

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 3 (122). - Б. 94-103. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.3(122).1771

УДК 613.43:[579.87:633.358]

## Фунгицидные свойства почвенных актиномицетов и их влияние на рост и развитие гороха

Науанова А.П.<sup>1,2</sup> , Алгожина А.Ш.<sup>1</sup> , Касипхан А.<sup>1</sup> , Назарова А.Ж.<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

<sup>2</sup>Товарищество с ограниченной ответственностью «Био-КАТУ»

Астана, Казахстан

**Автор-корреспондент:** Науанова А.П.: nauanova@mail.ru

**Соавторы:** (1:AA) asya.kz@mail.ru; (2: AK) akgul-03@mail.ru; (3: AH) nazar\_aiman@mail.ru

**Получено:** 24-09-2024 **Принято:** 27-09-2024 **Опубликовано:** 30-09-2024

### Аннотация

Предпосылки и цель. В настоящее время повышается роль биологических препаратов по сравнению с химическими. Основное их преимущество – снижение пестицидной нагрузки на агроценозы и получение более экологически чистой и полезной продукции. Целью исследования является изучение фунгицидной активности почвенных актиномицетов по отношению к возбудителям болезней и ростостимулирующих свойств гороха. Исследование почвенных актиномицетов является перспективным направлением в растениеводстве для воздействия против фитопатогенных грибов и стимулирования роста сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы. Антагонистическая активность актиномицетов против грибных заболеваний гороха проверена в лабораторных условиях методом агаровых блочков. Ростостимулирующие свойства культуральных фильтратов актиномицетов по отношению к проросткам семян гороха изучены по методу Берестецкого О.А. В полевых условиях проведена оценка влияния инокуляции семян гороха активными штаммами актиномицетов на структуру урожая.

Результаты. Проведенные исследования показали, что актиномицеты *Streptomyces microsporus* штамм 12, *Streptomyces auratus* штамм 42 и *Streptomyces platensis* штамм 44 могут быть перспективными агентами для биоконтроля грибных инфекций гороха, так как обладают высокой антагонистической активностью. В отношении гриба *Fusarium oxysporum* антагонизм проявлялся с формированием зоны лизиса диаметром 20-27 мм, в отношении *Alternaria trititica* №8 ингибирование роста фитопатогена составило от 12 до 18 мм, *Alternaria tenuissima* №5 был подавлен на 12-17 мм, *Drechslera graminea* №2 – от 12 до 35 мм.

Стимулирующее действие на проростки оказали штаммы №37, №23, №31, за счет веществ, выделяемых актиномицетами в среду обитания. Ризогенный эффект проявлялся у штаммов №1, №10, №12, №43, длина корней в этих вариантах увеличилась до 50% по сравнению с контролем.

При применении различных штаммов актиномицетов и консорциума в полевых условиях установлено подавление развития корневой гнили на 28-64% в начальный период роста гороха и до 88,6% в фазе цветения.

Инокуляция семян гороха активными штаммами актиномицетов положительно влияла на элементы структуры урожая гороха.

Закключение. Штаммы № 12, 42, 44, 37, 23 можно использовать при создании биопрепаратов для стимулирования роста гороха и в борьбе против грибных заболеваний данной культуры.

**Ключевые слова:** актиномицеты; фитопатогены; штамм; возбудитель болезни.

## **Введение**

Контроль за популяциями фитопатогенных грибов, вызывающих различные заболевания сельскохозяйственных культур, остается злободневной проблемой, решение которой может снизить потери урожая [1]. Применение химически синтезированных препаратов, используемых в борьбе против фитопатогенов, в подавляющем большинстве, являются токсичными, мутагенными, загрязняющими продукцию сельского хозяйства и окружающую среду [2]. Важная роль в улучшении фитосанитарного состояния почв и повышении устойчивости растений к фитопатогенам принадлежит микробным препаратам.

Среди почвенных микроорганизмов особое внимание исследователей привлекают актиномицеты, широко известные как антагонисты возбудителей болезней человека, животных и растений [3]. Однако, количество препаратов на их основе для растениеводства очень ограничено. Актуальность их применения очевидна в «органическом земледелии», которое нацелено на получение продуктов высокого качества.

Кроме того, известно, что актиномицеты являются активными продуцентами аминокислот, липидов, витаминов и прочих биологически активных веществ, обладающих свойством стимулировать рост и развитие других организмов или усиливать те или иные жизненные процессы [4]. Стимулирующий эффект прорастания семян растений обусловлен сложным комплексом факторов, в который входят и гормоны роста растений (ауксины, гиббереллины и пр.), витамины, некоторые аминокислоты и ряд других веществ [5].

