

Треножникова Л.П.,  
Ултанбекова Г.Д.,  
Балгимбаева А.С.,  
Галимбаева Р.Ш.,  
Байдыльдаева Ж.А.

**Изучение антагонистических  
свойств экстремофильных  
актиномицетов к возбудителям  
грибковых заболеваний  
зерновых культур в разных  
экологических условиях**

Trenozhnikova L.P.,  
Ultanbekova G.D.,  
Balgimbaeva A.S.,  
Galimbaeva R.Sh.,  
Bajdyld' daeva Zh.A.

**Studies on antagonistic  
properties of extremophilic  
actinomycetes against the agents  
of fungal diseases in cereal crops  
under various environmental  
conditions**

Треножникова Л.П.,  
Ұлтанбекова Г.Д.,  
Балғымбаева А.С.,  
Галимбаева Р.Ш.,  
Байдыльдаева Ж.А.

**Әртүрлі экологиялық  
жағдайларда өсетін  
экстремофильді  
актиномицеттерді астық  
дақылдарының зең  
саңырақұлақтары ауруларына  
қарсы антагонистік қасиеттерін  
зерттеу**

Изучена антагонистическая активность 50 изолятов экстремофильных актиномицетов *in vitro* в разных средах обитания – нейтральных (среда 1, pH 7,0), соленых (среда 2 с 2,5% NaCl, pH 7,0), щелочных (среда 3 с 0,25% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, pH 8,0) условиях с использованием 11 видов фитопатогенных грибов. 9 изолятов проявили высокую специфическую активность в отношении возбудителей альтернариозов, 7 изолятов – в отношении возбудителей аспергиллезов, 13 изолятов – в отношении возбудителей пирикулярриозов. Изолят К-541 проявил наиболее высокую активность в отношении всех изученных штаммов тест-организмов родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Pyricularia*, *Bipolaris*, *Aspergillus* (диаметр зоны подавления роста 20–56 мм). Антибиотическая активность изолята К-541 в отношении грибов рода *Fusarium* составляет 30–45 мм в нейтральных условиях, 40–48 мм в соленых условиях, 20–33 мм в щелочных условиях.

**Ключевые слова:** экстремофильные актиномицеты, фитопатогенные грибы, зерновые культуры.

Antagonistic activity of 50 isolates of extremophilic actinomycetes was examined *in vitro* in different habitats – neutral (medium 1, pH 7.0), saline (medium 2 with 2.5% NaCl, pH 7.0), alkaline (medium 3 with 0.25% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, pH 8.0) conditions using 11 species of phytopathogenic fungi. 9 isolates exhibited high specific activity against alternariosis agents, 7 isolates – against aspergillosis agents, 13 isolates – against piriculariosis agents. Isolate K-541 showed the highest activity against all the strains of the examined test organisms belonging to genera *Fusarium*, *Alternaria*, *Pyricularia*, *Bipolaris*, *Aspergillus* (inhibition zone diameter is of 20–56 mm). Antibiotic activity of the isolate K-541 against fungi of the *Fusarium* genus is 30–45 mm in neutral conditions, 40–48 mm in salty conditions, 20–33 mm in alkaline conditions.

**Key words:** extremophilic actinomycetes, phytopathogenic fungi, cereal crops.

Экстремофильді актиномицеттердің 50 изолятын *in vitro* жағдайында әртүрлі тіршілік орталарында – бейтарап (орта 1, pH 7,0), тұзды (орта 2 с 2,5% NaCl, pH 7,0), сілтілі (орта 3 с 0,25% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, pH 8,0) орталарында өсіріп, оларды 11 түрлі фитопатогенді саңырауқұлақтарына әсері зерттелді. Альтернариоз ауруын қоздырғыштарына қарсы 9 изолят жоғары мамандалған белсенділікті көрсетті, 7 изолят – аспергиллез ауруларына қарсы, 13 изолят – пирикулярриоз ауруларына қарсы белсенділігі жоғары екендігі зерттелді. К-541 изоляты тест-ағза *Fusarium*, *Alternaria*, *Pyricularia*, *Bipolaris*, *Aspergillus* туыстарына жоғары белсенділігін көрсетті (өсу аймағының диаметрі 20–56 мм). К-541 изолятының бейтарап ортада антибиотикалық белсенділігі *Fusarium* туысының саңырақұлағына 30–45 мм, тұзды ортада 40–48 мм, сілтілі ортада 20–33 мм құратындығы зерттелді.

