

6-бөлім  
**БИОТЕХНОЛОГИЯ**

---

Раздел 6  
**БИОТЕХНОЛОГИЯ**

---

Section 6  
**BIOTECHNOLOGY**

**Фалеев Д.Г.<sup>1</sup>, Касымбеков Б.К., Фалеев Е.Г.<sup>2</sup>,  
Мырзагалиев Ж.Ж.<sup>3</sup>, Богуспаев К.К.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: ex-eko@yandex.ru

<sup>2</sup>младший научный сотрудник

<sup>3</sup>стажер-исследователь

<sup>4</sup>доктор биологических наук, главный научный сотрудник, e-mail: kboguspayev@yandex.kz

Научно-исследовательский институт проблем экологии,

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ РАСТЕНИЙ  
ТАУ-САГЫЗА (*Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse)  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЧВЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ:  
4. МИКОРИЗАЦИЯ  
В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

*Scorzonera tau-saghyz* – эндемик Казахстана, способный накапливать до 40% каучука в сухих корнях, по качеству не уступающего каучуку гевеи. Сейчас ведутся научно-исследовательские работы по восстановлению численности данного вида, а также по разработке эффективных и рентабельных биотехнологий получения коммерческого каучука из корней *S. tau-saghyz*.

В условиях длительного лабораторного эксперимента осуществлена микоризация проростков тау-сагыза. В качестве инокулята использованы грибы-микоризообразователи pp. *Claroideoglomus* и *Rhizophagus* (*Claroideoglomus etunicatum* (Schüssler/Walker), *Rhizophagus intraradices* (Schüssler/Walker), *Claroideoglomus claroideum* (Schüssler/Walker)). В корнях зараженных растений были выявлены структуры, характерные для грибов, образующих микоризы арбускулярного типа: несептированный мицелий, везикулы и арбускулы.

Немикоризные экземпляры в варианте опыта с внесением инокулюма эндомикоризы не выявлены – частота встречаемости микоризной инфекции в изученных образцах корней тау-сагыза составила 100 %. Растения в варианте опыта с внесением инокулюма гриба-микоризообразователя росли заметно лучше, чем не микоризные. Средние показатели высоты и количества листьев микоризных растений была в 1,5 раза выше, чем у не микоризных, что является доказательством важности арбускулярных микориз в жизнедеятельности стенофитного, редкого и исчезающего вида тау-сагыз.

Использование эндомикориз может в существенной степени способствовать разработке современных, рентабельных биотехнологий, направленных на восстановление численности в природе и получение коммерческого каучука из корней *S. tau-saghyz*. Данные исследования приобретают особую актуальность в свете растущего спроса в мире на натуральный каучук и поиска альтернативных, в отличие от Гевеи, источников природного каучука.

**Ключевые слова:** *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et G.G. Bosse, натуральный каучук, *Glomeromycota*, *Claroideoglomus etunicatum* (Schüssler/Walker), *Rhizophagus intraradices* (Schüssler/Walker), *Claroideoglomus claroideum* (Schüssler/Walker).

Faleyev D.G.<sup>1</sup>, Kasymbekov B.K., Faleyev E.G.<sup>2</sup>,  
Myrzagaliev Zh.Z.<sup>3</sup>, Boguspaev K.K.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>candidate of biological sciences, leading researcher, e-mail: ex-eko@yandex.ru

<sup>2</sup>junior researcher

<sup>3</sup>trainee-researcher

<sup>4</sup>doctor of biological sciences, chief scientific, e-mail: kboguspayev@yandex.kz

Scientific Research Institute of Ecology Problems,  
Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

**Development of plant cultivation technology of tau-sagyz  
(*Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) with soil microflora:  
4. Mycorrhization in a laboratory experiment**

*Scorzonera tau-saghyz* – endemic of Kazakhstan, capable of accumulate up to 40% of rubber in dry roots and quality is not inferior to rubber hevea. Currently, research work is underway to restore the number of this species, as well as to develop effective and cost-effective biotechnologies for obtaining commercial rubber from the roots of the tau-saghyz.

In long-term laboratory experiment carried out mycorrhization of seedlings. As inoculum used fungi *Claroideoglomus etunicatum* (Schüssler/Walker), *Claroideoglomus claroideum* (Schüssler/Walker) and *Rhizophagus intraradices* (Schüssler/Walker). In the roots of infected plants were revealed structures typical for fungi, forming arbuscular mycorrhizae type: non septate mycelium, vesicles and arbuscules.

Mycorrhizal infection in the studied samples of *S. tau-saghyz* roots was 100 %. Infected plants was noticeably better than non-mycorrhizal. The average height and number of leaves of mycorrhizal plants was 1.5 times higher than that of non-mycorrhizal plants, which is proof of the importance of arbuscular mycorrhizae in the life of stenotopic, rare and extinct *S. tau-saghyz*.

The use of endomycorrhizal fungi can significantly contribute to the development of modern, cost-effective biotechnologies aimed at restoring the abundance in nature and obtaining commercial rubber from the roots of tau-saghyz. These studies are particularly relevant at growing demand in the world for natural rubber and the search for alternative sources of natural rubber, in contrast to Hevea.

**Key words:** *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et G.G. Bosse, Glomeromycota, *Claroideoglomus etunicatum* (Schüssler/Walker), *Rhizophagus intraradices* (Schüssler/Walker), *Claroideoglomus claroideum* (Schüssler/Walker).