Современные требования выращивания продукции сельского хозяйства без использования химических препаратов, к которому стремятся большинство развитых стран мира, стимулирует развитие новых биологических подходов. Впервые, используя потенциал почвенных актиномицетов, было изучено их влияние на подавление фитопатогенных грибов у растений гороха. Показана значимая роль актиномицетов в формировании резистентности у гороха к фитопатогенным грибам. Поэтому почвенные актиномицеты представляют особый интерес в качестве источника эффективных биофунгицидов.

Целью исследования было изучение фунгицидных свойств почвенных актиномицетов и их влияние на рост и развитие гороха в условиях *in vitro* и *in vivo*.

## **Материалы и методы**

Эксперименты проведены в лабораторных и полевых условиях, в экспериментально-производственной лаборатории биотехнологии микроорганизмов ТОО «БИО-КАТУ» и на стационарном поле ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева».

Объектами исследований служили образцы почв, штаммы актиномицетов, семена гороха.

Различные штаммы актиномицетов выделены из различных типов почв Северного Казахстана. Изучение антагонистической активности актиномицетов по отношению к основным возбудителям болезней сельскохозяйственных культур проводили двумя методами: метод агаровых блочков по Красильникову Н.А. [6] и метод встречных культур. Для получения агаровых блочков культуры фитопатогенных грибов культивированы на подкисленной плотной среде Чапека-Докса. Одновременно на такой же среде отдельно были выращены штаммы антагонистов. При получении сплошного «газона» стерильным пробочным сверлом были вырезаны блочки диаметром 10 мм с мицелием грибов и были перенесены на поверхность тест-организма. На 7-е сутки совместного культивирования грибов определяли зоны ингибирования роста фитопатогена. О степени антагонистической активности судили по диаметру зоны подавления роста гриба.

В лабораторных условиях по методике Берестецкого О.А. определяли ростостимулирующие свойства культуральных фильтратов (КФ) актиномицетов по отношению к проросткам семян гороха сорта Неосыпающий-1. Семена обрабатывались КФ в течение 24 часов. В каждом варианте было взято по 30 семян без внешних признаков заболевания. По истечении времени семена ополаскивались водопроводной водой, переносились на фильтровальную бумагу в чашки Петри, где культивировались 7 суток при температуре 20-22 °С. Были проанализированы на следующие показатели: всхожесть семян, длина ростков и корней [7].

В полевых опытах использовался сорт гороха Неосыпающийся-1. На опытных вариантах семена гороха были обработаны суспензионной культурой отдельно взятых актиномицетов *S. xantholiticus* штамм 7, *S. microsporus* штамм 12, *S. auratus* штамм 42 и консорциума *Act. spp.* штаммы 6+14+23. Повторность опыта трёхкратная, размещение делянок рендоизированное. Размер делянок 1 м<sup>2</sup>. Срок посева – 24 мая. Глубина заделки - 6-7 см. Норма высева – 350 шт/м<sup>2</sup> всхожих семян. В контрольном варианте семена не инфицировали штаммами актиномицетов. Структурный анализ урожайности проводили согласно общепринятым методикам [8].

В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения за ростом и развитием и распространением различных заболеваний гороха.

Распространение болезни определяли по формуле (1):

$$R = \frac{n \times 100}{N}, \quad (1)$$

где  $R$  - % пораженности посевов или распространение болезни;

$n$  - количество больных растений в пробе;

$N$  - общее число анализируемых растений.

Развитие болезни определяли по формуле (2):

$$P = \left( \frac{\sum(a \times b)}{AK} \right) \times 100, \quad (2)$$

где  $P$  - развитие болезни, %;

$a$  - число растений с одинаковыми признаками поражения;

$b$  - соответствующий этому признаку балл поражения;

$\Sigma$  - сумма произведения числовых показателей  $a \times b$ ;

$A$  - число растений в учете;

$K$  - высший балл учетной шкалы.

Биологическую эффективность (Бэф) препаратов определяли по формуле (3):

$$\text{Бэф.} = (P_k - P_o) \times 100 : P_k, \quad (3)$$

где  $P_o$  – пораженность растений болезнями в опыте;

$P_k$  – тот же показатель в контроле.

### Результаты и обсуждение

В литературе имеется много данных о положительном влиянии чистых культур бактерий, грибов и актиномицетов на рост и урожай растений. Микробы – активаторы увеличивают процент всхожести семян, ускоряют рост проростков, а нередко и изменяют характер биохимических процессов [9, 10].

