.К. Новые штаммы почвенных бацилл, минерализующие органические соединения фосфора // Микробиол. журн. – 2000. – **63**, № 4. – С. 9–14.
5. Рой А.А., Залоило О.В., Чернова Л.С., Курдиш И.К. Антагонистическая активность фосфатмобилизирующих бацилл к фитопатогенным грибам и бактериям // Агроэкологический журнал. – 2005. – № 1. – С. 50–55.
6. Деклараційний Патент України. 2003. Штам бактерій *Bacillus subtilis* для одержання бактеріального добрива для рослинництва / Курдиш І.К., Рой А.О.. Опубл. 17.03.2003, Бюл. №3.
7. Жердецька Т.Н. Особенности защиты культуры томата от бактериозов в закрытом грунте // Міжнар. наук. конф. «Фітопатогенні бактерії. Фітонцидологія. Аллелопатія» (Київ, 4-6 жовтня 2005р.): Збірник статей.- Житомир: Вид-во «Державний агроекологічний університет», 2005. – С.166–169.
8. ДСТУ 4138 – 2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Чинний від 2004 – 01 – 01. – Київ: Держспоживстандарт України, 2003. – 173 с.
9. Егоров Н.С. Практикум по микробиологии. – Москва: Изд. МГУ, 1976. – 307с.
10. Церковняк Л.С. Біологічно активні сполуки *Azotobacter vinelandii* ИМВ В-7076 і *Bacillus subtilis* ИМВ В-7023 та їх вплив на рослини: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Київ, 2011. – 23с.
11. Лакін Г.Ф. Биометрия. – Москва: Высшая школа, 1968. – 24 с.
12. Карпунина Л.В., Мельникова В.Ю., Сулова Ю.В., Мухачева Е.С., Игнатов В.В. Бактерицидные свойства лектинов азотфиксирующих бацилл // Микробиология – 2003. – **72**, № 3. – С. 343–347.
13. Церковняк Л.С., Рой А.О., Курдиш И.К. Синтез амінокислот *Bacillus subtilis* ИМВ В-7023 в середовищі з гліцерофосфатом // Микробиол. журн.– 2009. – **71**, № 5.– С. 18–23.
14. Рой А.А., Яценко И.П., Гордиенко А.С., Курдиш И.К. Свойства *Bacillus subtilis* ИМВ В-7023 и его стрептомицинустойчивого штамма // Прикл. биохимия и микробиология. – 2011. – **47**, №1. – С. 23–27.
15. Гамбург К. З. Биохимия ауксина и его действие на клетки растений. –Новосибирск : Наука, 1976. – 297 с.
16. Ластухін Ю. О. Хімія природних органічних сполук. Навч. посібник. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка» (Інформаційно-видавничий центр «Інтелект +» Інститут післядипломної освіти), «Інтелект-Захід», 2005. – 560 с.
17. Ulkhede R., Koch C. Biological treatments to control bacterial cancer of greenhouse tomatoes // Biocontrol. – 2004. – **49**, N 3. – P. 305–313.

Отримано 15.05.2011