Фалеев Д.Г.<sup>1</sup>, Касымбеков Б.К., Фалеев Е.Г.<sup>2</sup>,  
Мырзагалиев Ж.Ж.<sup>3</sup>, Богуспаев К.К.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>биология ғылымдарының кандидаты, жетекші ғылыми қызметкері, e-mail: ex-eko@yandex.ru

<sup>2</sup>кіші ғылыми қызметкер

<sup>3</sup>тәжірибе-жинақтаушы

<sup>4</sup>биология ғылымдарының докторы, бас ғылыми қызметкер, e-mail: kboguspayev@yandex.kz

Экология мәселелері ғылыми-зерттеу институты,  
әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетті, Қазақстан, Алматы қ.

**Топырақ микрофлорасын қолдану барысында тау-сағыз  
(*Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) өсімдігін дақылдау технологиясын өңдеп шығару:  
4. Лабораториялық эксперимент жағдайында микоризациялау**

*Scorzonera tau-saghyz* – гевея каучүгінен кем түспейтін, құрғақ тамырында 40%-ға дейін сапалы каучукты жинауға қабілетті, Қазақстанның эндемигі. Қазіргі таңда аталған түрдің санын арттыруға бағытталған ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізіліп жатыр, сондай-ақ, *S. tau-saghyz* тамырынан коммерциялық каучук өнімдерін алуда тиімді биотехнологиялар әзірленуде.

Ұзақ уақытқа созылған зертханалық тәжірибе жағдайында тау-сағыз өскіндерін микоризациялау жүзеге асырылды. Инокулят ретінде микориза түзуші саңырауқұлақтар рр. *Claroideoglomus* және *Rhizophagus* (*Claroideoglomus etunicatum* (Schüssler/Walker), *Rhizophagus intraradices* (Schüssler/Walker), *Claroideoglomus claroideum* (Schüssler/Walker)) пайдаланылды. Зақымдалған өсімдіктер тамырынан саңырауқұлақтарға тән құрылымдар, микоризаның арбускулярлы типі: сүзілмеген мицелий, везикулалар және арбускулалар анықталды.

Тәжірибенің микоризасыз үлгілеріне жүргізілген жұмыстарда инокулюмді енгізу барысында эндомикоризалар анықталған жоқ. Алайда, тау сағыздың зерттеу үлгілерінің тамырында микоризалық зақымдану жиілігі 100% құрады. Микоризатүзуші-саңырауқұлақтың инокулюмін енгізген өсімдіктің тәжірибе үлгілері, микоризалы үлгілерге қарағанда жақсы өсті. Микоризалық өсімдіктердің биіктігі мен жапырақтарының орташа саны микоризалық емес өсімдіктерге қарағанда 1,5 есе жоғары болды. Бұл тау-сағыздың далалық, сирек және жойылып бара жатқан түрінің тіршілігінде арбускулярлық микоризалардың маңыздылығын көрсетеді.

Эндомикоризді пайдалану *S.tau-saghyz*-дың табиғаттағы санын қалпына келтіруге және тамырынан коммерциялық каучук алуға бағытталған қазіргі заманғы, тиімді биотехнологияларды әзірлеуге елеулі дәрежеде ықпал етуі мүмкін. Аталған зерттеулер әлемдегі табиғи каучук деген сұраныстың артуынан, сонымен қатар Гевеядан басқа табиғи каучуктың баламасын ізеуде ерекше өзектілікке ие.

**Түйін сөздер:** *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et G.G. Bosse, табиғи каучук, Glomeromycota, *Claroideoglo mus etunicatum* (Schüssler/Walker), *Rhizophagus intraradices* (Schüssler/Walker), *Claroideo-glo mus claroideum* (Schüssler/Walker).

## Введение

Растущий спрос в мире на натуральный каучук, в настоящее время, привел исследователей к поиску альтернативных, в отличии от гевеи источников природного каучука (Gelling, 2013: 67-71; van Beilen, 2007: 522-529; Mooibroek, 2000: 355-365). Козелец тау-сагыз (*Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et G.G. Bosse) – эндемик Казахстана, способный накапливать до 40% каучука в сухих корнях, не уступает по качеству каучуку гевеи (рисунок 1) (Павлов, 1947: 128; Культиясов 1938: 315; Богуспаев, 2013: 64-70).

Численность данного вида в природных условиях была серьезно подорвана в 40-е годы прошлого века в ходе интенсивной заготовки. Запасы вида сильно сократились в предвоенные и особенно в военные годы (1941-45 гг.), когда было выкопано более 12 млн. корней, сухим весом около 908 т. В переводе на каучук это составило 250-300 т. – вклад Казахстана в дело обороны страны (Павлов, 1947: 128).

В настоящее время численность тау-сагыза невелика. Данный вид встречается крайне редко, а восстановление численности и ареалов произрастания происходит очень медленно. В последние годы интерес к этому растению вырос, и сейчас ведутся научно-исследовательские работы по восстановлению численности данного вида, а также по разработке эффективных и рентабельных биотехнологий получения коммерческого каучука из корней *S. tau-saghyz* (Богуспаев, 2013: 64-70).

Очевидно, что восстановление численности редких и исчезающих видов требует комплексного подхода, с использованием современных биологических методов, одними из таких методов может стать использование почвенной микрофлоры, в частности грибов, образующих микоризы арбускулярного типа.

Арбускулярная микориза (эндомикориза) – это широко распространенное в природе, взаимовыгодное сожительство микроскопиче-

ских грибов отдела *Glomeromycota*, с высшими сосудистыми растениями, способствующее значительному повышению жизнеспособности растения-хозяина. Повышение устойчивости микоризных растений к неблагоприятным условиям окружающей среды обусловлено увеличением двунаправленного трофического потока между микосимбионтами, которое в итоге способствует повышению поглощения питательных элементов растением-хозяином (в частности, таких труднодоступных как фосфор и азот), интенсивности фотосинтеза, что в свою очередь ведет к существенному увеличению корневой и надземной массы микоризного растения (Селиванов, 1981: 177; Шнырева-Драга, 1990: 583-590; Sharma, 2002: 363; Peterson, 2004: 173; Smith, 2008: – 787).