Чистые культуры выделенных актиномицетов протестированы по ростостимулирующим свойствам в отношении проростков гороха (таблица 1). Стимуляция роста растений может происходить за счет веществ, выделяемых актиномицетами в среду обитания: биотин, тиамин, рибофлавин, пантотеновая и никотиновая кислоты, каротиноидные пигменты, аминокислоты, ауксины и другие ростовые вещества [11].

Таблица 1 – Влияние культуральных фильтратов штаммов актиномицетов на рост проростков гороха

Вариант	Всхожесть семян, %	В отношении контроля, %	Длина корешков, см	В отношении контроля, %	Длина ростков, см	В отношении контроля, %
Контроль	70,0	100	1,9±,03	100	1,3±0,2	100
Штамм №1	79,0	113	3,0±0,05	158	1,5±0,1	115
Штамм №2	80,0	114	2,2±0,1	116	1,55±0,2	119

Продолжение таблицы 1

Штамм №3	78,0	111	2,4±0,1	126	2,0±0,1	154
Штамм №4	68,5	98	1,7±0,05	89	2,0±0,05	154
Штамм №10	71,0	101	3,45±0,1	179	1,95±0,1	150
Штамм №11	54,0	77	2,75±0,25	142	1,3±0,2	100
Штамм №12	84,5	121	3,8±0,1	200	2,2±0,1	169
Штамм №15	46,0	66	2,7,0±0,2	142	1,5±0,2	115
Штамм №16	52,0	74	1,6±0,05	84	1,75±0,1	135
Штамм №23	84,0	120	3,4±0,1	179	2,4±0,1	185
Штамм №25	54,0	77	3,0±0,1	158	1,75±0,2	135
Штамм №28	58,0	83	3,0±0,25	158	2,3±0,05	177
Штамм №30	40,0	57	1,3±0,25	68	1,3±0,02	100
Штамм №31	59,0	84	2,8±0,1	150	2,4±0,05	185
Штамм №34	59,0	85	3,6±0,2	189	2,3±0,1	177
Штамм №36	58,0	83	2,2±0,1	116	1,5±0,2	115
Штамм №37	71,0	101	2,7±0,05	142	2,5±0,2	192
Штамм №40	72,0	103	3,5±0,2	184	2,1±0,05	161
Штамм №41	58,0	83	1,9±0,2	100	1,2±0,1	92
Штамм №43	72,0	103	3,5±0,2	184	2,2±0,2	169
Штамм №46	42,0	60	2,6±0,1	153	1,8±0,2	138
Штамм №47	49,5	71	4,1±0,2	216	2,3±0,05	177

Всхожесть – важнейший показатель качества семян, определяющий пригодность семенного материала к посеву. Обработка семян суспензионной культурой из числа испытуемых штаммов №2, №12, №23 повышала всхожесть семян до 14%. Почти 40% штаммов оказали ингибирующее действие на всхожесть семян гороха.

Подтверждение того факта, что экзометаболиты актиномицетов, способны повышать всхожесть представлены в работе Бурцевой С.А. с соавторами на примере табака [12].

При анализе влияния штаммов актиномицетов на морфометрические показатели было установлено, что длина ростков колебалась от 1,2 до 2,5 см. Стимулирующее действие на проростки оказали штаммы №37, №23, №31. Чуть ниже показатели по степени роста проростков семян гороха были у штаммов №4, №12, №28, №34, № 47, но больше, чем на контрольном варианте.

Однако, во многих вариантах, где семена были обработаны КФ актиномицетов, у проростков гороха показатели проростка были в 1,5-2,0 раза выше, чем на контроле.

Угнетающее действие на рост семян гороха связано с наличием среди метаболитов исследованных актиномицетов фитотоксинов [13]. Некоторые токсины вызывают внешне слабо выраженное угнетение роста растений, которое, отражается на биохимических процессах, протекающих в тканях. В таких растениях нарушается химический состав.

Ризогенный эффект проявлялся у штаммов №1, №10, №12, №43, так длина корней в этих вариантах увеличилась до 50% по сравнению с контролем.

Одним из актуальных вопросов на сегодняшний день является поиск новых эффективных штаммов микроорганизмов для разработки на их основе экологически безопасных средств защиты культур от различных болезней, применяемых в сельском хозяйстве. Основное направление таких поисков - селекция микроорганизмов-интродуцентов, содействующих стабилизации структуры биоценоза, которые в свою очередь нацелены на подавление фитопатогенов [14].