**Түйін сөздер:** экстремофильді актиномицеттер, фитопатогенді зең саңырауқұлақтары, астық дақылдары.

**ИЗУЧЕНИЕ  
АНТАГОНИСТИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ  
ЭКСТРЕМОФИЛЬНЫХ  
АКТИНОМИЦЕТОВ  
К ВОЗБУДИТЕЛЯМ  
ГРИБКОВЫХ  
ЗАБОЛЕВАНИЙ  
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР  
В РАЗНЫХ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ  
УСЛОВИЯХ****Введение**

В последнее время активно изучается возможность использования штаммов актиномицетов, как пробиотиков для растений, стимулирующих рост растений и выполняющих роль агентов биоконтроля заболеваний растений [1-3]. На основе актиномицетов и образуемых ими биологически активных веществ разработаны биопрепараты Фитолавин-300, Фитобактериомицин, Алирин-С и другие, которые успешно применяются против корневых гнилей овощных и зерновых культур. В США и Японии выпускают препараты, содержащие антибиотик актидион (циклогексимид), который готовят на основе *Str. griseus*. Их используют при заболеваниях пшеницы и кукурузы, вызываемых грибами родов *Fusarium*, *Helminthosporium*, против твердой и пыльной головни ячменя, стеблевой ржавчины пшеницы и т. д. В Японии для предупреждения заболевания риса опасной грибной болезнью — пирикулярриозом и лечения больных посевов широко используют антибиотик бластицидин S, образуемый *Str. griseochromogenes*. Помимо отмеченных, для борьбы с фитопатогенными грибами за рубежом производят и другие антибиотики и микробные препараты, основой которых являются актиномицеты.

Экстремофильные актиномицеты способны вырабатывать биологически активные вещества не только в нейтральных условиях, но и осуществлять биоконтроль фитопатогенных агентов, а также вырабатывать фитогормоны в условиях засоленных и защелаченных почв, чем определяется их значимость в составе биопрепаратов, разрабатываемых для растениеводства Казахстана. Синтез комплексов веществ с высокой биологической активностью по отношению к фитопатогенным грибам и хорошие технологические характеристики, способность утилизировать дешевые и доступные источники питания, выдерживать разные режимы концентрирования и высушивания, делает экстремофильные актиномицеты особо ценными объектами при разработке биопрепаратов универсального действия, эффективных в разных экологических условиях [4-7].

Целью исследования было изучение антифунгальных свойств экстремофильных актиномицетов в отношении возбу-

лей грибковых заболеваний зерновых культур (пшеницы и риса) в нейтральной, соленой и щелочной средах обитания.

### Методы исследований

Объектами исследований являлись 50 изолятов экстремофильных актиномицетов, выделенных из почв Южного и Северного Казахстана (солончаков, солонцов, засоленных такыров и такыровидных почв).

Выращивание экстремофильных актиномицетов проводили на трех вариантах модифицированного агара Беннета. Состав сред приведен в г/л.

1 вариант: глюкоза -5,0; дрожжевой экстракт - 1,0; пептон -2,0; pH 7,2;

2 вариант: глюкоза -5,0; дрожжевой экстракт - 1,0; пептон -2,0; NaCl - 25,0; pH 7,2;

3 вариант: глюкоза -5,0; дрожжевой экстракт - 1,0; пептон -2,0; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> - 2,5; pH 8,0.

