

## Защита растений и иммунология

УДК 632.937:633.853.52

### ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ШТАММ 14-3 *PSEUDOMONAS CHLORORAPHIS* ДЛЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ СОИ ОТ ФУЗАРИОЗА

Д.А. Курилова,  
кандидат биологических наук  
Л.В. Маслиенко,  
доктор биологических наук

ФГБНУ ВНИИМК  
Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17  
Тел.: (861) 255-59-33  
E-mail: smus-vniimk@yandex.ru

**Для цитирования:** Курилова Д.А., Маслиенко Л.В. Перспективный штамм 14-3 *Pseudomonas chlororaphis* для микробиологической защиты сои от фузариоза // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. – Вып. 3 (167). – С. 70–77.

**Ключевые слова:** фузариоз, соя, антагонизм, бактерии, *Pseudomonas*, штамм, микробиопрепарат, скрининг, механизм взаимодействия, антибиотическая активность, периодическое культивирование.

С целью создания эффективного бактериального микробиопрепарата проведён ступенчатый скрининг коллекционных бактериальных штаммов родов *Pseudomonas* и *Bacillus* из коллекции лаборатории биометода ВНИИМК к патогенному изоляту возбудителя фузариоза *Fusarium sporotrichioides* Sherb. В результате отобран наиболее эффективный бактериальный штамм-продуцент микробиопрепарата 14-3 *Pseudomonas chlororaphis*. Установлена высокая биологическая эффективность штамма 14-3 *P. chlororaphis* на фоне искусственного заражения возбудителем фузариоза в лабораторных условиях методом агаровых блоков (52,2 %) и в почве (20,3 %), а также в поле на мелкоделяночных опытах (25,7 %). Доказано ростостимулирующее влияние штамма 14-3 на проростки сои: увеличение длины корня на 17,5 % и массы корня – на 13,3 %. Изучен механизм действия бактерии-антагониста в отношении фитопатогенного гриба *F. sporotrichioides*, который заключается в синтезе антибиотических веществ, разрушающих мицелий патогена на 7–10-е сутки. Максимальное количество антифунгальных веществ в супернатанте жидкой культуры штамма

14-3 образуется через 72–96 ч культивирования. Разработаны элементы технологии производства и применения опытного образца бактериального микробиопрепарата на основе штамма-продуцента 14-3 *P. chlororaphis*, согласно которым глубинное культивирование следует осуществлять в течение 72 ч на пептон-дрожжевой питательной среде, Чапека или Кинга В при температуре 25–30 °С, кислотность среды должна быть в пределах 5–10, в качестве источников углеродного питания можно использовать глюкозу, сахарозу, глицерин или мелассу, азотного питания – дрожжевой экстракт или пептон; норма расхода для обработки семян сои составляет 2,0 л/т.

UDC 632.937:633.853.52

### A perspective strain 14-3 *Pseudomonas chlororaphis* for microbiological protection of soybean against Fusarium.

Kurilova D.A., candidate of biology  
Maslienko L.V., doctor of biology

FGBNU VNIIMK  
17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia  
Tel.: (861) 255-59-33  
E-mail: smus-vniimk@yandex.ru

**Key words:** Fusarium, soybean, antagonism, bacteria, *Pseudomonas*, strain, microbiopreparations, screening, interaction mechanism, antibiotic activity, periodic cultivation.

With the purpose to create an effective bacterial microbiopreparation, the bacterial strains of the genera *Pseudomonas* and *Bacillus* from the collection of the biometod laboratory of VNIIMK were screened to pathogenic isolate of *Fusarium sporotrichioides* Sherb. As a result the most effective bacterial strain-producer of microbiopreparation 14-3 *Pseudomonas chlororaphis* was selected. High biological efficiency of the strain 14-3 *P. chlororaphis* was proved inder artificial infection with the Fusarium pathogen in laboratory conditions by the method of agar blocks (52.2%) and in soil (20.3%), as well as in the field on small experimental plots (25.7%). The strain 14-3 had a growth stimulating effect on the soybean seedlings: root length was increased on 17.5%, root weight – on 13.3%. Mechanism of action of bacterium-antagonist against phytopathogenic fungus *F. sporotrichioides* was studied; it presents the synthesis of antibiotic substances that destroy the pathogen mycelium in 7-10 days. The maximum number of antifungal substances in liquid culture supernatant of the strain 14-3 is formed through 72-96 hours of cultivation. The elements of the production technology and application of a prototype of the bacterial microbiopreparation on the basis of the strain-producer 14-3 *P. chlororaphis* were developed: deep cultivation should be carried out within 72 hours on

peptone-yeast nutrient medium, Chapek or King B mediums at a temperature of 25-30 °C, medium pH should be 5-10, as sources of carbon nutrition can be used glucose, sucrose, glycerol, or molasses, as a source of nitrogen nutrition – yeast extract or peptone; the application rate for the soybean seeds processing is 2.0 liter per ton.

