

УДК 579.64:581.1

Ж. Жумағалиева, Ж. Аймағамбетова, А. Нестерова, С. Шукешова,  
Б. Токеш, Р.Ж. Бержанова, Т.Д. Мукашева

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы

E-mail: Ramza.Berzhanova@kaznu.kz

### Оценка ростстимулирующей активности микроорганизмов, выделенных из различных субстратов

В данной статье приводятся результаты отбора микроорганизмов, обладающих ростстимулирующей активностью в отношении некоторых кормовых культур. В результате проведенных исследований штаммы родов *Pseudomonas* и *Bacillus*, выделенных из почв под кормовыми культурами и из препаратов, проявили высокую степень всхожести семян люцерны и овса.

**Ключевые слова:** ростстимулирующая активность, микроорганизмы, овес, люцерна, всхожесть семян.

Zh. Zhumagalieva, Zh. Aimagambetova, A. Nesterova, S. Shukeshova,  
B. Tokech, R.Zh. Berzhanova, T.D. Mukasheva

### Evaluation of growth-stimulating activity of microorganisms isolated from various substrates

This article presents the results of the selection of microorganisms with high growth-stimulating activity in some forage crops. The studies strains genera *Pseudomonas* and *Bacillus* isolated from soil under fodder crops and of the drugs showed a high degree of germination and seed vigor of alfalfa and oats

**Keywords:** growth-stimulating activity, microorganisms, oat, alfalfa, seed germination.

Ж. Жумағалиева, Ж. Аймағамбетова, А. Нестерова, С. Шукешова,  
Б. Токеш, Р.Ж. Бержанова, Т.Д. Мукашева

### Түрлі субстраттардан бөлініп алынған микроорганизмдердің өсуді қарқынды белсенділігін бағалау

Бұл мақалада кейбір азықтық дақылдарға қатысты жоғары өсуді қарқынды белсенділігіне ие микроорганизмдерді сұрыптау нәтижелері келтірілген. Жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижесінде азықтық дақылдардың астынан және препараттардан бөлініп алынған *Pseudomonas* және *Bacillus* туыстарының өкілдері жоңышқа және арпаға байланысты жоғары шығымдылықты байқатты.

**Түйін сөздер:** өсуді ынталандыру белсенділігі, микроорганизмдер, арпа, жоңышқа, тұқымның өнуі.

Создание микробных биотехнологий, способствующих интенсификации сельскохозяйственного производства и сохранению плодородия почв, является одним из актуальных направлений развития экологического земледелия. Для современной системы земледелия значение имеют микробиологические факторы, использование которых дает возможность существенно повысить плодородие почвы и степень реализации генетического потенциала культурных растений. Перспективным является создание в почве многокомпонентных систем, воспроизводящих оптимальные природные агрофитоценозы, обеспечивающих высокую устойчивость земледелия [1-3].

Способность микроорганизмов стимули-

ровать рост растений связана с тремя основными факторами: 1) продукцией ими фитогормонов, регулирующих рост растений; 2) повышением под их влиянием доступности для растений элементов питания (в том числе, доступность воды); 3) защитой растений от болезней. Эти свойства могут проявляться у разных видов PGPM или сочетаться у одного и того же вида [4-5]. Среди бактерий способность к синтезу ИУК обнаружена у многих ризосферных и эпифитных бактерий. Образование ИУК очень широко распространена у почвенных микроорганизмов родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, а также у дрожжей родов *Saccharomyces*, *Aureobasidium* и грибов, принадлежащие к родам более 15 родам,

например *Absidia*, *Actinomucor*, *Amanita*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Phoma*, *Phymatotrichum* и другие [6-7].

Большую важность для Казахстана имеет создание микробных препаратов комплексного действия, содержащие композиции из различных групп микроорганизмов, типичных представителей почвенных и ризосферной микрофлоры, позволяющей изменить подходы в технологии выращивания кормовых культур. Микробные препараты иностранного производства нецелесообразно использовать для повышения плодородия почв Казахстана. Эти препараты разработаны на основе микроорганизмов, не адаптированных к почвенно-климатическим условиям нашей республики. В связи с этим, использование препаратов, разработанных на основе микроорганизмов, выделенных из агроценозов Казахстана более эффективно.