Определение антифунгальных свойств изолятов экстремофильных актиномицетов проводили методом агаровых блоков [8]. Для получения суспензии тест-культуры микромицета грибную культуру выращивали газоном на поверхности чашки Петри с агаризованной средой Чапека-Докса [9] в течение 10 сут, добавляли 10 мл стерильной водопроводной воды, соскребали выросшую спорово-мицелиальную массу с поверхности среды петлей, переносили в пробирку. В расплавленную и остуженную до 40-50°C среду Чапека-Докса вносили суспензию конидий фитопатогенных грибов с КОЕ 10<sup>8</sup> из расчета 1 мл на 100 мл среды и разливали в чашки Петри, расположенные на горизонтальной поверхности, по 20 мл в чашку. После культивирования изолятов экстремофильных актиномицетов на трех вариантах агара Беннета при 28°C в термостате, вырезали блоки растущей культуры буром с диаметром 7 мм, переносили блоки на чашки Петри, предварительно засеянные тест-культурами фитопатогенных грибов, и помещали в термостат при 28°C. В качестве контроля использовали блоки, вырезанные из чистых сред (три варианта агара Беннета). Об антагонистической активности изолятов экстремофильных актиномицетов судили по диаметру зоны лизиса грибных тест-культур. Измерение зоны лизиса проводили через 72 часа культивирования с точностью до 0,1 мм.

В качестве тест-микроорганизмов использовали штаммы фитопатогенных грибов – возбудителей заболеваний пшеницы и риса: *Fusarium*

*oxysporum* АСП-3, *Fusarium oxysporum* КЛП-1, *Fusarium heterosporum* АЛП-1, *Fusarium solani* АЛП-2, *Fusarium sporotrichiella* № 5, *Aspergillus niger* № 1, *Pyricularia oryzae* КЛП-8, *Alternaria alternata* № 10, *Alternaria triticina* № 8, *Bipolaris sorokiniana* № 5, *Bipolaris sorokiniana* № 16.

### Результаты исследований и их обсуждение

Основа создания биотехнологий фитосанитарной оптимизации агроэкосистем с использованием микробов-антагонистов — это скрининг высоко активных стабильных штаммов микроорганизмов-продуцентов как основы биопрепаратов. Для отбора штаммов с высоким уровнем антагонизма изучены антифунгальные свойства 50 изолятов экстремофильных актиномицетов, выделенных из почв Южного и Северного Казахстана. Исследование антагонизма экстремофильных актиномицетов проводили в трех экологических нишах (нейтральных, соленых и щелочных условиях) для выявления изолятов, способных образовывать антифунгальные вещества не только в условиях почвы с нейтральным значением pH, но и при её засолении и защелачивании. Данное свойство экстремофильных актиномицетов является особенно ценным для разработки биопрепаратов, эффективных в Казахстане, где нет идеальных условий для развития растениеводства, и многие культивируемые земли являются в определенной мере засоленными и щелочными, что значительно снижает их микробиологическую активность и создает трудности для применения микробных препаратов, функционирующих только в нейтральных почвах.

Антагонистическая активность штаммов микроорганизмов – комплексный признак и зависит от его адаптационных способностей, скорости роста, уровня секреции антибиотиков, токсинов и ферментов, способности конкурировать с другими микроорганизмами, колонизировать ризосферу и филлосферу растения. Важнейший критерий при оценке антагонистической активности микроорганизмов – способность к синтезу антибиотиков, ингибирующих развитие патогенов. Активные метаболиты штаммов актиномицетов, накапливаются в клетках и выделяются в окружающую среду. В связи с этим, антагонистическая активность экстремофильных актиномицетов протестирована методом блоков.