**Введение.** Фузариоз является одной из наиболее вредоносных болезней сои. Существует несколько типов проявления этой болезни: гибель точки роста, пятнистость листьев, загнивание бобов и семян, но наиболее распространёнными являются гниль корней и трахеомикозное увядание растений. Проявления фузариоза зависят от физиологического состояния растений, степени их устойчивости, инфекционной нагрузки, специфической физиологической активности возбудителя (быстрота роста, образования токсинов, ферментов и т. д.) [1–4].

Наиболее интересным подходом в борьбе с фузариозными заболеваниями растений является использование живых культур микроорганизмов [5]. Важную роль в борьбе с фузариозом играют бактерии, которые имеют ряд преимуществ перед грибными антагонистами благодаря быстрому размножению, высокой воспроизводимости популяции в ризосфере и устойчивости к фунгицидам [6]. Многие бактерии продуцируют антибиотики, подавляющие или замедляющие рост и развитие фитопатогенов [7; 8]. Также доказано ростостимулирующее влияние бактерий на растения благодаря способности синтезировать ауксины, цитокинины и гиббереллиноподобные вещества [9–11].

Грамотное и своевременное применение микробиологических средств защиты растений на фоне высокой агротехники может значительно улучшить фитосанитарную обстановку в посевах и существенно увеличить урожай, поскольку микробиопрепараты обладают специфичностью и сложными механизмами действия на растения и других членов агроценозов, способны решить проблему

резистентности популяций фитопатогенов к пестицидам. Поэтому разработка эффективного и экологически безопасного бактериального микробиологического препарата для снижения вредоносности фузариоза сои является актуальной.

**Материалы и методы.** Объектом исследований служили: штаммы бактерий-антагонистов возбудителей болезней масличных культур, тест-культура возбудителя фузариоза сои *Fusarium sporotrichioides* Sherb., опытные образцы микробиопрепаратов, районированные сорта сои.

Активные штаммы антагонистов фитопатогенов наращивали на подобранных питательных средах. Титр лабораторных образцов микробиопрепаратов во всех опытах определяли методом Коха [12]. Защитный эффект жидких культур (ЖК) и водных суспензий (ВС) штаммов-антагонистов для прорастающего семени сои и подбор оптимальных норм их применения определяли на фоне искусственного заражения семян сои *F. sporotrichioides* Sherb в лабораторных условиях во влажной камере методом агаровых блоков при 25 °C [13]. Контроль – семена без обработки биопрепаратами без внесения инфекции и с инфекцией. Биологическую эффективность штаммов-антагонистов на фоне искусственного заражения почвы фузариозом проводили в вегетационных сосудах, содержащих смесь почвы и песка (в соотношении 3:1), в каждый рядок вносили по 5,0 г инокулюма. После внесения патогена осуществляли высев семян сои (5 штук в рядок), обработанных ЖК и ВС штаммов-антагонистов. Опыт проводили при температуре +25 °C. Для определения эффективности обработки семян сои опытными образцами микробиопрепаратов в полевых условиях против фузариоза, посев мелкоделяночных опытов осуществляли 4-рядной селекционной сеялкой СКС-6А с междурядьями 70 см. Густота стояния 250–300 тыс. раст./га. Площадь делянки 14 м<sup>2</sup>, повторность 3-кратная. Учёты поражения сои фуза-

риозом проводили по разработанной нами шкале [14].

Биологическую эффективность опытных образцов микробиопрепаратов определяли по формуле [15]:

$$C = \frac{100 \cdot x (a-b)}{a},$$

где С – биологическая эффективность, %;

*a* – количество больных растений в контроле;

*b* – количество больных растений в варианте.

Механизм взаимодействия бактериального штамма-антагониста с возбудителем фузариоза сои изучали модифицированным методом двойных культур [16]. Наблюдения за развитием патогена и антагониста проводили ежедневно с помощью светового микроскопа.