Следует отметить, что с каждым годом мутации среди патогенов, их устойчивость к уже существующим антибиотикам и биологически активным веществам, заставляет ученых по всему

миру искать новые способы их контроля [15]. И актиномицеты притягивают к себе все больше внимания, так как исследования в этой области многообещающие.

Выделенные штаммы актиномицетов испытаны в качестве антагонистов возбудителей наиболее распространенных грибных болезней. В качестве тест-микроорганизмов взяты возбудители различных типов корневых гнилей, альтернариоза семян, фузариоза, гельминтоспориоза и пятнистости листьев сельскохозяйственных культур.

В таблице 2 показаны антагонистические свойства некоторых штаммов по отношению к *Fusarium oxysporum*, *Alternaria triticina*, *Alternaria tenuissima* и *Drechslera graminea*, которые были выделены из больных листьев и стеблей растений.

Таблица 2 – Антагонизм штаммов рода *Streptomyces* по отношению к возбудителям корневых гнилей, альтернариоза семян, фузариоза, гельминтоспориоза и пятнистости листьев зернобобовых культур

Тестируемые штаммы актиномицетов	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Alternaria triticina</i> №8	<i>Alternaria tenuissima</i> №5	<i>Drechslera graminea</i> №2
Диаметр зоны ингибирования роста гриба, мм				
<i>Streptomyces cirratus</i> штамм 3	5,0±0,1	15,0±0,13	25,0±0,05	10,0±0,05
<i>Streptomyces parvus</i> штамм 5	12,0±0,1	12,0±0,05	12,0±0,1	11,0±0,05
<i>Streptomyces microsporus</i> штамм 12	27,0±0,17	18,0±0,1	12,0±0,13	35,0±0,13
<i>Streptomyces badius</i> штамм 13	3,0±0,1	-	-	35±0,1
<i>Streptomyces pratensis</i> штамм 15	10,0±0,11	10,0±0,13	12,0±0,11	30,0±0,05
<i>Actinomyces</i> spp. штамм 23	8,0±0,05	22,0±0,05	19,0±0,17	9,0±0,07
<i>Streptomyces sindenensis</i> штамм 28	5,0±0,2	4,0±0,1	16,0±0,11	10,0±0,01
<i>Actinomyces</i> spp. штамм 32	12,0±0,3	24,0±0,2	19,0±0,13	12,0±0,05
<i>Actinomyces</i> spp. штамм 33	11,0±0,21	11,0±0,17	12,0±0,13	33,0±0,1
<i>Actinomyces</i> spp. штамм 38	7,0±0,05	18,0±0,13	18,0±0,13	13,0±0,13
<i>Actinomyces</i> spp. штамм 39	14,0±0,05	1,0±0,2	3,0±0,17	20,0±0,11
<i>Streptomyces auratus</i> штамм 42	20,0±0,13	12,0±0,13	15,0±0,13	12,0±0,17
<i>Streptomyces platensis</i> штамм 44	23,0±0,13	18,0±0,1	17,0±0,11	21,0±0,15
<i>Actinomyces</i> spp. штамм 45	4,0±0,11	13,0±0,1	13,0±0,11	20,0±0,17
<i>Actinomyces</i> spp. штамм 46	4,0±0,17	10,0±0,05	10,0±0,1	24,0±0,17
<i>Actinomyces</i> spp. штамм 47	2,0±0,13	4,0±0,13	4,0±0,05	25,0±0,2

Штаммы актиномицетов *Streptomyces cirratus* штамм 3, *Streptomyces microsporus* штамм 12, *Actinomyces* spp. штамм 23, *Actinomyces* spp. штамм 32 обладали лизирующей активностью в отношении мицелия альтернариозной инфекции, зона лизиса колонии патогена превышала 15 мм, в некоторых случаях достигала до 24 мм (штамм 32). Среди тестируемых актиномицетов 58,3% штаммов имели ингибирующее действие против основного возбудителя пятнистости листьев - *Drechslera graminea*, зона ингибирования колонии патогена под действием антагониста колебалась в пределах от 9 мм до 35 мм. Возбудители фузариоза были слабо подвержены лизису при совместном культивировании антагонистами. Однако, лизис колонии возбудителя фузариоза произошел под действием активных веществ *Streptomyces microsporus* штамм 12, также отмечен антагонизм данного штамма по отношению ко всем испытуемым возбудителям грибных болезней.

При применении различных штаммов актиномицетов и консорциума установлено подавление развития корневой гнили (таблица 3). В начальный период роста и развития биопрепараты снизили распространение корневой гнили на посевах гороха на 28-64%. К фазе цветения биологическая эффективность данного мероприятия достигало до 88,6% на варианте с применением *S. microsporus* штамм 12.