Цель данного этапа исследования – отбор микроорганизмов, обладающих высокой ростстимулирующей активностью в отношении некоторых кормовых культур.

### Материалы и методы

Материалом исследований служили микроорганизмы, выделенные из агроценозов кормовых растений частной агропромышленной фирмы «Тургень» в июне 2013 года, и из препаратов «Байкал ЭМ-1» и Тамир, используемых для повышения плодородия почв.

*Определение ростстимулирующей активности* проводили методом замочки семян. Исследуемые культуры предварительно выращивали на жидкой питательной среде, на кашалке. Микробные препараты «Байкал ЭМ-1» и «Тамир» разводили в воде и водные растворы использовали для оценки ростстимулирующей активности, отфильтрованную культуральную жидкость разливали в стаканчики на 10 мл, отбирали по 20 семян растений, замачивали их на 24 ч. Для контроля семена замачивали в водопроводной воде и стерильной питательной среде. В качестве испытуемых семян использовали семена кормовых растений: люцерны (*Medicago sativa*) и овса (*Avena sativa*). После суточного замачивания семена раскладывали на увлажненной вате с фильтровальной бумагой в чашках Петри. Все чашки увлажняли равным количеством водопроводной воды. Учитывали количество проросших семян, длину стеблей и корнев в опыте и контроле [8-9].

*Морфологические характеристики расте-*

*ний.* Для эксперимента использовали почву Алматинской области. Растения выращивали в 5л сосудах, заполненных 5 кг почвы. В каждый сосуд помещали 10 семян одного растения и выращивали в ростовой комнате при условиях – 14 светового периода и 10 часов темнового периода. Продолжительность культивирования составила 36 суток. Для измерения надземной и подземной частей растения, растения извлекали из почвы, побеги, и корни растений отделяли друг от друга и измеряли их длину. Коэффициент выживаемости растений рассчитывается для каждого варианта путем подсчета растений, жизнеспособных после 18 дней [10]. Процент выживаемости растений рассчитывали по формуле:  $\text{Выживаемость (\%)} = \frac{\text{Количество жизнеспособных растений} \times 100}{\text{количество проростков}}$ .

*Статистическая обработка данных.* Все эксперименты проводили в пятикратной повторности. Количественные данные подвергали статистической обработке с использованием общепринятых математических методов для вычисления среднего арифметического значения, среднего квадратичного отклонения и средней квадратичной ошибки. Выполнение статистических расчетов, построение гистограмм и диаграмм производилось в полуавтоматическом режиме средствами Microsoft Office Excel 2007.

### Результаты и обсуждение

С целью создания комплексных полифункциональных препаратов на основе объединения свойств микроорганизмов разных таксономических групп были проведены эксперименты по оценке ростстимулирующей активности у штаммов, выделенных из агроценозов и из микробных препаратов.

Известно, что многие бактерии в результате своей деятельности продуцируют метаболиты. Многие из них являются биологически активными веществами и положительно влияют на прорастание семян и формирование проростков большинства злаковых культур, овощных растений и технических культур [5, 6].

Результаты исследований показали неоднозначность влияния метаболитов бактерий на проростки семян. Некоторые культуры бактерий показали стимулирующий эффект уже на самых ранних стадиях развития растений, начиная с прорастания семян. Значительный эффект наблюдали при воздействии культуральной жидкости бактерий на семена