**Результаты и обсуждение.** С целью создания эффективного бактериального микробиопрепарата нами ранее было протестировано 26 бактериальных штаммов-антагонистов фитопатогенов, представленных родами *Pseudomonas* и *Bacillus*, из коллекции лаборатории биометода ВНИИМК. На первом этапе скрининга бактерий с антагонистическим действием к возбудителю фузариоза сои *F. sporotrichioides* Sherb. при двух температурных режимах 25 и 10 °С наибольшую эффективность показали три штамма: 12-2 *Pseudomonas sp.*, 14-3 *P. chlororaphis* и Б-5 *B. licheniformis* [17].

Следующий этап скрининга заключался в изучении влияния указанных перспективных бактериальных штаммов-антагонистов возбудителей фузариоза на культуру сои. Исследования показали, что тестируемые штаммы не оказывают негативного влияния на всхожесть семян и не вызывают увядания проростков. Более того, отмечено ростостимулирующее влияние перспективных штаммов-антагонистов на проростки, в особенности на длину и массу корня. Максимальное увеличение длины корня наблюдалось у штамма 14-3 *P. chlororaphis* (на 17,5 %), максимальное увеличение мас-

сы корня – у 12-2 *Pseudomonas sp.* (на 20,0 %) и 14-3 *P. chlororaphis* (на 13,3 %). Влияние штаммов-антагонистов на длину и массу стебля также отмечено, но в меньшей степени [18].

Определение защитного эффекта перспективных штаммов-антагонистов на прорастающие семена сои, а также отработку оптимальных норм расхода опытных образцов микробиопрепаратов проводили в условиях влажной камеры. Испытывались нормы расхода от 0,5 до 3,0 л/т (табл. 1).

Таблица 1

**Биологическая эффективность обработки семян сои сорта Ника опытными образцами микробиопрепаратов на фоне искусственного заражения в лабораторных условиях**

Вариант	Норма расхода, л/т	Поражено фузариозом, %	Биологическая эффективность, %
Контроль без инфекции	-	37,3	-
Контроль + инфекция	-	58,6	-
ТМТД, эталон, ВСК	6,0	20,0	65,9
12-2 <i>Pseudomonas sp.</i> , ЖК	0,5	41,4	29,9
	1,0	20,0	<b>65,9</b>
	2,0	54,7	6,6
14-3 <i>P. chlororaphis</i> , ЖК	1,0	29,4	49,8
	2,0	28,0	<b>52,2</b>
	3,0	46,7	20,3
Б-5 <i>B. licheniformis</i> , ЖК	1,0	36,0	38,6
	2,0	32,0	45,4
	3,0	30,7	<b>47,6</b>

Примечание: ВСК – водно-суспензионный концентрат, ЖК – жидкая культура

На фоне поражения фузариозом в контроле 58,6 % максимальная биологическая эффективность установлена у штаммов 12-2 *Pseudomonas sp.* с нормой расхода 1,0 л/т (65,9 %), 14-3 *P. chlororaphis* с нормой расхода 2,0 л/т (52,2 %) и Б-5 *B. licheniformis* с нормой расхода 3,0 л/т (47,6 %). Данные нормы расхода опытных образцов микробиопрепаратов

признаны оптимальными и использовались во всех последующих опытах.

Следующим этапом вторичного скрининга было определение эффективности опытных образцов микробиопрепаратов на фоне искусственного заражения семян сои возбудителем фузариоза в почве в лабораторных условиях. Биологическая эффективность испытываемых штаммов-продуцентов, на жёстком фоне поражения фузариозом в контроле 78,7 %, составила от 1,8 до 20,3 % при биологической эффективности химического эталона ТМТД, ВСК – 13,6 %. Максимальную биологическую эффективность проявил штамм 14-3 *P. chlororaphis* – 20,3 % (табл. 2).

Таблица 2

**Биологическая эффективность обработки семян сои сорта Славия опытными образцами микробиопрепаратов на фоне искусственного заражения почвы**

Вариант	Титр, КОЕ/мл	Норма расхода, л/т	Поражено проростков, %	Биологическая эффективность, %
Контроль без инфекции	-	-	7,8	-
Контроль с инфекцией	-	-	78,7	-
Эталон ТМТД, ВСК	-	6,0	68,0	13,6
12-2 <i>Pseudomonas sp.</i> , ЖК	$7,4 \times 10^{12}$	1,0	73,3	6,9
14-3 <i>P. chlororaphis</i> , ЖК	$5,8 \times 10^{12}$	2,0	62,7	<b>20,3</b>
Б-5 <i>B. licheniformis</i> , ЖК	$3,0 \times 10^{10}$	3,0	77,3	1,8

Примечание: ВСК – водно-суспензионный концентрат, ЖК – жидкая культура

Следующим этапом скрининга стало испытание штаммов-продуцентов на естественном фоне заражения возбудителем фузариоза в полевых условиях на мелкоделяночных опытах (табл. 3).

