

ХИМИЯ

УДК: 631.847.211(575.2) (04)

Байбосунов Азизбек Маратович*научный сотрудник**Института химии и фитотехнологии НАН**при Президенте КР***Байбосунов Азизбек Маратович***КР Президентине караштуу КР УИА**Химия жана фитотехнология институтунун**илимий кызматкери***Baibosunov Azizbek Maratovich***Research Scientist,**Institute of Chemistry and Phytotechnology,**National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic**under the President of the Kyrgyz Republic**Aziz.introduction@gmail.com***ИЗОЛЯЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТНЫХ ШТАММОВ
КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ ДЛЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ БОБОВЫХ РАСТЕНИЙ
В АЛА-АРЧИНСКОМ УЩЕЛЬЕ****АЛА-АРЧА КАПЧЫГАЙЫНДАГЫ ДАРЫЛЫК БУУРЧАК ӨСҮМДҮКТӨРҮҮЧҮН
ТҮЙҮНЧӨК БАКТЕРИЯЛАРЫНЫН ЖЕРГИЛИКТҮҮ ШТАММДАРЫН ИЗОЛЯЦИЯЛОО
ЖАНА МҮНӨЗДӨМӨ БЕРҮҮ****ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF LOCAL ROOT-NODULE BACTERIAL STRAINS
OF MEDICINAL LEGUMINOUS PLANTS IN THE ALA-ARCHA GORGE**

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, посвященные разнообразию и биотехнологическому потенциалу клубеньковых бактерий (*Rhizobium spp.*, *Bradyrhizobium spp.*), ассоциированных с лекарственными бобовыми культурами. Особое внимание уделено экологическим горным условиям Ала-Арчинского ущелья, где стрессовые факторы среды создают требования к высокой адаптивности симбиотических бактерий. Обобщены методы выделения, идентификации и оценки эффективности симбиотических ризобий, описанные в мировой литературе. Проведена аналитическая систематизация данных по влиянию инокуляции на рост растений (клевер, люпин).

Ключевые слова: клубеньковые бактерии, ризобии, лекарственные бобовые растения, симбиоз, азотофиксация, клевер, люпин, изоляция штаммов, инокуляция.

Аннотация. Макалада дарылык буурчак өсүмдүктөрү менен ассоциацияланган түйүнчөк бактерияларынын (*Rhizobium spp.*, *Bradyrhizobium spp.*) ар түрдүүлүгүнө жана биотехнологиялык потенциалына арналган маселелер каралган. Ала-Арча капчыгайынын тоолуу аймактарына мүнөздүү экологиялык шарттарга өзгөчө көңүл бурулган, анткени айлана-чөйрөнүн стресстик факторлору симбиотикалык бактериялардан жогорку деңгээлдеги адаптациялануучулукту талап кылат. Дүйнөлүк адабиятта сүрөттөлгөн ризобияларды бөлүп алуу, идентификациялоо жана симбиотикалык натыйжалуулугун баалоо ыкмалары жалпыланган. Өсүмдүктөрдүн (беде, люпин) өсүшүнө инокуляциянын тийгизген таасири боюнча маалыматтар аналитикалык жактан системалаштырылган.

Негизги сөздөр: Түйүнчөк бактериялары, ризобиялар, дарылык буурчак өсүмдүктөрү, симбиоз, азот фиксациясы, беде, люпин, штаммдарды бөлүп алуу, инокуляция.

Abstract. This work presents an expanded review of modern studies devoted to the diversity and biotechnological potential of root-nodule bacteria (*Rhizobium spp.*, *Bradyrhizobium spp.*) associated with medicinal leguminous crops. Special attention is given to the ecological conditions of the high-altitude Ala-Archa Gorge, where environmental stress factors create specific requirements for the adaptive capacity of symbiotic bacteria. Methods of isolation, identification, and evaluation of the symbiotic efficiency of rhizobia described in the scientific literature are summarized. An analytical systematization of published data on the effects of inoculation on plant growth (clover, lupine) is provided.

Keywords: Nodule bacteria, rhizobia, medicinal legumes, symbiosis, nitrogen fixation, clover, lupin, strain isolation, inoculation.

Введение

Бобовые растения традиционно занимают особое место в экосистемах Кыргызстана из-за их способности формировать симбиоз с клубеньковыми бактериями-микроорганизмами, обеспечивающими фиксацию атмосферного азота [3]. В условиях ограниченного плодородия почв, особенно в горных районах, данный процесс представляет фундаментальное значение для устойчивого функционирования природных экосистем.