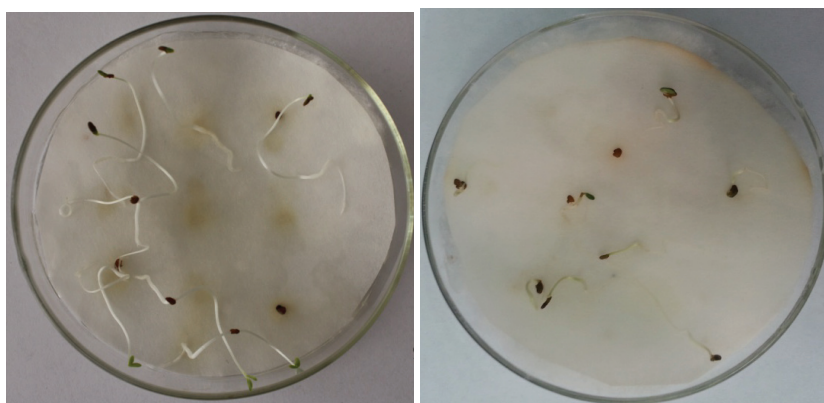
люцерны. Так, при обработке семян люцерны штаммами рода *Agrobacterium* и *Pseudomonas* процент всхожести был высокий и составил в среднем 65-85 %. Количество штаммов, обладающих активностью было выше по

сравнению с другими родами бактерий (таблица 1, рисунок 1).

При применении штаммов рода *Arthrobacter* и *Bacillus* всхожесть семян несколько ниже и составила 40-50 %.

**Таблица 1** – Ростстимулирующая активность бактерий, выделенных из различных источников

Роды	Количество проверенных /активных штаммов	Субстрат выделения	Длина стеблей/ корней люцерны, мм
<i>Bacillus</i>	12/3	агроценоз	43,8±1,6/21,9±0,5
<i>Bacillus</i>	11/3	Тамир	33,0±1,6/16,5±0,8
<i>Bacillus</i>	9/2	Байкал	15,7±0,98/11±1,2
<i>Agrobacterium</i>	13	агроценоз	35,6±3,2/29,2±1,6
<i>Agrobacterium</i>	9/4	Тамир	31,6±2,2/15,7±1,3
<i>Agrobacterium</i>	8/2	Байкал	35,6±3,2/19,2±1,6
<i>Rhodococcus</i>	8/3	агроценоз	26,1± 2,8/18,5±0,9
<i>Rhodococcus</i>	6/1	Тамир	24,7±2,7/15,2±1,6
<i>Rhodococcus</i>	5/2	Байкал	24,1±2,6/11,1±1,8
<i>Pseudomonas</i>	12/5	агроценоз	70,1±1,4/ 42,1±1,3
<i>Pseudomonas</i>	7/2	Тамир	55,1±1,8/26±0,98
<i>Pseudomonas</i>	9/3	Байкал	46,1±1,6/33,1±2,8
<i>Arthrobacter</i>	8/3	агроценоз	40,1±1,4/29,1±0,6
<i>Arthrobacter</i>	5/1	Тамир	34,1±1,8/28,1±1,2
<i>Arthrobacter</i>	6/1	Байкал	22±1,2/15,1±0,98
«Тамир» (1/5)			43,1±1,8/26±0,98
«Байкал ЭМ-1» (1/6)			35,1±1,6/33,1±2,8
контроль			12,6±0,6/7,2±0,3



Опытный вариант

Контроль

**Рисунок 1** – Ростстимулирующая активность бактерий в отношении семян люцерны

При изучении ростстимулирующей активности бактерий родов *Rhodococcus* и *Azotobacter*, выделенных их агроценозов и из различных микробных препаратов всхожесть семян была незначительна, чем в контрольном варианте (10 %). Наименьшей ростстимулирующей активностью обладали штаммы рода *Azotobacter*.

По результатам исследований можно предположить, что метаболиты выделяемые бактериями благоприятно влияют на всхожесть семян овса. При обработке семян овсы культуральной жидкостью бактериями всхожесть семян повысилась до 60 % по сравнению с контролем. Так, при обработке культуральными жидкостями штаммов родов