На фоне поражения сои фузариозом в контроле 49,1 % максимальная биологическая эффективность отмечена при обработке семян опытными образцами микробиопрепаратов на основе штаммов 14-3 *P. chlororaphis* (25,7 %) и 12-2 *Pseudomonas sp.* (23,4 %) при эффективности химического эталона ТМТД 10,8 %. Существенный сохранённый урожай полу-

чен в вариантах со штаммами 14-3 *P. chlororaphis* и Б-5 *B. licheniformis* (0,15 т/га).

Таблица 3

**Биологическая эффективность обработки семян сои сорта Альба опытными партиями микробиопрепаратов против фузариоза в полевых условиях**

Вариант	Норма расхода, л/т	Поражено фузариозом (2 + 3 балла), %	Биологическая эффективность, %	Урожайность, т/га	Сохранённый урожай, т/га
Контроль, б/о	-	49,1	-	1,64	-
ТМТД, ВСК, эталон	6,0	43,8	10,8	1,77	0,13
12-2 <i>Pseudomonas sp.</i> , ЖК	1,0	37,6	<b>23,4</b>	1,70	0,06
14-3 <i>P. chlororaphis</i> , ЖК	2,0	36,5	<b>25,7</b>	1,79	<b>0,15</b>
Б-5 <i>B. licheniformis</i> , ЖК	3,0	48,1	2,0	1,79	<b>0,15</b>
НСР <sub>05</sub>				0,13	

Примечание: ВСК – водно-суспензионный концентрат, ЖК – жидкая культура

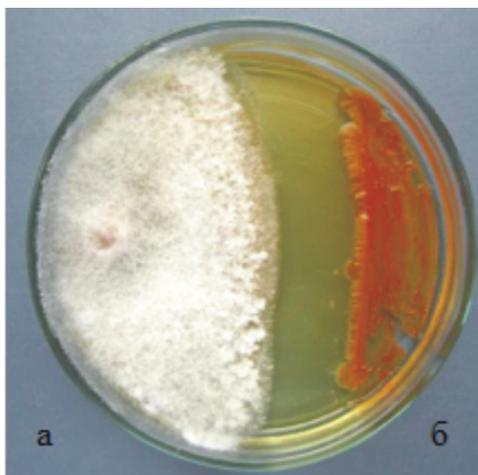
Объединив весь спектр полученных в результате ступечатого скрининга данных, наиболее эффективным признан штамм 14-3 *Pseudomonas chlororaphis*, обеспечивающий защиту семян и проростков сои на жёстком фоне искусственного заражения возбудителем фузариоза во влажной камере и в почве, а также в полевых условиях, активно колонизирующий корень, одновременно оказывающий ростостимулирующее влияние на культуру сои [17; 19].

Разработка эффективных микробиопрепаратов для защиты растений от болезней предполагает изучение механизмов взаимодействия штаммов-продуцентов с патогенами. При изучении взаимодействия штамма-продуцента микробиопрепарата 14-3 *P. chlororaphis* с возбудителем фузариоза сои *F. sporotrichioides* морфологические изменения мицелия патогена отмечены на пятые сутки совместной инкубации: задержка в росте

мицелия патогена по сравнению с контролем. На седьмые сутки патоген в контроле занял всю площадь питательной среды, тогда как в варианте с антагонистом только 50 %, при этом диаметр антибиотической зоны составил 28 мм. Вблизи зоны наблюдалось угнетение, частичный лизис и морфологические изменения мицелия патогенного гриба. К десятым суткам совместного культивирования диаметр антибиотической зоны несколько уменьшился и составил 26 мм, оставшись неизменным (рис. 1).