Тестированием *in vitro* на широком спектре фитопатогенных грибов оценена антагонистическая активность 50 изолятов экстремофильных актиномицетов в разных экологических ус-

ловиях – нейтральных (среда 1, pH 7,0), соленых (среда 2 с 2,5% NaCl, pH 7,0), щелочных (среда 3 с 0,25% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, pH 8,0). Результаты, полученные при изучении комплексных антифунгальных свойств экстремофильных актиномицетов

методом агаровых блоков в отношении 11 тест-грибов, представлены в таблице 1. 11 изолятов (22,0%) экстремофильных актиномицетов не проявили активности в отношении используемых тест-грибов.

**Таблица 1** – Антагонистические свойства экстремофильных актиномицетов против возбудителей грибковых заболеваний зерновых культур (пшеницы и риса)

Номер изолята	Среда	Диаметр зоны подавления роста фитопатогенных грибов, мм										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
К-6	1	17	16	15	16	25	0	0	20	20	0	0
	2	20	20	18	19	30	26	30	19	19	0	0
	3	17	17	14	17	23	15	0	20	20	0	0
К-9	1	0	0	0	0	26	15	30	15	15	0	0
	2	23	20	17	18	25	0	0	0	0	0	0
	3	0	12	16	17	20	20	30	0	0	0	0
К-14	1	25	23	23	22	0	20	20	14	14	14	14
	2	24	22	21	20	0	16	16	15	15	15	15
	3	21	21	21	20	0	17	16	17	17	17	17
К-20	1	0	0	19	18	0	17	13	12	12	0	0
	2	0	0	18	17	0	17	18	15	15	0	0
	3	0	0	16	16	0	16	17	15	15	0	0
К-38	1	13	13	15	16	0	20	17	0	0	0	0
	2	0	0	0	16	15	26	30	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	23	28	0	0	0	0
К-64	1	14	14	17	18	0	14	17	0	0	0	0
	2	14	14	16	17	0	14	17	0	0	12	12
	3	14	14	17	18	0	14	17	0	0	12	12
К-68	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	18	17	30	30	14	22	26	15	15	17	17
	3	18	17	25	24	19	22	22	19	19	20	20
К-80	1	37	38	38	38	22	41	39	26	26	25	25
	2	39	40	41	40	15	43	42	26	26	32	32
	3	37	40	39	39	25	42	41	26	26	32	32
К-87	1	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0
	2	0	0	17	16	0	17	20	0	0	0	0
	3	0	0	15	15	0	16	17	0	0	0	0
К-94	1	0	0	0	0	13	18	17	22	22	0	0
	2	0	0	0	0	19	19	21	25	25	0	0
	3	0	0	0	0	19	17	17	22	22	0	0
К-95	1	0	0	17	17	0	18	17	0	0	0	0
	2	0	0	18	18	15	20	18	0	0	0	0
	3	0	0	16	16	18	18	16	0	0	0	0

Продолжение таблицы 1

Номер изолята	Среда	Диаметр зоны подавления роста фитопатогенных грибов, мм										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
К-110	1	17	18	20	23	20	13	23	15	15	0	0
	2	16	17	19	20	18	0	21	20	20	15	15
	3	21	20	23	24	24	15	24	20	20	20	20
К-113	1	0	0	0	12	12	12	19	20	20	20	20
	2	17	18	17	22	20	15	26	0	0	0	0
	3	0	0	0	12	12	13	30	0	0	0	0
К-125	1	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0
	2	12	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0
К-159	1	0	0	12	12	0	14	20	0	0	0	0
	2	0	0	12	12	0	14	28	0	0	0	0
	3	0	0	12	12	0	14	22	0	0	0	0
К-165	1	0	0	0	0	0	14	16	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	16	31	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	16	20	0	0	0	0
К-172	1	0	0	0	0	20	12	14	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	25	14	20	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	17	12	15	0	0	0	0
К-176	1	15	15	15	15	10	14	18	0	0	12	12
	2	20	18	20	17	17	18	26	14	14	20	20
	3	15	15	15	15	0	16	19	0	0	14	14
К-189	1	0	0	0	0	0	14	18	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
К-207	1	19	20	20	18	0	20	30	15	15	15	15
	2	18	18	20	18	15	19	28	17	17	18	18
	3	20	21	25	24	18	22	29	15	15	20	20
К-249	1	17	18	22	22	20	14	25	0	0	0	0
	2	13	15	20	20	18	12	18	23	23	35	35
	3	21	22	24	25	23	15	25	20	20	12	12
К-257	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	12	0	0	0	0	23	30	0	0	0	0
	3	12	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0
К-291	1	12	12	13	0	0	17	17	0	0	0	0
	2	21	21	20	0	15	21	21	0	0	15	15
	3	12	12	13	0	0	17	17	0	0	0	0
К-292	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	15	15	0	0	0	30	17	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0