Таблица 3 – Биологическая эффективность биопрепаратов против корневой гнили гороха

Вариант	Начальная фаза развития		Фаза цветения	
	R	Бэф	R	Бэф
Горох				
Контроль	27,7	-	33,3	-
<i>S. microsporus</i> штамм 12	10	64,0	11,4	88,6
<i>S. xantholiticus</i> штамм 7	20	28,0	15,2	54,3
<i>S. auratus</i> штамм 42	20	28	13,2	60,3
<i>Act. spp.</i> штаммы 6+14+23	11,2	60,0	4,5	86,4
Примечание: - R – распространение болезни, %; - Бэф - биологическая эффективность, %.				

Штаммы актиномицетов фитотоксического действия на растения гороха не оказывали.

Анализ элементов структуры урожайности показал, что за счет применения биопрепаратов сохранность растений гороха по вариантам была выше в сравнении с контролем (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние инокуляции семян гороха активными штаммами актиномицетов на структурные элементы урожая

Вариант	Сохранность растений, %	Число бобов на 1 растение, шт	Число семян, шт/боб	Масса 1000 семян, г	Урожайность, г/1 м <sup>2</sup>	Хозяйственная эффективность, %
Контроль	32,6	9,7±0,2	4,8±0,15	198,0	127,8	
<i>S. xantholiticus</i> штамм 7	50,0	10,67±0,1	4,51±0,2	248,0	253,6	49,6
<i>S. microsporus</i> штамм 12	42,6	12,6±0,15	5,2±0,1	239,6	268,9	52,4
<i>S. auratus</i> штамм 42	37,2	9,5±0,2	4,9±0,25	248,3	211,8	39,6
<i>Act. spp.</i> штаммы 6+14+23	63,2	7,43±0,15	4,48±0,2	220,1	225,1	43,2
НСР <sub>0,5</sub>					1,36	

Штамм *S. microsporus* штамм 12 способствовал повышению количества бобов и семян на одно растение. Применение биопрепаратов повышало массу 1000 семян гороха. Ростстимулирующие свойства препаратов отразилось на урожайности данной культуры. В вариантах с биопрепаратами на основе штаммов *S. microsporus* штамм 12, *S. xantholiticus* штамм 7, *S. auratus* штамм 42 и консорциума *Act. spp.* штаммы 6+14+23 урожай гороха увеличился в среднем на 46,2% по сравнению с контролем.

В целом, инокуляция семян гороха активными штаммами актиномицетов оказала максимальное положительное действие на формирование общего количества растений, массы семян с одного боба, а также на урожайность зернобобовых культур.

### Заключение

Выделенные из почвы штаммы актиномицетов в разной степени способны подавлять рост фитопатогенных грибов: метаболиты изучаемых штаммов вызывают образование зон задержки роста фитопатогенных грибов диаметром 15 мм, а у штамма №32 до 24 мм. Гораздо активнее происходит задержка роста фитопатогенных грибов у штамма *Drechslera graminea* (зона лизиса диаметром от 9 до 35 мм).

Выявлены варианты изучаемых штаммов актиномицетов, способные полностью подавлять рост *Fusarium oxysporum* (*Streptomyces microsporus* штамм 12, *Streptomyces auratus* штамм 42, *Streptomyces platensis* штамм 44), *Alternaria triticina* №8 (*Actinomyces spp.* штамм № 23, *Actinomyces spp.* штамм 32),

*Alternaria tenuissima* №5 (*Streptomyces cirratus* штамм 3, *Actinomyces* spp. штамм 23, *Actinomyces* spp. штамм 32), *Drechslera graminea* №2 (*Streptomyces microsporus* штамм 12, *Streptomyces badius* штамм 13, *Streptomyces pratensis* штамм 15, *Actinomyces* spp. штамм 33).

Обработка семян гороха суспензионной культурой актиномицетов штаммов №1, №12, №34, №40, №47 оказывала стимулирующий эффект на корнеобразование гороха, что привело к увеличению длины корней от 1,6 до 1,9 см в сравнении с контрольным вариантом. Экзометаболиты изучаемых штаммов после обработки семян увеличивают длину ростков от 0,9 до 1,2 см в сравнении с контролем (штаммы № 12, №23, № 28, № 31, № 37, № 47).

В начальный период роста и развития биопрепараты снизили распространение корневой гнили на посевах гороха на 28-64%. К фазе цветения биологическая эффективность данного мероприятия достигало до 88,6% на варианте с применением *S. microsporus* штамм 12.