1



2

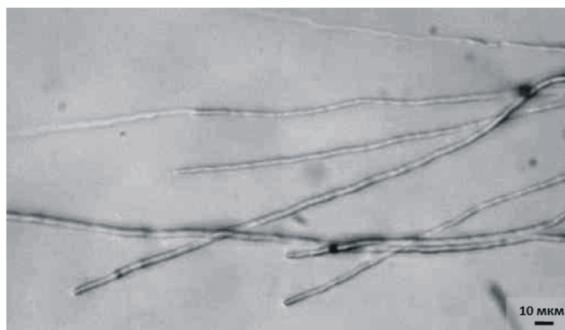
Рисунок 1 – Влияние штамма 14-3 *P. chlororaphis* на возбудителя фузариоза сои *F. sporotrichioides* на десятые сутки инкубации (ориг.):

1 – чистая культура патогенного гриба;  
2 – патогенный изолят возбудителя фузариоза (а) + бактериальный штамм антагониста (б)

При микроскопировании мицелия патогена на пятые сутки совместной инкубации наблюдалось нехарактерное интенсивное ветвление гиф (рис. 2.1). Кроме того, в отличие от контроля (рис. 2.2), где субстратный мицелий имел прямонаправленный рост, в варианте с антагонистом, ранее нормально сформированные гифы патогена изменяли направление своего роста в стороны. Большая часть свежесформированных гиф патогена вместо продвижения вперёд по субстрату тянулась вверх, активно формируя воздушную часть мицелия. Также отмечена задержка удлинения апикальных гиф, которые истончались к концу и отличались меньшим диаметром.



1



2

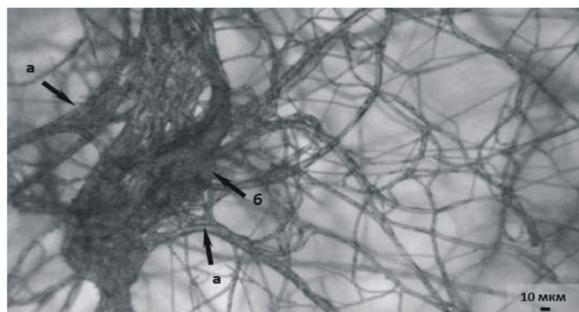
Рисунок 2 – Мицелий возбудителя фузариоза сои *F. sporotrichioides* на пятые сутки инкубации (ориг.):

1 – совместно с антагонистом 14-3 *P. chlororaphis*;

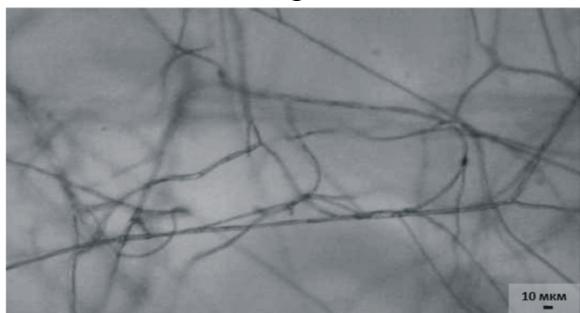
а – задержка удлинения апикальных гиф;  
б – интенсивное ветвление гиф;  
в – изменение направления роста;  
г – истончение апикальных гиф;  
2 – без антагониста (контроль)

На седьмые сутки совместной инкубации отмечалась агрегация мицелия патогена

гена в тяжи – плотные и однородные сплетения гиф. Более того, отдельные тяжи скручивались в огромные бесформенные узлы (рис. 3.1). При этом в контрольном варианте наблюдался нормальный рост и развитие мицелия гриба (рис. 3.2).



1



2

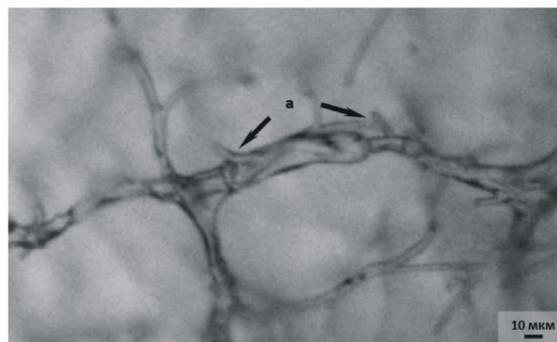
Рисунок 3 – Мицелий возбудителя фузариоза сои *F. sporotrichioides* на седьмые сутки инкубации (ориг.):

- 1 – совместно с антагонистом 14-3 *P. chlororaphis*: а – агрегация мицелия патогена в тяжи; б – сплетение тяжей в узел;  
2 – без антагониста (контроль)

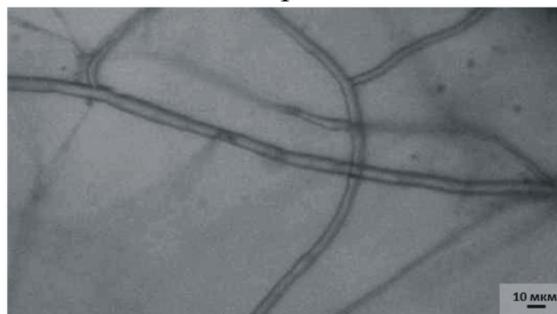
К десятым суткам совместного культивирования вблизи антибиотической зоны наблюдалась деградация мицелия патогена. Отдельные гифы патогена в тяжах разрывались, вследствие чего происходил распад узлов и гибель мицелия (рис. 4.1).