Номер изоляция- та	Среда	Диаметр зоны подавления роста фитопатогенных грибов, мм										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
К-322	1	12	12	18	20	12	10	25	0	0	12	12
	2	15	14	20	26	25	22	30	28	28	17	17
	3	12	11	22	24	12	33	32	20	20	12	12
К-334	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	20	16	18	12	0	12	0	0	0	12	12
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
К-337	1	30	32	35	38	26	35	30	32	32	32	32
	2	35	36	40	43	20	50	35	33	33	37	37
	3	33	33	34	31	20	37	33	30	30	27	27
К-350	1	0	0	0	0	17	0	20	0	0	20	20
	2	0	0	0	0	20	15	28	0	0	22	22
	3	0	0	0	0	20	12	22	0	0	20	20
К-354	1	36	37	39	40	22	40	44	32	32	38	38
	2	37	38	43	43	24	42	47	35	35	39	39
	3	34	37	41	41	22	41	45	30	30	30	30
К-442	1	20	22	21	22	30	25	30	24	24	22	32
	2	0	0	0	0	27	30	25	17	17	17	17
	3	0	0	0	0	19	30	25	15	15	15	15
К-452	1	35	33	35	37	26	40	48	35	35	38	38
	2	30	30	32	32	22	33	38	16	30	30	30
	3	30	30	32	32	22	40	42	20	29	30	30
К-453	1	0	0	0	0	22	25	34	18	18	0	0
	2	0	0	0	0	23	23	30	20	20	0	0
	3	0	0	0	0	20	30	40	18	18	0	0
К-522	1	0	0	0	0	0	12	11	0	0	15	15
	2	20	17	15	18	15	14	20	0	0	20	20
	3	11	12	11	12	11	12	0	0	0	15	15
К-525	1	0	0	0	0	0	13	13	0	0	12	12
	2	20	21	20	20	20	20	16	0	0	15	15
	3	0	0	16	15	15	16	15	0	0	12	12
К-526	1	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
	2	25	24	23	25	14	15	25	16	16	19	19
	3	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0
К-532	1	0	0	0	0	0	13	15	14	14	12	12
	2	0	0	0	0	0	17	16	0	0	14	14
	3	0	0	0	0	0	17	16	0	0	0	0
К-539	1	0	0	0	0	0	20	14	0	0	20	20
	2	18	18	16	16	0	20	15	0	0	14	14
	3	16	16	14	14	0	25	15	0	0	16	16

Продолжение таблицы 1

Номер изолята	Среда	Диаметр зоны подавления роста фитопатогенных грибов, мм										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
К-540	1	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0
	2	18	18	0	0	0	17	18	0	0	20	20
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
К-541	1	31	30	40	45	40	46	40	32	35	38	36
	2	42	40	45	48	45	50	56	36	37	40	38
	3	20	20	28	33	32	30	50	20	22	30	30