Инокуляция семян гороха активными штаммами актиномицетов показала хорошие результаты в элементах структуры урожая гороха: повышалась сохранность гороха к моменту уборки, количество бобов и семян на 1 растение, масса 1000 семян, и в целом на урожайности.

#### **Вклад авторов**

АН., АА., КА., АН: провели и оформили исследование, поиск литературных источников, проанализировали собранные данные, подготовили рукопись. АП: провела окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

#### **Информация о финансировании**

Авторы выражают благодарность коллективу лаборатории ТОО «БИО-КАТУ». Статья подготовлена в рамках научно-технической программы ИРН BR21882327 «Разработка новых технологий органического производства и переработки сельскохозяйственной продукции».

#### **Список литературы**

- 1 Strange, RN, Scott, PR. (2005). Plant disease: a threat to global food security. *Annu. Rev. Phytopathol*, 43, 1:83-116. DOI: 10.1146/annurev.phyto.43.113004.133839.
- 2 Pandit, MA., Kumar, J, Gulati, S, Bhandari, N, Mehta, P, Katyal, R, Kaur, J. (2022). Major biological control strategies for plant pathogens. *Pathogens*, 11(2), 273. DOI: 10.3390/pathogens11020273.
- 3 Torres-Rodriguez, JA, Reyes-Pérez, JJ, Quiñones-Aguilar, EE, Hernandez-Montiel, LG. (2022). Actinomycete potential as biocontrol agent of phytopathogenic fungi: mechanisms, source, and applications. *Plants*, 11(23), 3201. DOI: 10.3390/plants11233201.
- 4 Das, P, Singh, SK, Singh, P, Zeyad, MT, Aamir, M, Upadhyay, RS. (2021). Actinomycetes as biostimulants and their application in agricultural practices. *In Microbiome stimulants for crops*, 267-282. DOI: 10.1016/B978-0-12-822122-8.00021-2.
- 5 Doumbou, CL, Hamby Salove, MK, Crawford, DL, Beaulieu, C. (2001). Actinomycetes, promising tools to control plant diseases and to promote plant growth. *Phytoprotection*, 82(3), 85-102. DOI: 10.7202/706219ar.
- 6 Красильников, НА. (1966). Суть метода заключается в повторном исследовании микроорганизмов и метаболитов. М.: МГУ, 216.
- 7 Берестецкий, ОА. (1982). Изучение фитотоксичности свойств микроскопических грибов. Методы экспериментальной микологии: справочник. Киев: Наук. Думка.
- 8 Мельничук, ДИ. (2013). Растениеводство. Полевая практика.
- 9 Шулепова, ОВ. (2020). Влияние защитных и стимулирующих препаратов на степень поражения семян сортов ярового ячменя фитопатогенами. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*, (2), 61.
- 10 Лукьянова, ОВ, Ступин, АС, Конкина, ВС, Антошина, ОА, Вавилова, НВ. (2022). Эффективность использования биопрепарата для борьбы с листовыми болезнями зерновых культур. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета*

им. ПА Костычева, 14(2), 57-64. DOI: 10.36508/RSATU.2022.4.2.007.

11 Теппер, ЕЗ, Шильникова, ВК, Переверзева, ГИ. (2004). Практикум по микробиологии, изд. 2.

12 Бурцева, СА, Маслоброд, СН, Акири, ИГ, Братухина, АА, Бырса, МН. (2016). Регуляция роста растений метаболитами стрептомицетов почв Молдовы и перспективы их применения. *Вестник защиты растений*, 89(3), 35-36.

13 Скворцова, ИН, Звягинцев, ДГ, Лукина, НН. (1989). Мутагенная и антимутагенная активность почв. Микроорганизмы и охрана почв. М.: МГУ, 193-204.

14 Burketova, L, Trda, L, Ott, PG, Valentova, O. (2015). Bio-based resistance inducers for sustainable plant protection against pathogens. *Biotechnology advances*, 33(6), 994-1004. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2015.01.004.

15 Uddin, TM, Chakraborty, AJ, Khusro, A, Zidan, BRM, Mitra, S., Emran, TB, Koirala, N. (2021). Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *Journal of infection and public health*, 14(12), 1750-1766. DOI: doi.org/10.1016/j.jiph.2021.10.020.

### References

1 Strange, RN, Scott, PR. (2005). Plant disease: a threat to global food security. *Annu. Rev. Phytopathol*, 43, 1:83-116. DOI: 10.1146/annurev.phyto.43.113004.133839.