На пятнадцатые сутки культивирования вблизи зоны взаимодействия деградация и гибель мицелия патогена усугублялась.

Таким образом, нами установлено, что исследуемый бактериальный штамм 14-3 *P. chlororaphis* обладает фунгистатическим антибиотическим антагонизмом, то есть способен выделять антибиотические вещества, под воздействием которых происходит ингибирование роста колонии патогена с образованием между ними пустой, «стерильной» зоны.



1



2

Рисунок 4 – Мицелий возбудителя фузариоза *F. sporotrichioides* на десятые сутки культивирования (ориг.):

- 1 – совместно с антагонистом 14-3 *P. chlororaphis*: а – разрыв отдельных гиф патогена; 2 – контроль (без антагониста)

Антибиотическую активность штамма-продуцента микробиопрепарата 14-3 *P. chlororaphis* к возбудителю фузариоза сои отмечена на третьи сутки периодического культивирования штамма на жидкой среде Кинга В методом диффузии в агар. Установлено, что максимальная антибиотическая активность штамма 14-3 к возбудителю фузариоза сои отмечена на третьи сутки периодического культивирования. Действие антифунгальных веществ фильтрата жидкой культуры штамма-антагониста при культивировании в течение 8–48 ч активно преодолевалось патогеном уже к третьим суткам инкубации. Максимальная концентрация антибиотических веществ, оказывающих стойкое сдерживающее действие на патоген, образовалась в культуральной жидкости штамма через 72–96 ч культивирования и сохранялась неизменной до конца эксперимента (рис. 5) [19].

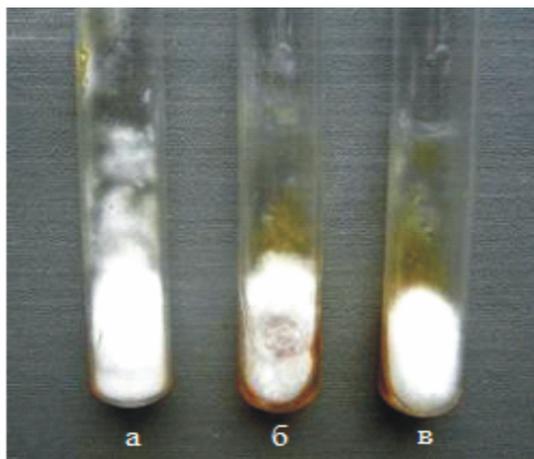


Рисунок 5 – Ингибирование роста патогенного изолята возбудителя фузариоза в зависимости от срока периодического культивирования бактериального штамма-антагониста 14-3 *P. chlororaphis* на 15-е сутки инкубации:

- а** – контроль (*F. sporotrichioides*) без добавления ЖК штамма 14-3; **б** – тест-объект + ЖК штамма 14-3 при культивировании в течение 72 ч; **в** – тест-объект + ЖК штамма 14-3 при культивировании в течение 96 ч

Для производства эффективного микробиопрепарата необходимо получение культуры с высокой плотностью микробных клеток в сочетании с максимальной концентрацией антифунгальных веществ. С этой целью изучали физиологические признаки перспективного штамма 14-3 *P. chlororaphis*: оптимальные питательные среды, источники углеродного и азотного питания, температуру культивирования и кислотность среды. В результате исследований установлено, что при производстве микробиопрепарата на основе бактериального штамма 14-3 *P. chlororaphis* глубинное культивирование следует осуществлять на пептон-дрожжевой питательной среде, Чапека или Кинга В при температуре 25–30 °С, кислотность среды должна быть в пределах 5–10, в качестве источников углеродного питания можно использовать глюкозу, сахарозу, глицерин или мелассу, азотного питания – дрожжевой экстракт или пептон [19].