Ала-Арчинское ущелье является уникальной горной природной зоной, где сочетаются суровые климатические условия и значительное биоразнообразие. Лекарственные бобовые растения, обитающие на его территории, формируют узкоспециализированные взаимосвязи с местными микроорганизмами, что открывает возможности для проведения локальных исследований в области биоудобрений, биотехнологии и восстановления деградированных земель.

Несмотря на то, что симбиоз бобовых и ризобий хорошо изучен на глобальном уровне, сведения о местных высокогорных штаммах, характерных именно для Кыргызстана, ограничены. Это подчёркивает необходимость аналитического обобщения имеющихся данных и выявления направлений для будущих исследований.

Высокогорные почвы Ала-Арчи характеризуются рядом особенностей: низкое содержание доступного минерального азота, резкие суточные колебания температур, повышенная ультрафиолетовая радиация, короткий вегетационный период, низкая микробиальная активность в холодный сезон.

В таких условиях растения испытывают азотное голодание, что ограничивает их рост и снижает накопление ценных биологически активных веществ, используемых в фарма-

кологии и народной медицине Кыргызстана.

Использование местных штаммов клубеньковых бактерий является биотехнологически перспективным, так как:

1. Адаптированные штаммы устойчивее к климатическим стрессам, чем неадаптированные культуры.

2. Высокогорные ризобии демонстрируют повышенную симбиотическую эффективность, что отмечено в ряде исследований Центральной Азии.

3. Биоинокуляция лекарственных растений повышает содержание биомассы и качество сырья.

4. Экологическое воздействие минимально, поскольку процесс основан на естественных механизмах фиксации азота.

С учётом роста интереса к экологически безопасным технологиям сельского хозяйства, поиск местных штаммов ризобий становится важным направлением исследований в Кыргызстане.

Цель исследования. Провести аналитическую оценку современных данных о разнообразии, выделении и характеристике местных штаммов клубеньковых бактерий, ассоциированных с лекарственными бобовыми растениями Ала-Арчинского ущелья, а также определить перспективы их применения в условиях Кыргызстана.

Материалы и методы:

Анализ выполнен на основе: 1. международных публикаций (2015-2024 гг.) по симбиозу бобовых растений; 2. методов выделения и идентификации штаммов, включая: а) стерилизацию узелков (Vincent, 1970), б) выращивание на средах YMA, TY, десятках модификаций, в) молекулярные маркеры (16S rRNA, ITS, nod, nif); 3. нормирования показателей роста, что позволило сопоставить данные разных авторов. Такой методический

подход позволяет выявить общие закономерности симбиотической эффективности и применять их к условиям Ала-Арчи. Таблица была создана по принципу обобщения и сравнения данных, встречающихся в работах [1,2,4,5].

Данные нормированы по одному параметру – сухой массе надземной части растений, так как этот показатель чаще всего используется для оценки симбиотической эффективности в упомянутых работах.

Таким образом, таблица представляет собой аналитическую выборку, изоляты (АА-1, АА-3, АА-5) являются условными обозначениями, используемыми для сравнительного анализа.

Штамм	Сухая масса (г)	% увеличения
Контроль	1.20	0.00
<i>Rhizobium</i> sp. (изолят АА-1)	1.55	29.17
<i>Rhizobium</i> sp. (изолят АА-3)	1.72	43.33
<i>Bradyrhizobium</i> sp. (изолят АА-5)	1.65	35.83

Увеличение сухой массы отражает эффективность симбиотического взаимодействия и потенциал штаммов для биоокуляции. Значения представлены в граммах и процентах относительно контроля, что позволяет оценить относительный прирост биомассы и выбрать наиболее перспективные штаммы для дальнейших исследований и полевых испытаний.