В частности, специалисты из Индии провели исследование в ходе которого было показано влияние инокуляции арбускулярной микоризой на усиление роста перца длинного – *Piper longum*, (*Dicot.*) который используется в медицинских системах Индии как ценное лекарство, а также являющееся пряным растением. Испытывали эффективность инокуляции арбускулярно-микоризными грибами побегов *P. longum* в почвенной культуре. Выживаемость при инокуляции повышалась с 58 до более 80%. Инокулированные растения имели большую биомассу, были выше и содержали больше N и P. Наиболее продуктивными штаммами были *Glomus fasciculatum*, *G. clarum*, *G. etunicatum* и *G.versiforme* (Singh, 2012: 339-344).

Арбускулярные микоризы оказывают значительное влияние на обеспечение фосфором микотрофных растений, сравнимое с внесением фосфорных удобрений и может давать возможность экономить удобрения, что актуально при разработке новых, рентабельных, экологических биотехнологий культивирования растений (Shukla, 2012: 109-116; Cozzolino, 2013: 40-44; Thompson, 2013: 117-137; Soares, 2012: 47-54; Umamaheswari, 2010: 341-348).





Рисунок 1 – Цветение тау-сагыза в петрофильных растительных сообществах северного макросклона хребта Каратау

Грибы, образующие микоризы арбускулярного типа оказывают положительное влияние на жизнедеятельность как отдельных растений, так и растительных сообществ (Merrild, 2013: 229-240). Растения обычно живут в симбиотических ассоциациях с грибами арбускулярной микоризы, поставляя продукты фотосинтеза своим грибным партнерам, которые, в свою очередь, обеспечивают их минеральным питанием. Арбускулярные микоризные грибы (АМГ) объединяют соседствующие растения, образуя общие микоризные сети. Если одно из микоризных растений испытывает угнетение роста, то к нему по таким микоризным сетям от близлежащих микотрофных растений поступают питательные вещества, что в итоге способствует повышению толерантности к различным неблагоприятным условиям окружающей среды как отдельных экземпляров микоризных растений, так и целых растительных сообществ (Walder, 2012: 789-797).

Проведенное ранее изучение микосимбиотрофизма *S. tau-saghyz* в природе и в условиях культивирования на территории Каратауского

Государственного природного заповедника показало, что все исследованные образцы корневых систем тау-сагыза были микоризными: частота встречаемости микоризной инфекции составила 100 %. Изученные экземпляры растений *S. tau-saghyz* были в основном средне- и слабомикотрофными. В условиях культивирования микоризная инфекция может не только сохраняться, но и существенно превосходить по интенсивности аналогичные показатели растений, произрастающих в природных условиях (Фалеев, 2014: 427-434; Богуспаев, 2014: 41-50).

Использование эндомикориз арбускулярного типа может в существенной степени способствовать разработке современных, рентабельных биотехнологий направленных на восстановление численности в природе и получение коммерческого каучука из корней *S. tau-saghyz*.

Целью данной работы явилось осуществление микоризации, изучение микосимбиотрофизма, выявление роли арбускулярных микоризных грибов в жизнедеятельности редкого и исчезающего вида *S. tau-saghyz* в условиях лабораторного эксперимента

## Материалы и методы исследования

Объектами данного исследования являлись проростки растения козлец тау-сагыз – **S. tau-saghyz** (сем. *Asteraceae*) и микроскопические грибы отдела *Glomeromycota*, относящиеся к родам *Claroideoglossum* и *Rhizophagus* (*C. etunicatum* (Schüssler/Walker), *C. claroideum* (Schüssler/Walker), *R. intraradices* (Schüssler/Walker)) (инокулюм содержал споры АМГ), образующие микоризы арбускулярного типа с высшими сосудистыми растениями. Используемые в ходе постановки опыта АМГ имеют широкое распространение в природе и весьма многочисленны, являясь своего рода космополитами, что повышает эффективность их использования при микоризации тех или иных видов растений (Blaszkowski, 2012: 303). Грибы, использованных нами штаммов получены из компании INOQ GmbH (Германия, Шнега). Инокулюм был внесен через полгода (180 суток) после начала проведения эксперимента. Семена тау-сагыза собраны в ходе проведения полевых экспедиционных работ в июне 2015 г., на северном макросклоне хребта Каратау, близ поселка Ачисай. Проращивание семян и выращивание проростков растений проводилось в растительной оснащенной специальными лампами, обеспечивающими оптимальный спектр и интенсивность освещения: близкие по параметрам к солнечному спектру. В ходе конструирования растительной были использованы лампы компании Philips марки MASTER TLD Reflex Super 80 (Польша). Лампы были установлены на расстоянии 20 см друг от друга. Время освещения растений – 12 ч/сут.

При выращивании растений в условиях лабораторного опыта в качестве почвы использовалась смесь крупнозернистого промытого речного песка и вермикулита, смешанных в пропорции 1:1. Семена высевали в пластиковые емкости объемом 150 мл.

Заражение корней растения-хозяина происходит на стадии 2-3 настоящего листа. Преждевременное внесение инокулюма может привести к снижению жизнеспособности спор и частичек мицелия гриба-микоризообразователя. Проведенные нами ранее предварительные исследования показали, что тау-сагыз в лабораторных условиях растет очень медленно, что может быть обусловлено как ограничениями в спектре и интенсивности освещения, так и сравнительно малыми объемами горшков, препятствующими нормальному росту и развитию опытных растений. В связи с этим, внесение инокулюма гри-

бов-микоризообразователей в самом начале проведения эксперимента, вместе с посадкой семян представляется малоэффективным в плане заражения корней опытного растения эндомикоризным грибом и в итоге нецелесообразным.