**Выводы.** В результате ступенчатого скрининга отобран перспективный бактериальный штамм-продуцент микробио-

препарата 14-3 *P. chlororaphis*, обеспечивающий эффективную защиту семян и проростков сои на жёстком фоне искусственного заражения возбудителем фузариоза, а также на естественном фоне поражения в полевых условиях, обладающий ростостимулирующим влиянием на проростки сои. Изучен механизм действия штамма-продуцента 14-3 *P. chlororaphis* в отношении фитопатогенного гриба *F. sporotrichioides*, который заключается в синтезе антибиотических веществ, разрушающих мицелий патогена на 7–10 сутки. Разработаны элементы технологии производства и применения лабораторного образца бактериального микробиопрепарата на основе штамма-продуцента 14-3 *P. chlororaphis*.

#### Список литературы

1. Соя: биология и технология возделывания / Под ред. В.Ф. Баранова, В.М. Лукомца. – Краснодар: Изд-во «Советская Кубань», 2005. – 433 с.
2. Билай В.И., Гвоздяк Р.И., Скрипаль И.Г. [и др.]. Микроорганизмы – возбудители болезней. – Киев: Наукова думка, 1988. – 552 с.
3. Подкина Д.В., Котлярова И.А. Использование комбинированных инфекционных фонов при оценке устойчивости сои к корневой гнили // Научн.-тех. бюл. ВНИИМК. – 1988. – № 3. – С. 25–27.
4. Заостровных В.И., Дубовицкая Л.К. Вредные организмы сои и система фитосанитарной оптимизации её посевов / Под ред. В.А. Чулкиной. – Новосибирск, 2003. – 528 с.
5. Калько Г.В. Биологическое обоснование создания биопрепаратов, эффективных в отношении фузариозных заболеваний сельскохозяйственных культур: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Калько Галина Валентиновна. – СПб., 1996. – 22 с.
6. Захаренко, В.А., Павлюшин В.А., Воронин К.Е. Биоценотическая регуляция – основа биологической защиты растений в агроэкосистемах // Теоретические основы разработки биологических средств защиты растений, новые отселектированные формы полезных организмов, технологии изготовления биологических средств защиты растений и их применение. – М., 2004. – С. 4–31.
7. Hebbar P., Berge O., Heulin T. [et al.] Bacterial antagonists of sunflower (*Helianthus annuus* L.) fungal pathogens // Plant and soil. – 1991. – Vol. 133. – P. 131–140.
8. Thomashow L.S., Weller D.M. Role of a phenazine antibiotic from *Pseudomonas fluorescens* in biological control of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* // Bacterid. – 1988. – Vol. 170. – P. 3499–3508.
9. Raaijmakers J.M., Vlami M., de Souza J.T. Antibiotic production by bacterial biocontrol agents //

Antonie van Leeuwenhoek. – 2002. – Vol. 81. – № 1–4. – P. 537–547.

10. Боронин А.М. Ризосферные бактерии рода *Pseudomonas*, способствующие росту и развитию растений // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 10. – С. 25–31.

11. Боронин А.М., Кочетков В.В. Биологические препараты на основе псевдомонад // АГРО XXI. – 2000. – № 3. – С. 3–5.

12. Нетрусов Ф.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М. [и др.]. Практикум по микробиологии. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 608 с.

13. Зайчук В.Ф. Об устойчивости подсолнечника к гнилям // Масличные культуры. – 1983. – № 1. – С. 16–17.

14. Курилова Д.А. Вредоносность фузариоза сои в зависимости от степени поражения растений // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2010. – Вып. 2 (144–145). – С. 84–89.

15. Груздев Г.С. Практикум по химической защите. – М.: Колос, 1983. – 230 с.

16. Егоров Н.С. Выделение микробов-антагонистов и биологические методы учета их антибиотической активности. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1957. – 78 с.

17. Маслиенко Л.В., Курилова Д.А., Асатурова А.М. [и др.]. Первичный скрининг штаммов грибов и бактерий-антагонистов к возбудителю фузариоза сои // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2009. – Вып. № 1 (140). – С. 114–119.

18. Маслиенко Л.В., Курилова Д.А., Асатурова А.М. [и др.]. Влияние лабораторных образцов биопрепаратов на основе перспективных штаммов-антагонистов фитопатогенов на проростки сои // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2010. – Вып. 1 (142–143). – С. 104–108.

19. Маслиенко Л.В., Курилова Д.А. Разработка микробиологического метода снижения вредоносности фузариоза на сое // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2012. – Вып. 2 (151–152). – С. 167–183.

#### Reference

1. Soya: biologiya i tekhnologiya vozdel'yvaniya / Pod red. V.F. Baranova, V.M. Lukomtsa. – Krasnodar: Izd-vo «Sovetskaya Kuban'», 2005. – 433 s.