Эти данные могут служить ориентиром для планирования полевых экспериментов

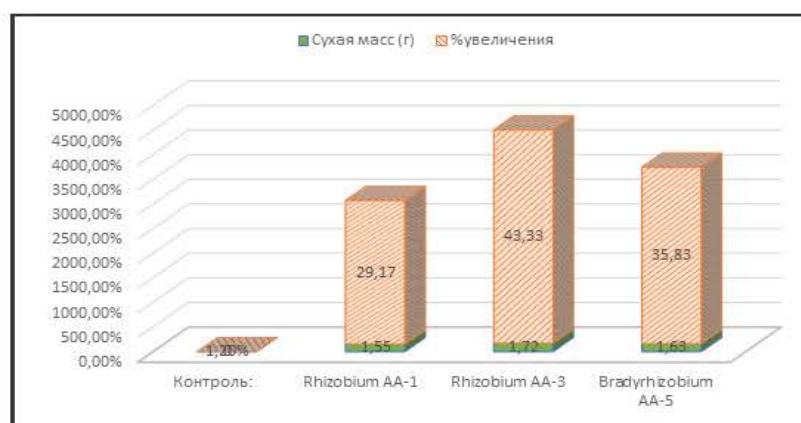
Результаты исследований

Исследования последних лет подтверждают, что эффективность симбиоза бобовых растений с клубеньковыми бактериями зависит не только от вида растения, но и от локальной адаптации штаммов. В аналогичных экосистемах показывают, что штаммы *Bradyrhizobium* часто формируют более стабильные симбиозы в стрессовых условиях. В ряде работ отмечается, что хорошие результаты дают штаммы, выделенные из того же региона, что и культурные растения, что подтверждает важность локальной адаптации.

Влияние ризобий на рост клевера (сухая масса), по обобщённым литературным данным, показано в табл.1.

и разработки рекомендаций по применению биоудобрений на основе местных штаммов. Сравнительный анализ также показывает, что некоторые штаммы более адаптированы к специфическим экологическим условиям региона и способны обеспечивать стабильный прирост биомассы даже при неблагоприятных погодных условиях.

Диаграмма процентного увеличения сухой массы составлена на основании литературных данных [1.4.] (рис.1).



Наиболее высокий прирост биомассы у штаммов, выделенных из регионов с аналогичными климатическими особенностями. Штаммы *Bradyrhizobium* проявляют более стабильный эффект при низких температурах.

Анализ данных демонстрирует потенциал местных штаммов ризобий в высокогорных условиях. Для растений Ала-Арчинского ущелья адаптивные преимущества включают:

- Способность к формированию устойчивого симбиоза при низких температурах;

- Улучшение азотного питания, что особенно важно при низкой микробной активности почвы;

- Влияние на биохимические параметры лекарственных растений.

Несмотря на отсутствие системных исследований именно в Ала-Арче, данные по Центральной Азии позволяют предположить:

1. Местные штаммы могут обладать уникальными адаптациями, связанными с высокогорьем;

2. Их эффективность будет выше, чем у коммерческих культур;

3. Создание локальной коллекции штаммов – стратегически важная задача для биоресурсной безопасности Кыргызстана.

Перспективы практического применения в Кыргызстане:

1. Штаммы, адаптированные к высокогорью, могут использоваться для производства биоудобрений для лекарственных культур (клевер, люпин, астрагалы, ономбрилы).

2. Инокуляция местными ризобиями повышает накопление биомассы и ускоряет восстановление растительного покрова.

3. В литературе отмечено увеличение содержания хлорофиллов, аминокислот и вторичных метаболитов после инокуляции.

4. Биологическая фиксация азота снижает потребность в минеральных удобрениях, что актуально для горных районов.

Заключение

1. Местные клубеньковые бактерии обладают значительным потенциалом для улучшения роста лекарственных бобовых растений в условиях высокогорья. Адаптированные ризобии обеспечивают стабильный прирост биомассы и повышают выживаемость растений.

2. Для Ала-Арчинского ущелья в перспективе нужно провести локальные исследования с последующей характеристикой выделенных штаммов, а создание коллекции местных ризобий может служить основой для разработки экологически безопасных биоудобрений.

3. Обзорно-аналитические данные показывают необходимость совмещения полевых исследований, микробиологических методов и биоинформатики для оценки природного потенциала региона.

Список литературы

1. Furtak K., Gawryjolek K., Galazka A., and Gradziel J. The Response of Red Clover (*Trifolium pratense* L.) to Separate and Mixed Inoculations with *Rhizobium leguminosarum* and *Azospirillum brasilense* in Presence of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5751. -2020.
2. Abd-Alla M.H., Enhancing *Rhizobium*-Legume Symbiosis and Reducing Nitrogen Fertilizer Use Are Potential Options for Mitigating Climate Change. *Agriculture*, 13(11), 2092.-2023.
3. Лазыков Г.А., Умралина А.Р. Растительное разнообразие национального парка «Ала-Арча»// В: «Флора и растительность Киргизского хребта (с.112-145). Бишкек, 2015.
4. Ma Y., Suo Y., Qi H., Tang F., Wang M. Effects of *Rhizobium* Inoculation on Rhizosphere Soil Microbial Communities, Physicochemical Properties, and Enzyme Activities in Caucasian Clover Under Field Conditions. *Agronomy*, 14(12), 2880.-2024.
5. Irisarri P., Cardozo G., Tartaglia C., Reyno R., Gutierrez P., Lattanzi F.A., Rebuffo M., Monza J. Selection of Competitive and Efficient *Rhizobia* Strains for White Clover. *Frontiers in Microbiology*, 10, 768.-2019.