Для повышения эффективности заражения инокулюмом гломалевых грибов вносился на стадии 3-5 настоящего листа, когда вероятность внедрения гриба-микоризообразователя в корни тау-сагыза и как следствие его микоризация окажется наиболее быстрой и эффективной. Микоризацию проростков растений на поздних стадиях получения проростков проводили по оригинальной методике, разработанной ранее Фалеевым Д.Г. С этой целью при посадке семян тау-сагыза использовали пробирки диаметром 15 мм, при диаметре горшков 40 мм, которые в вертикальном положении погружали в грунт на 2/3 от высоты горшков. По достижении стадии роста 3-5 настоящего листа опытных растений производилось внесение инокулюма арбускулярных микоризных грибов. Для этого пробирки аккуратно извлекались из грунта, так, чтобы избежать повреждения корневой системы проростков. В образовавшиеся пустоты засыпали вышеуказанную смесь грунта и инокулюма гриба-микоризообразователя. Сверху пустота засыпалась тем же грунтом (песок и вермикулит) не содержащим инокулюм.

Эксперимент проведен в 2 вариантах: 1 – в контроле – это была просто указанная выше смесь песка и вермикулита (без инокулюма АМГ), 2 – в варианте опыта был внесен инокулюм гриба-микоризообразователя.

Результаты эксперимента снимались через 1,5 года (545 суток) после начала эксперимента. Количество повторностей в каждом варианте опыта – 15. Нами были исследованы образцы корневых систем опытных растений на предмет содержания структур гриба-микоризообразователя, а также изучены ростовые параметры: высота и количество листьев микотрофных и не микотрофных растений.

Для изучения микотрофизма собирались по 5 экземпляров корневой системы растений. Отобранные образцы корневых систем фиксировались в 70% растворе этилового спирта. Затем, корни мацерировались в 10%-ном растворе КОН и окрашивались трипановым синим в лакто-глицерине: 500 мл вода, 250 мл глицерин, 250 мл 40 % молочная кислота, 0,5 г трипановый синий. После окрашивания корни помещались в 50 % раствор глицерина, для дифференциации окраски. После окрашивания корни промывались

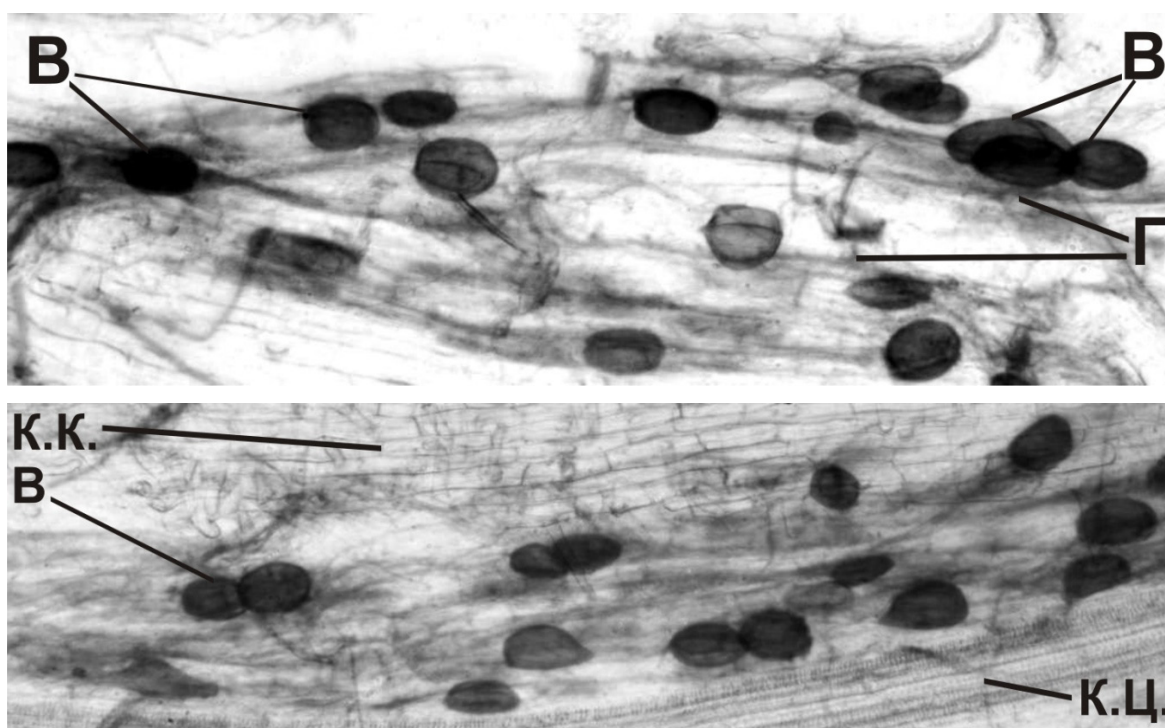


и готовились давленные препараты, которые микроскопировались при увеличении 120х на микроскопе. В каждом поле зрения определялось количество гриба микоризообразователя в баллах – по пятибалльной шкале Селиванова (Селиванов, 1981: 177). Микрофотосъемка осуществлена с использованием микрофотонасадки МФН-10, при увеличении 200<sup>х</sup>.