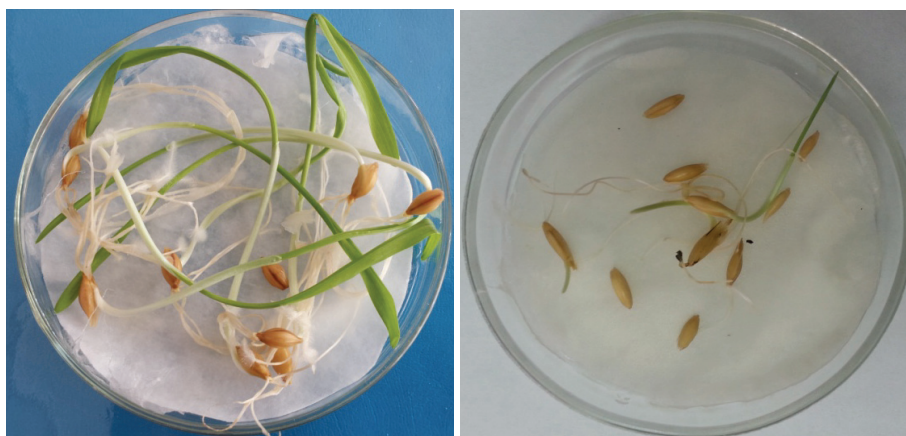
*Agrobacterium* и *Pseudomonas* всхожесть семян овса была в пределах 60 % от общего количества обработанных семян. Все эти штаммы бактерий стимулировали рост растений по сравнению с контролем (таблица 2, рисунок 2).

Результаты исследований показали неоднозначность влияния метаболитов исследуемых штаммов на проростки этих растений. Анализ ростовых показателей и всхожести семян выявил, что большинство штаммов не оказывали

стимулирующего действия на рост семян. Необходимо отметить, что большинство из неактивных штаммов были выделены из микробных препаратов. Штаммы родов *Rhodococcus* и *Azotobacter* независимо от источника выделения не проявили ростстимулирующей активности в отношении семян тест-растений. Культуральные жидкости некоторых штаммов этих родов оказали токсическое действие на всхожесть семян.

**Таблица 2** – Ростстимулирующая активность бактерий, выделенных из различных источников в отношении семян овса

Роды	Количество проверенных / активных штаммов	Субстрат выделения	Длина стеблей/ корней люцерны, мм
<i>Bacillus</i>	12/3	агроценоз	49,1±2,1/8,1±0,7
<i>Bacillus</i>	11/3	Тамир	47,1 ±5,2/3,9±0,8
<i>Bacillus</i>	9/2	Байкал	51,1±1,8/10,1±1,2
<i>Agrobacterium</i>	13	агроценоз	68,1±1,3/7,1 ±1,3
<i>Agrobacterium</i>	9/4	Тамир	62,2±9,5/9,1±5,7
<i>Agrobacterium</i>	8/2	Байкал	56,8±3,5/18,1±0,8
<i>Rhodococcus</i>	8/3	агроценоз	29,1±2,1/8,1±1,7
<i>Rhodococcus</i>	6/1	Тамир	27,2 ±5,2/5,9 ±1,8
<i>Rhodococcus</i>	5/2	Байкал	27,1±1,8/5,6±1,2
<i>Pseudomonas</i>	12/5	агроценоз	45,2±1,3/7,2 ±0,33
<i>Pseudomonas</i>	7/2	Тамир	42,2±9,5/9,1±0,07
<i>Pseudomonas</i>	9/3	Байкал	46,1±3,5/18,1 ±0,8
<i>Arthrobacter</i>	8/3	агроценоз	27,1±2,8/8,1±0,09
<i>Arthrobacter</i>	5/1	Тамир	23,1±1,68/6,8 ±0,8
<i>Arthrobacter</i>	6/1	Байкал	28,1±2,8/5,9±0,9
«Тамир» (1/5)			45,1±1,8/26,1±0,98
«Байкал ЭМ-1» (1/6)			36,1±1,6/33,1±2,8
контроль			10,6±0,6/5,2±0,3



Опытный вариант

Контроль

**Рисунок 2** – Ростстимулирующая активность бактерий в отношении семян овса

## Заключение

В зависимости от родовой принадлежности штаммы оказывают как стимулирующий, так и ингибирующий эффект на энергию прорастания и всхожесть и биометрические показатели проростков семян люцерны и сои. Так, штаммы родов *Pseudomonas* и *Bacillus* выделенные из почв под кормовыми культурами и из

препаратов проявили достоверную стимулирующую активность по сравнению с контролем. Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют о различном действии микроорганизмов различных родов на показатели всхожести и энергии прорастания семян люцерны и овса, что необходимо учитывать при их отборе для использования в биоконтроле.