2 Pandit, MA, Kumar, J, Gulati, S, Bhandari, N, Mehta, P, Katyal, R, Kaur, J. (2022). Major biological control strategies for plant pathogens. *Pathogens*, 11(2), 273. DOI: 10.3390/pathogens11020273.

3 Torres-Rodriguez, JA, Reyes-Pérez, JJ, Quiñones-Aguilar, EE, Hernandez-Montiel, LG. (2022). Actinomycete potential as biocontrol agent of phytopathogenic fungi: mechanisms, source, and applications. *Plants*, 11(23), 3201. DOI: doi.org/10.3390/plants11233201.

4 Das, P, Singh, SK, Singh, P, Zeyad, MT, Aamir, M, Upadhyay, RS. (2021). Actinomycetes as biostimulants and their application in agricultural practices. *In Microbiome stimulants for crops*, 267-282. DOI: 10.1016/B978-0-12-822122-8.00021-2.

5 Doumbou, CL, Hamby Salove, MK, Crawford, DL, Beaulieu, C. (2001). Actinomycetes, promising tools to control plant diseases and to promote plant growth. *Phytoprotection*, 82(3), 85-102. DOI: 10.7202/706219ar.

6 Krasil'nikov, NA. (1966). *Metody izucheniya pochvennyh mikroorganizmov i ih metabolitov*. М.: MGU, 216.

7 Berestetsky, OA. (1982). Study of the phytotoxicity properties of microscopic fungi. *Methods of experimental mycology: reference book*. Kyiv: Nauk. Dumka.

8 Melnichuk, D.I. (2013). *Plant growing. Field practice*.

9 Shulepova, OV. (2020). The influence of protective and stimulating drugs on the degree of damage to seeds of spring barley varieties by phytopathogens. *Bulletin of Michurinsky State Agrarian University*, (2), 61.

10 Lukyanova, OV, Stupin, AS, Konkina, VS, Antoshina, OA, Vavilova, NV. (2022). The effectiveness of using a biological product to combat leaf-stem diseases of grain crops. *Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after. PA Kostycheva*, 14(2), 57-64. DOI: 10.36508/RSATU.2022.4.2.007.

11 Tepper, EZ, Shilnikova, VK, Pereverzeva, GI. (2004). *Workshop on Microbiology*, ed. 2.

12 Burketova, L, Trda, L, Ott, PG, Valentova, O. (2015). Bio-based resistance inducers for sustainable plant protection against pathogens. *Biotechnology advances*, 33(6), 994-1004. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2015.01.004.

13 Skvortsova, IN, Zvyagintsev, DG, Lukina, NN. (1989). Mutagenic and antimutagenic activity of soils. *Microorganisms and soil protection*. М.: MSU, 193-204.

14 Burketova, L, Trda, L, Ott, PG, Valentova, O. (2015). Bio-based resistance inducers for sustainable plant protection against pathogens. *Biotechnology advances*, 33(6), 994-1004. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2015.01.004



15 Uddin, TM, Chakraborty, AJ, Khusro, A., Zidan, BRM, Mitra, S., Emran, TB, Koirala, N. (2021). Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *Journal of infection and public health*, 14(12), 1750-1766. DOI: 10.1016/j.jiph.2021.10.020.

## Топырақ актиномицеттерінің фунгицидтік қасиеттері және олардың бұршақтың өсуі мен дамуына әсері

Науанова А.П., Алгожина А.Ш, Касипхан А., Назарова А.Ж.

### Түйін

Алғышарт және мақсат. Қазіргі уақытта химиялық препараттармен салыстырғанда биологиялық препараттардың рөлі артып келеді. Олардың басты артықшылығы - агроценоздарға пестицидтік жүктемені азайту және экологиялық таза және пайдалы өнім алу. Зерттеудің мақсаты – топырақ актиномицеттерінің фунгицидтік қасиеттерін асбұршақтардың өсуі мен дамуы бойынша зерттеу. Топырақ актиномицеттерін зерттеу өсімдік шаруашылығында фитопатогенді саңырауқұлақтарға қарсы әрекет ету және өсуді ынталандыру үшін перспективалы бағыт болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Асбұршақтың саңырауқұлақ ауруларына қарсы актиномицеттердің антагонистік белсенділігі агар блок әдісімен зертханалық жағдайда тексерілді. Асбұршақ өскініне қатысты актиномицеттердің культуралық филтраттарының өсу ынталандырушы қасиеттері О.А.Берестецкий әдісімен анықталды. Бұршақ тұқымын актиномицеттердің белсенді штамдарымен егудің дақыл құрылымына әсері танап жағдайында бағаланды.