### Результаты исследования и их обсуждение

Проведенные исследования в условиях лабораторного эксперимента позволили выявить

наличие микоризной инфекции в проростках тау-сагыза выращенных с внесением инокулюма АМГ. Так, во всех микроскопированных образцах корней тау-сагыза в контроле, то есть выращенных без внесения инокулюма гриба-микоризообразователя структуры характерные для арбускулярных микоризных грибов не выявлены. При этом, в варианте опыта с внесением инокулюма грибов рр. *Claroideoglossum* и *Rhizophagus* были выявлены структуры характерные для грибов образующих микоризы арбускулярного типа: несептированные мицелии, везикулы и арбускулы (рисунок 2).



К.К. – кора корня; К.Ц. – корневой цилиндр.

**Рисунок 2** – Внутрикорневые структуры – везикулы (В), несептированные гифы (Г) в коре корня растений тау-сагыза, выращенных в лабораторных условиях (200<sup>х</sup>)

Не микоризные экземпляры в варианте опыта с внесением инокулюма эндомикоризы не выявлены, соответственно частота встречаемости микоризной инфекции в изученных образцах корней тау-сагыза составила 100%. Здесь необходимо отметить, что в природных условиях проведенные ранее исследования показали, что растения тау-сагыза также были исключительно микотрофными: частота встречаемости микоризной инфекции составила также – 100 % (Фалеев, 2014: 427-434; Богуспаев, 2014: 41-50). Данные

факты могут являться показателями высокой роли арбускулярных микориз в жизнедеятельности такого стенотопного, редкого и исчезающего вида как тау-сагыз, как известно, оказывающих существенное влияние на жизнедеятельность микоризных растений (Селиванов, 1981: 177; Шнырева-Драга, 1990: 583-590; Sharma, 2002: 363; Peterson, 2004: 173; Smith, 2008: – 787).

Интенсивность микоризной инфекции исследованных растений тау-сагыза, выращенных в лабораторных условиях, составила в среднем

1,16±0,21 баллов. Все исследованные экземпляры являлись слабомикотрофными.

В изученных образцах корневых систем тау-сагыза было выявлено значительное количество везикул. Везикулы были крупными, овальной формы (рисунок 2). При этом, количество арбускул было несколько больше чем везикул: соответственно, в среднем 0,38±0,04 и 0,15±0,01 баллов. Несколько большее количество арбускул по сравнению с количеством везикул в коре корня изученных нами образцов может указывать на высокую интенсивность обменных процессов между грибом-микоризообразователем и растением-хозяином. Процент длины корня занятый микоризной инфекцией составил – 51,0±4,1 %, то есть практически половина исследованных в ходе микроскопирования полей зрения содержали те или иные структуры характерные для эндомикоризы: гифы, везикулы, арбускулы.

Как видно из представленной ниже таблицы в условиях лабораторного эксперимента удалось добиться 100 %-ного инфицирования кор-

ней тау-сагыза арбускулярными микоризными грибами. Кроме того, степень микосимбиотрофизма инфицированных микоризными грибами проростков тау-сагыза была заметно ниже, чем в природных условиях: составив 2,23±0,04 балла в несформированном петрофильном растительном сообществе, 1,85±0,03 и 3,33±0,05 балла в природных условиях на опытных площадках и 1,16±0,21 балла в условиях лабораторного эксперимента (таблица 1). Очевидно, данное соотношение связано с ограниченностью горшечной культуры в объеме, качестве освещения, бедностью питательными элементами лабораторного грунта.

Кроме того, в ходе проведения эксперимента было выявлено, что растения в варианте опыта с внесением инокулюма гриба-микоризообразователя росли заметно лучше, чем не микоризные. Средние показатели высоты и количества листьев микоризных растений была в 1,5 раза выше, чем у не микоризных (контроль) (рисунок 3).

**Таблица 1** – Интенсивность микоризной инфекции и частота встречаемости микоризной инфекции растений вида тау-сагыз в лабораторных и природных условиях (\*Фалеев, 2014: 427-434; Богуспаев, 2014: 41-50)

Условия произрастания	Общая степень микосимбиотрофизма (баллы)	Везикулы (баллы)	Арбускулы (баллы)	Частота встречаемости микоризной инфекции (%)
Лабораторные условия, 2-х летние проростки	1,16±0,21	0,15±0,01	0,38±0,04	100
Опытная площадка г. Кентау, 1-но летние проростки*	1,85±0,03	0,40±0,01	0,22±0,01	100
Опытная площадка ущ. Хантаги, 2-х летние проростки*	3,33±0,05	0,85±0,02	1,11±0,03	100
Несформированное растительное сообщество, северного макросклона хребта Сырдарьинского Каратау*	2,23±0,04	0,55±0,01	0,06±0,01	100

Таким образом, проведенные нами исследования указывают на то, что микоризы арбускулярного типа играют существенную роль в жизнедеятельности тау-сагыза. Исследования в данной области являются весьма перспективными и могут быть положены в основу разработки биотехнологий направленных на оптимизацию условий культивирования данного редкого и исчезающего вида, перспективного каучуконоса *S. tau-saghyz*.

Поиск мест произрастания редкого и исчезающего вида тау-сагыза в природе, модельные

эксперименты в лабораторных и природных условиях – все это создает предпосылки для получения биоматериалов данного вида с целью полноценных исследований в области генетики и молекулярной биологии, в частности по секвенированию транскриптома. Так как, дальнейшее проведение генетических исследований редкого и исчезающего вида тау-сагыза требует материалов – биологических образцов данного вида. Кроме того, эксперименты по выращиванию тау-сагыза в лабораторных и природных условиях с целью оптимизации технологии культи-



вирования данного вида – это основа (база) для создания в будущем промышленных плантаций *S. tau-saghyz* с целью получения коммерческого

натурального каучука, в частности с использованием генетически модифицированных сортов данного каучуконоса.



Одно деление линейки – 5 см.