Примечание: 1- *Fusarium oxysporum* АСП-3, 2- *Fusarium oxysporum* КЛР-1, 3- *Fusarium heterosporum* АЛП-1, 4- *Fusarium solani* АЛП-2, 5- *Fusarium sporotrichiella* № 5, 6- *Aspergillus niger* № 1, 7- *Pyricularia oryzae* КЛР-8, 8- *Alternaria alternata* № 10, 9- *Alternaria triticina* № 8, 10- *Bipolaris sorokiniana* № 5, 11- *Bipolaris sorokiniana* № 16

Установлено, что 18 изолятов (46,2%) экстремофильных актиномицетов обладают выраженной антигрибной активностью в отношении широкого круга тест-культур при росте на среде 1 (нейтральные условия); 27 изолятов (69,2%) экстремофильных актиномицетов обладают подобной активностью на среде 2 (соленые условия); 23 изолята (59,0%) проявили широкую антифунгальную активность в отношении штаммов фитопатогенных грибов на среде 3 (щелочные условия). Наиболее устойчивыми по отношению к антагонистам были фитопатогенные грибы рода *Fusarium*, особенно *Fusarium oxysporum*, наименее устойчивыми – *Aspergillus niger*, *Pyricularia oryzae*. Показано, что 18 изолятов экстремофильных актиномицетов обладали выраженной антагонистической активностью в отношении культур *F. oxysporum* АСП-3 и КЛР-1, *F. heterosporum* АЛП-1, *F. solani* АЛП-2, *F. sporotrichiella* № 5. Как следует из таблицы 1, штаммы *F. oxysporum* АСП-3 и КЛР-1 были более устойчивы по отношению к антагонистам, чем штаммы *F. heterosporum* АЛП-1, *F. solani* АЛП-2, *F. sporotrichiella* № 5. Наибольший интерес представляют изоляты, показавшие комплексную фунгицидную активность в отношении многих видов фитопатогенных грибов: К-80, К-337, К-354, К-452, К-541.

В то же время, выявлен ряд изолятов, которые проявили высокую специфическую активность в отношении возбудителей альтернариозов: К-6, К-94, К-110, К-207, К-337, К-354, К-442, К-452, К-454; аспергиллезов: К-68, К-95,

К-207, К-292, К-322, К-453, К-539; пирикулярриозов: К-9, К-38, К-68, К-110, К-113, К-159, К-165, К-207, К-249, К-322, К-350, К-442, К-453. Эти изоляты представляют определенный интерес для разработки высоко специфических фунгицидных средств.

Изолят К-541 проявил наиболее высокую активность в отношении всех изученных штаммов тест-организмов родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Pyricularia*, *Bipolaris*, *Aspergillus* (диаметр зоны подавления роста 20-56 мм). Антибиотическая активность изолята К-541 в отношении грибов рода *Fusarium* составляет 30-45 мм в нейтральных условиях, 40-48 мм в соленых условиях, 20-33 мм в щелочных условиях, что показывает возможность его использования для длительной интродукции в почвенные биоценозы с целью биоконтроля возбудителей фузариозов зерновых культур в разных экологических условиях.

Таким образом, проведенные исследования показали, что экстремофильные актиномицеты обладают высокой антагонистической активностью в отношении широкого круга возбудителей опасных болезней сельскохозяйственных культур грибной природы и являются значимыми в качестве продуцентов биологически активных веществ для разработки новых биопрепаратов. Изолят К-541 является наиболее перспективным агентом для биоконтроля вредоносных грибковых инфекций зерновых культур (пшеницы и риса) в связи с наличием высокой антифунгальной активности в отношении всех изученных фитопатогенов.