Нәтижелер. Жүргізілген зерттеулер *Streptomyces microsporus* 12 шт., *Streptomyces auratus* 42 шт. және *Streptomyces platensis* 44 шт. актиномицеттері асбұршақтың саңырауқұлақ инфекциясын биобақылау үшін келешекте агент ретінде қолдануға болады, себебі олардың антагонистік белсенділігі жоғары. *Fusarium oxysporum* саңырауқұлағына қатысты антагонизм диаметрі 20-27 мм болатын лизис аймағының қалыптасуымен көрінді, *Alternaria triticina* №8 қатысты фитопатогеннің өсуін тежеу 12 мм 18 мм дейін, *Alternaria tenuissima* №5 12-17 мм, *Drechslera graminea* - 12 мм-ден 35 мм-ге дейін өсуі басылды.

Актиномицеттер тіршілік ету ортасына бөлетін заттардың есебінен өскіндерге ынталандырушы әсер №37 шт., №23 шт., №31 штамдар көрсетті. Ризогенді әсер №1 шт., №10 шт., №12 шт., №43 пайда болды, сондықтан бұл нұсқалардағы тамырлардың ұзындығы бақылаумен салыстырғанда 50% дейін өсті.

Егіс алқабында актиномицеттер мен консорциумның әртүрлі штамдарын қолданған кезде бұршақ өсуінің бастапқы кезеңінде тамыр шірігінің дамуын 28-64% және гүлдену кезеңінде 88,6% дейін тежелуі байқалды.

Актиномицеттердің белсенді штамдарымен бұршақ тұқымының инокуляциясы бұршақ дақылының құрылымдық элементтеріне оң әсер етті.

Қорытынды. № 12, 42, 44, 37, 23 штамдарын бұршақтың өсуін ынталандыратын биологиялық өнімдерді жасауда және осы дақылдың саңырауқұлақ ауруларымен күресуде қолдануға болады.

**Кілт сөздер:** актиномицеттер; фитопатогендер; штамм; аурудың қоздырғышы.

## Fungicidal properties of soil actinomycetes and their influence on the growth and development of peas

Ainash P. Nauanova, Assiya Sh. Algozhina, Akgul Kassipkhan, Aiman Zh. Nazarova

### Abstract

**Background and purpose.** Currently, the role of biological drugs is increasing compared to chemical ones. Their main advantage is reducing the pesticide load on agrocenoses and producing products that are more environmentally friendly and healthy. The purpose of the study is to study the fungicidal activity of soil actinomycetes in relation to pathogens and the growth-promoting properties of peas. The study of soil actinomycetes is a promising direction in crop production to act against phytopathogenic fungi and stimulate the growth of crops.

**Materials and methods.** The antagonistic activity of actinomycetes against fungal diseases of peas was tested in laboratory conditions using the agar block method. The growth-stimulating properties of cultural filtrates of actinomycetes in relation to pea seedlings were studied using the method of O.A. Berestetsky. An assessment of the effect of inoculation of pea seeds by active actinomycete strains on the crop structure was carried out in the field.

**Results.** The conducted studies showed that the actinomycetes *Streptomyces microsporus* st.12, *Streptomyces auratus* pc.42 and *Streptomyces platensis* st.44 can be promising agents for the biocontrol of fungal infections of peas, as they have high antagonistic activity. In relation to the fungus *Fusarium oxysporum*, antagonism manifested itself with the formation of a lysis zone with a diameter of 20-27 mm; in relation to *Alternaria triticina* № 8, inhibition of the growth of the phytopathogen ranged from 12 mm to 18 mm; *Alternaria tenuissima* № 5 was suppressed by 12-17 mm; *Drechslera graminea* № 2 - 12 mm to 35 mm.

Pieces had a stimulating effect on the seedlings №37, st. №23, st. №31, due to substances released by actinomycetes into the habitat. The rhizogenic effect was manifested in st. № 1, st. № 10, st. №12, st. №43 so the length of the roots in these variants increased to 50% compared to the control.

When using various strains of actinomycetes and the consortium under field conditions, suppression of the development of root rot was established by 28-64% in the initial period of pea growth and up to 88.6% in the flowering phase.

Inoculation of pea seeds with active strains of actinomycetes had a positive effect on the elements of the structure of the pea crop.

**Conclusion.** Strains № 12, 42, 44, 37, 23 can be used in the creation of biological products to stimulate the growth of peas and in the fight against fungal diseases of this crop.

**Keywords:** actinomycetes; phytopathogens; strain; causative agent of the disease.