## Литература

- 1 Vessey J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers // *Plant and Soil*. – 2003. – Vol. 255. – P. 571 – 586.
- 2 Сидоренко О.Д. Перспективы использования биологических препаратов на основе микроорганизмов // *Известия ТСХА*. – 2012. – №6. – С. 70-79.
- 3 Кудоярова Г.Р., Кудриш И.К., Мелентьев А.И. Образование фитогормонов почвенными и ризосферными бактериями как фактор стимуляции роста растений // *Биология, биохимия и генетика*. – 2011. – № 3-4. – С. 15-16.
- 4 Кравченко Л.В., Леонова Е.И. Использование триптофана корневых экзометаболитов при биосинтезе индол-3-уксусной кислоты ассоциативными бактериями // *Микробиология*. – 1993. – №3. – С. 453-459.
- 5 Avis T.J., Gravel V., Antoun H., Tweddell R.J. Multifaceted beneficial effects of rhizosphere microorganisms on plant health and productivity // *Soil Biology and Biochemistry*. – 2008. – Vol. 40. – P. 1733–1740.
- 6 Pope D.D., Hill N.S. Effects of various culture media, antibiotics, and carbon sources on growth parameters of *Acremonium coenophialum*, the fungal endophyte of tall fescue // *Mycology*. – 1991. – Vol. 83. – P.110-115.
- 7 Цавкелова Е.А., Климова С.Ю., Чердынцева Т.А., Нетрусов А.И. Микроорганизмы продуценты стимуляторов роста растений и их практическое применение (обзор) // *Прикладная биохимия и микробиология*. – 2006. – Т.42, №2. – С.133-143.
- 8 Нетрусов Ф.И., Егорова М.А. Практикум по микробиологии. – М.: Изд-во «Академия», 2005. – 608 с.
- 9 Егоров Н.С. Практикум по микробиологии. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. – 307 с.
- 10 Дорохина Л. Практикум по анатомии и морфологии растений. – М.: Изд-во «Академия», 2001. – 176 с.

## References

- 1 Vessey J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers // *Plant and Soil*. – 2003. – Vol. 255. – P. 571 – 586.
- 2 Sidorenko O.D. Perspektivi ispolsovania biologicheskikh preparatov na osnove microorganismov // *Isvestia TSXA*. – 2012. – №6. – S. 70-79.
- 3 Kydoarova G.P., Kudrich I.K., Melentev A.I. Obrasovanie fitogormonov pohvennimi i rhizosfernimi bacteriami kak factor stimulacii rosta rastenii // *Biologia, biohimia and genetika*. – 2011. – № 3-4. – S. 15-16.
- 4 Kravchenko L.V., Leonova E.I. Ispolsovania triptofana kornevix ekzometabolitov pri biosintese indolil-3-yksysnoi kisloti assosiativnimi bacteriami // *Mikrobiologia*. – 1993. – №3. – S. 453-459.
- 5 Avis T.J., Gravel V., Antoun H., Tweddell R.J. Multifaceted beneficial effects of rhizosphere microorganisms on plant health and productivity // *Soil Biology and Biochemistry*. – 2008. – Vol. 40. – P. 1733 – 1740.
- 6 Pope D.D., Hill N.S. Effects of various culture media, antibiotics, and carbon sources on growth parameters of *Acremonium coenophialum*, the fungal endophyte of tall fescue // *Mycology*. – 1991. – Vol. 83. – P.110-115.
- 7 Cevkelova E.A., Klimova S.A., Cerdenceva T.A., Netrusov A.I. Microorganismi producenti stimulatorov rosta rasteni i ih practiceskoe primenenie (obsor) // *Prikladnai biohimia i microbiologia*. – 2006. – Т.42, №2. – S.133-143.
- 8 Netrusov A.I., Egorova M.A. Practicum po microbiologia. – М.: Izd-vo «Akademia», 2005. – 608 s.
- 9 Egorov N.S. Practicum po microbiologia. – М.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1976. – 307 s.
- 10 Dorohina L. Practicum po anatomia i mopfologis rastenii. – М.: Izd-vo « Akademia», 2001. – 176 s.