**Рисунок 3** – Внешний вид не микоризных (1) и микоризных (2) проростков тау-сагыза, выращенных в условиях лабораторного эксперимента (возраст – 545 суток)

*Работа выполнена в рамках реализации научно-исследовательских проектов AP05134291 «Секвенирование генома *Scorzonera tau-saghyz* (Lipsch. & G.G. Bosse) и ассоциативное картирование генома по признаку содержания каучука»,*

*AP 05135262 «Разработка комплексных биопрепаратов на основе продуцентов биологически активных компонентов и биотоксинов, обеспечивающих плодородие почв, защиту от патогенов и высокую продуктивность растений», МОН РК.*

### Литература

- Gelling K. On the Rebound. Scientists revive search for new rubber sources // *Science News*. – 2013. – №9. – P. 67-71.
- van Beilen J.B., Poirier Y. Establishment of new crops for the production of natural rubber. // *Trends Biotechnol.* – 2007. – №25. – P. 522-529.
- Mooibroek, H., Cornish, K., Alternative sources of natural rubber.// *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 2000. – №53. – P. 355–365.
- Павлов И.В. Растительные ресурсы Южного Казахстана. – М.: Московское общество испытателей природы, 1947. – 128 с.
- Культиасов М.В. Тау-сагыз и введение его в культуру. – Ленинград, Издательство Академии наук СССР, 1938. – 315 с.
- Богуспаев К.К., Адильбаев Ж.А., Фалеев Д.Г., Жанатаев Ж.А., Турашева С.К., Самбетов К.К. Перспективы разработки технологий восстановления популяции растений тау-сагыза (*Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) в Каратауском государственном природном заповеднике // *Вестник КазНУ, серия экологическая*. – 2013. – №2/2, (38). – С. 64-70.
- Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. – М., Наука, 1981. – 177 С.
- Шнырева-Драга А.В. Взаимоотношения партнеров в симбиозе везикулярно-арбускулярного типа // *Микология и фитопатология*. – 1990. – Т. 24, Вып. 6. – С. 583-590.
- Sharma A.K., Johri B.N. Arbuscular Mycorrhizae Interactions in Plants, Rhizosphere and Soils. – Plymouth: Science Publishers UK, 2002. – 363 p.
- Peterson L.R., Massicotte B., Lewis H.M. Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology – Ottawa, National Research Council of Canada, 2004. – 173 p.
- Smith S.E., Read D.J. Mycorrhizal symbiosis. – Third Edition. NY. Acad Press. – 2008. – 787 p.
- Singh R.K., Gogoi P. Augmented growth of long pepper in response to arbuscular mycorrhizal inoculation. // *J. Forest. Res.* – 2012. – Vol. 23, № 2. – P. 339-344.

Shukla A., Kumar A., Jha A., Ajit., Rao D.V.K. Nageswara. Phosphorus threshold for arbuscularmycorrhizal colonization of crops and tree seedlings // *Biol. and Fert. Soils.* - 2012. – Vol. 48, № 1. – P. 109-116.

Cozzolino V., Di M.V., Piccolo A. Impact of arbuscular mycorrhizal fungi applications on maize production and soil phosphorus availability. // *J. Geochem. Explor.* – 2013. – № 129. – P. 40-44.

Thompson J.P., Clewett T.G., Fiske M.L. Field inoculation with arbuscular-mycorrhizal fungi overcomes phosphorus and zinc deficiencies of linseed (*Linum usitatissimum*) in a vertisol subject to long-fallow disorder. // *Plant and Soil.* – 2013. – Vol. 371, № 1-2. – P. 117-137.

Soares A.C.F., da Silva S.C., da Silva G.M., de Sousa L.F. Fungos micorrizicos arbusculares no crescimento e nutricao de mudas de jenipapeiro. // *Rev. cienc. agron.* – 2012. – Vol. 43, № 1. – P. 47-54.

Umamaheswari N., Kannahi M., Selvaraj T. Effect of native AM fungi on growth, nutrition and biochemical constituents of *Crotalaria juncea*. // *J. Ecobiol.* – 2010. – Vol. 26, № 3-4. – P. 341-348.

Merrild M. P., Ambus P., Rosendahl S., Jakobsen I. Common arbuscular mycorrhizal networks amplify competition for phosphorus between seedlings and established plants. // *New Phytol.* – 2013. – Vol. 200, № 1. – P. 229-240.

Walder F., Niemann H., Natarajan M., Lehmann M. F., Boller T., Wiemken A. Mycorrhizal networks: Common goods of plants shared under unequal terms of trade. // *Plant Physiol.* – 2012. – Vol. 159, № 2. – P. 789-797.

Фалеев Д.Г. Арбускулярная микориза тау-сагыза (*Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) Каратауского ГПЗ (Сырдарьинский Каратау). // *Вестник КазНУ, серия экологическая.* – 2014. – №1/1, (40). – С. 427-434.

Богуспаев К.К., Фалеев Д.Г., Касымбеков Б.К. Разработка технологии культивирования растений тау-сагыза (*Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) с использованием почвенной микрофлоры: 1. Изучение микосимбиотрофизма в природе и в условиях культивирования // *Вестник КазНУ. Серия биологическая.* – 2014. – № 2 (61). – С. 41-50.

Blaszkowski J. *Glomeromycota.* – Krakow, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, 2012. – 303 p.

## References

Blaszkowski J. (2012) *Glomeromycota.* Krakow: W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, 303 p.

Boguspaev K.K., Adilbaev Zh.A., Faleyev D.G., Zhanataev Zh.A., Turasheva S.K., Sambetov K.K. (2013) Perspektivy razrabotki tehnologii vosstanovleniya populjacyi rastenii tau-sagyz (Scorzonera tau-saghyz Lipsch., Et Bosse) v Karatauskom gosudarstvennom prirodnom zapovednike [Prospects for the development of technologies for the restoration of the population of tau-sagyz plants (Scorzonera tau-saghyz Lipsch., Et Bosse) in the Karatau State Nature Reserve.]. *KazNU Bulletin. Biology series.* no 2 / 2, (38), pp. 64-70.