2. Bilay V.I., Gvozdyak R.I., Skripal' I.G. [i dr.]. Mikroorganizmy – vozбудiteli bolezney. – Kiev: Naukova dumka, 1988. – 552 s.

3. Podkina D.V., Kotlyarova I.A. Ispol'zovanie kombinirovannykh infektsionnykh fonov pri otsenke ustoychivosti soi k kornevoy gnili // Nauchn.-tekhn. byul. VNIIMK. – 1988. – № 3. – С. 25–27.

4. Zastrovnykh V.I., Dubovitskaya L.K. Vrednyye organizmy soi i sistema fitosanitarnoy optimizatsii ee posevov / Pod red. V.A. Chulkinoy. – Novosibirsk, 2003. – 528 s.

5. Kal'ko G.V. Biologicheskie obosnovanie sozdaniya biopreparatov, effektivnykh v otnoshenii fuzarioznykh zabolevaniy sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk / Kal'ko Galina Valentinovna. – SPb., 1996. – 22 s.

6. Zakharenko, V.A., Pavlyushin V.A., Voronin K.E. Biotseneticheskaya regulyatsiya – osnova biologicheskoy zashchity rasteniy v agroekosistemakh // Teoreticheskie osnovy razrabotki biologicheskikh sredstv zashchity rasteniy, novye otsektirovannyye formy poleznykh organizmov, tekhnologii izgotovleniya biologicheskikh sredstv zashchity rasteniy i ikh primenenie. – M., 2004. – S. 4–31.

7. Hebbbar P., Berge O., Heulin T. [et al.]. Bacterial antagonists of sunflower (*Helianthus annuus* L.) fungal pathogens // Plant and soil. – 1991. – Vol. 133. – P. 131–140.

8. Thomashow L.S., Weller D.M. Role of a phenazine antibiotic from *Pseudomonas fluorescens* in biological control of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritricilli* // Bacterid. – 1988. – Vol. 170. – P. 3499–3508.

9. Raaijmakers J.M., Vlami M., de Souza J.T. Antibiotic production by bacterial biocontrol agents // Antonie van Leeuwenhoek. – 2002. – Vol. 81. – № 1–4. – P. 537–547.

10. Boronin A.M. Rizosfernye bakterii roda *Pseudomonas*, sposobstvuyushchie rostu i razvitiyu rasteniy // Sorosovskiy obrazovatel'nyy zhurnal. – 1998. – № 10. – С. 25–31.

11. Boronin A.M., Kochetkov V.V. Biologicheskie preparaty na osnove psevdomonad // АГРО XXI. – 2000. – № 3. – С. 3–5.

12. Netrusov F.I., Egorova M.A., Zakharchuk L.M. [i dr.]. Praktikum po mikrobiologii. – M.: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2005. – 608 s.

13. Zaychuk V.F. Ob ustoychivosti podsolnechnika k gnilyam // Maslichnye kul'tury. – 1983. – № 1. – С. 16–17.

14. Kurilova D.A. Vredonosnost' fuzarioza soi v zavisimosti ot stepeni porazheniya rasteniy // Maslichnye kul'tury: Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2010. – Vyp. 2 (144–145). – С. 84–89.

15. Gruzdev G.S. Praktikum po khimicheskoy zashchite. – M.: Kolos, 1983. – 230 s.

16. Egorov N.S. Vydelenie mikrobov-antagonistov i biologicheskie metody ucheta ikh antibioticheskoy aktivnosti. – M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1957. – 78 s.

17. Maslienko L.V., Kurilova D.A., Asaturova A.M. [i dr.]. Pervichnyy skrininyng shtammov gribov i bakteriy-antagonistov k vozбудitel'yu fuzarioza soi // Maslichnye kul'tury: Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2009. – Vyp. № 1 (140). – С. 114–119.

18. Maslienko L.V., Kurilova D.A., Asaturova A.M. [i dr.]. Vliyanie laboratornykh obraztsov biopreparatov na osnove perspektivnykh shtammov-antagonistov fitopatogenov na prorstki soi // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2010. – Vyp. 1 (142–143). – С. 104–108.

19. Maslienko L.V., Kurilova D.A. Razrabotka mikrobiologicheskogo metoda snizheniya vredonosnosti fuzarioza na soe // Maslichnye kul'tury: Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2012. – Vyp. 2 (151–152). – С. 167–183.