### Литература

- 1 Prabavathy V.R., Vijayanadraj V.R., Malarvizhi K., Mathivanan N., Mohan N., Murugesan K. Role of actinomycetes and their metabolites in crop protection. In: *Agriculturally Important Microorganisms*. Ed. Khachatourians, G.G., Arora, D.K., Rajendran, T.P. and Srivastava, A.K. Academic World International, Bhopal, India, 2009. – P. 243-255.
- 2 Bressan W. Biological control of maize seed pathogenic fungi by use of actinomycetes // *BioControl*. – 2003. – Vol.48. – P. 233-240.
- 3 Arasu M.V., Duraipandiyar V., Agastian P., Ignacimuthu S. In vitro antimicrobial activity of *Streptomyces* spp.ERI-3 isolated from Western Ghats rock soil (India) // *J. Mycol. Médic.* – 2009. – Vol. 19/ – P. 22-28.
- 4 Fujiwara S. Extremophiles: Developments of their special functions and potential resources // *J. Biosci. Bioeng.* – 2002. – Vol. 94. – P. 518–525.
- 5 Phoebe C.H., Combie J., Albert F.G., Van Tran K., Cabrera J., Correia H.J., Guo Y., Lindermuth J., Rauert N., Galbraith W., Selitrennikoff C.P. Extremophilic organisms as an unexplored source of antifungal compounds // *Journal of Antibiotics*. – 2001. – Vol. 54. – P. 56–65.
- 6 Mokrane S., Bouras N., Sabaou N., Mathieu F. Actinomycetes from saline and non-saline soils of Saharan palm groves: Taxonomy, ecology and antagonistic properties // *Afr. J. Microbiol. Res.* – 2013. – Vol.7. – P. 2167-2178.
- 7 Sathyanarayana T., Raghukumar C., Shivaji S. Extremophilic microbes: Diversity and Perspectives // *Curr. Sci.* – 2005. – Vol. 89. – P. 78-90.
- 8 Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках. – М.: МГУ, Наука, 2004. – 528 с.
- 9 Семенов С.М. Лабораторные среды для актиномицетов и грибов. М.: «Агропромиздат». – 1990. – 283 с.

### References

- 1 Prabavathy V.R., Vijayanadraj V.R., Malarvizhi K., Mathivanan N., Mohan N., Murugesan K. Role of actinomycetes and their metabolites in crop protection. In: *Agriculturally Important Microorganisms*. Ed. Khachatourians, G.G., Arora, D.K., Rajendran, T.P. and Srivastava, A.K. Academic World International, Bhopal, India, 2009. – P. 243-255.
- 2 Bressan W. Biological control of maize seed pathogenic fungi by use of actinomycetes // *BioControl*. – 2003. – Vol.48. – P. 233-240.
- 3 Arasu M.V., Duraipandiyar V., Agastian P., Ignacimuthu S. In vitro antimicrobial activity of *Streptomyces* spp.ERI-3 isolated from Western Ghats rock soil (India) // *J. Mycol. Médic.* – 2009. – Vol. 19/ – P. 22-28.
- 4 Fujiwara S. Extremophiles: Developments of their special functions and potential resources // *J. Biosci. Bioeng.* – 2002. – Vol. 94. – P. 518–525.
- 5 Phoebe C.H., Combie J., Albert F.G., Van Tran K., Cabrera J., Correia H.J., Guo Y., Lindermuth J., Rauert N., Galbraith W., Selitrennikoff C.P. Extremophilic organisms as an unexplored source of antifungal compounds // *Journal of Antibiotics*. – 2001. – Vol. 54. – P. 56–65.
- 6 Mokrane S., Bouras N., Sabaou N., Mathieu F. Actinomycetes from saline and non-saline soils of Saharan palm groves: Taxonomy, ecology and antagonistic properties // *Afr. J. Microbiol. Res.* – 2013. – Vol.7. – P. 2167-2178.
- 7 Sathyanarayana T., Raghukumar C., Shivaji S. Extremophilic microbes: Diversity and Perspectives // *Curr. Sci.* – 2005. – Vol. 89. – P. 78-90.
- 8 Egorov N.S. Fundamentals of theory of antibiotics. – М.: MGU, Science, 2004. – 528 p.
- 9 Semenov S.M. Laboratory environment for actinomycetes and fungi. М.: «Agropromizdat.» – 1990. – 283 p.