Boguspaev K.K., Faleyev D.G., Kasymbekov B.K. (2014) Razrabotka tehnologii kultivirovaniya rastenii tau-sagyz (Scorzonera tau-saghyz Lipsch. et Bosse) s ispolzovaniem pochvennoi mikroflory: 1. Izuchenie mikosimbiofizma v prirode i v uslovijach kultivirovaniya [Development of the technology of cultivation of tau-sagyz plants (Scorzonera tau-saghyz Lipsch, et Bosse) using soil microflora: 1. Study of mycosymbiotrophism in nature and under cultivation conditions]. *KazNU Bulletin. Biology series.* no 2 (61), pp. 41-50.

Cozzolino V., Di M.V., Piccolo A. (2013) Impact of arbuscular mycorrhizal fungi applications on maize production and soil phosphorus availability. *J. Geochem. Explor.* no 129, pp. 40-44.

Faleyev D.G. (2014) Arbuskularnaja mycoriza tau-sagyz (Scorzonera tau-saghyz Lipsch. Et Bosse) Karatauskogo GPZ (Syrdarinskii Karatau) [Arbuscular mycorrhiza of tau-sagyz (Scorzonera tau-saghyz Lipsch. Et Bosse) of the Karatau Gas Processing Plant (Syrdarya Karatau)]. *KazNU Bulletin. Ecology series.* no 1/1, (40), pp. 427-434.

Gelling K. (2013) On the Rebound. Scientists revive search for new rubber sources. *Science News.* no 9, pp. 67-71.

Kultiazov M.V. (1938) Tau-sagyz and its introduction into culture [Tau-sagyz and its introduction into culture]. – Leningrad, Publishing house of the USSR Academy of Sciences. 315 p.

Merrild M.P., Ambus P., Rosendahl S., Jakobsen I. (2013) Common arbuscular mycorrhizal networks amplify competition for phosphorus between seedlings and established plants. *New Phytol.* vol. 200, no 1, pp. 229-240.

Moobroek, H., Cornish, K., (2000) Alternative sources of natural rubber. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* no 53, pp. 355–365.

Pavlov I.V. (1947) *Rastitelnye resursy Juzhnogo Kazakhstana* [Plant resources of Southern Kazakhstan]. – M.: Moskovskoe Obshestvo ispytatelei prirody. – 128 p.

Peterson L.R., Massicotte B., Lewis H.M. (2004) *Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology* – Ottawa, National Research Council of Canada, 173 p.

Selivanov I.A. (1981) *Mycosymbiotrophism kak forma konsortivnyh svjazei v rastitelnom pokrove Sovetskogo Sojuza* [Mycosymbiotrophism as a form of consortium connections in the plant cover of the Soviet Union]. M., Nauka, 177 p.

Sharma A.K., Johri B.N. (2002) *Arbuscular Mycorrhizae Interactions in Plants, Rhizosphere and Soils.* Plymouth: Science Publishers UK, 363 p.

Shnyreva-Draga A.V. (1990) *Vzaimootnosheniya partnerov v simbioze vezikuljarno-arbuskuljarnogo tipa* [Mutual relations of partners in symbiosis of the vesicular-arbuscular type. Mycology and phytopathology]. *Mikologija i fitopatologija.* vol. 24, no 6. pp. 583-590.

- Shukla A., Kumar A., Jha A., Ajit. Rao D.V.K. Nageswara. (2012) Phosphorus threshold for arbuscularmycorrhizal colonization of crops and tree seedlings. *Biol. and Fert. Soils*. vol. 48, no 1, pp. 109-116.
- Singh R.K., Gogoi P. (2012) Augmented growth of long pepper in response to arbuscular mycorrhizal inoculation. *J. Forest. Res.* Vol. 23, no 2, pp. 339-344.
- Smith S.E., Read D.J. (2008) *Mycorrhizal symbiosis*. Third Edition. NY. Acad Press. 787 p.
- Soares A.C.F., da Silva S.C., da Silva G.M., de Sousa L.F. (2012) Fungos micorrizicos arbusculares no crescimento e nutricao de mudas de jenipapeiro. *Rev. cienc. agron.* vol. 43, no 1, pp. 47-54.
- Thompson J.P., Clewett T.G., Fiske M.L. (2013) Field inoculation with arbuscular-mycorrhizal fungi overcomes phosphorus and zinc deficiencies of linseed (*Linum usitatissimum*) in a vertisol subject to long-fallow disorder. *Plant and Soil*. vol. 371, no 1-2, pp. 117-137.
- Umamaheswari N., Kannahi M., Selvaraj T. (2010) Effect of native AM fungi on growth, nutrition and biochemical constituents of *Crotalaria juncea*. *J. Ecobiol.* vol. 26, no 3-4, pp. 341-348.
- van Beilen J.B., Poirier Y. (2007) Establishment of new crops for the production of natural rubber. *Trends Biotechnol.* no 25, pp. 522-529.
- Walder F., Niemann H., Natarajan M., Lehmann M.F., Boller T., Wiemken A. (2012) Mycorrhizal networks: Common goods of plants shared under unequal terms of trade. *Plant Physiol.* –vol. 159, no 2, pp. 789-797.



## МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ

### 1-бөлім Раздел 1 Ботаника Ботаника

*Айпеусова С.А.*

Анализ рода *Astragalus* L. Актюбинского флористического округа..... 4

### 2-бөлім Раздел 2 Зоология Зоология

*Склярова О.Н., Крайнюк В.Н., Смирнова Д.А.*

Фауна ручейников (Trichoptera, Insecta) Центрального и Северного Казахстана..... 14

### 3-бөлім Раздел 3 Молекулалық Молекулярная биология және генетика биология и генетика

*Akimbekov N.Sh., Qiao Xiaohui, Tastambek K.T., Digel L., Abdieva G.Zh., Ualieva P.S., Berdikulov B., Zhubanova A.A.*

Metagenomic analysis of microbial community in coal samples from Kazakhstan using Illumina NGS Technology..... 28

*Akimniyazova A.N., Niyazova R.E., Atambayeva Sh.A., Ivashchenko A.T.*

Characteristics of miRNA interaction with mRNA in 5'UTR, CDS and 3'UTR of candidate genes of esophageal and stomach cancer ..... 40

*Baizhigitova D., Atambayeva Sh.A., Niyazova R.E., Ivashchenko A.T.*

Characteristics of miRNA interaction with 5'UTR, CDS and 3'UTR mRNA candidate genes of myocardial infarction and ischemic heart disease ..... 62

*Niyazova R.E., Mamirova A., Atambayeva Sh.A., Ivashchenko A.T.*

Characteristics of miRNA interaction with mRNA of candidate genes of the non-small cell lung cancer ..... 83

*Рысбекова А.Б., Дюсибаева Э.Н., Жирнова И.А., Есенбекова Г.Т., Сейтхожаев А.И., Жакенова А.Е.*

Биохимический скрининг отечественной и мировой коллекции проса на содержание амилозы в зерне ..... 97

*Смекенов И.Т., Аюпов Т.И., Бахтамбаева М.К., Рахматуллаева Г.Т., Тайпақова С.М., Бисенбаев А. К.*

Клонирование и экспрессия кДНК Rht-D1a пшеницы в *E.coli* ..... 107

### 4-бөлім Раздел 4 Адам және жануарлар Физиология и биохимия физиологиясы мен биохимиясы человека и животных

*Султамбекова Г.К., Ашабаева Ж.Е., Джангалиева Р.Н., Қошқарова К.А., Кошкимбаева Г.Д., Калимагамбетов А.М.*

Ұрық дамуының ақауларына биохимиялық скринингтің нәтижелері ..... 120

### 5-бөлім Раздел 5 Өсімдіктер физиологиясы Физиология и биохимия мен биохимиясы растений

*Терлецкая Н.В., Зорбекова А.Н., Алтаева Н.А., Бари Г.Т., Ережетова У.*

Влияние засухи на ростовые параметры и пигментный комплекс линий пшеницы, полученных от межвидовых скрещиваний..... 130

### 6-бөлім Раздел 6 Биотехнология Биотехнология

*Фалеев Д.Г., Касымбеков Б.К., Фалеев Е.Г., Мырзагалиев Ж.Ж., Богуснаев К.К.*

Разработка технологии культивирования растений тау-сагыза (*Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) с использованием почвенной микрофлоры: 4. Микоризация в условиях лабораторного эксперимента ..... 142

---

## CONTENTS

### Section 1 Botany

- Aipeissova S.A.*  
Analysis of the genus *Astragalus* L. of Aktobe flora region.....4

### Section 2 Zoology

- Sklyarova O.N., Krainyuk V.N., Smirnova D. A.*  
Caddis flies fauna (Trichoptera, Insecta) of Central and North Kazakhstan.....14

### Section 3 Molecular Biology and Genetics

- Akimbekov N.Sh., Qiao Xiaohui, Tastambek K.T., Digel L., Abdieva G.Zh., Ualieva P.S., Berdikulov B., Zhubanova A.A.*  
Metagenomic analysis of microbial community in coal samples from Kazakhstan using Illumina NGS Technology.....28
- Akimniyazova A.N., Niyazova R.E., Atambayeva Sh.A., Ivashchenko A.T.*  
Characteristics of miRNA interaction with mRNA in 5'UTR, CDS and 3'UTR of candidate genes of esophageal and stomach cancer .....40
- Baizhigitova D., Atambayeva Sh.A., Niyazova R.E., Ivashchenko A.T.*  
Characteristics of miRNA interaction with 5'UTR, CDS and 3'UTR mRNA candidate genes of myocardial infarction and ischemic heart disease .....62
- Niyazova R.E., Mamirova A., Atambayeva Sh.A., Ivashchenko A.T.*  
Characteristics of miRNA interaction with mRNA of candidate genes of the non-small cell lung cancer .....83
- Rysbekova A.B., Dusibaeva E.N., Zhirnova I.A., Esenbekova G.T., Seytkhozhaev A.I., Zhakenova A.Ye.*  
Biochemical screening of the domestic and world proso millet collection on the content of amilose in grain.....97
- Smekenov I.T., Ayupov T.I., Bakhtambayeva M.K., Rakhmatullaeva G.T., Taipakova S.M., Bissenbaev A.K.*  
Cloning and expression of wheat Rht-D1a cDNA in *E.coli* .....107

### Section 4 Human and Animal Physiology and Biochemistry

- Sultambekova G.K., Ashabaeva Zh.E., Dzhangalieva R.N., Koshkarova K.A., Koshkimbaeva G.D., Kalimagambetov A.M.*  
Results of biochemical screening of fetal malformations.....120

### Section 5 Plants Physiology and Biochemistry

- Terletskaya N.V., Zorbekova A.N., Altayeva N.A., Bari G.T., Erezhetova U.*  
Effect of drought for growth parameters and pigment complex of wheat lines obtained from interspecific crosses.....130

### Section 5 Biotechnology

- Faleyev D.G., Kasymbekov B.K., Faleyev E.G., Myrzagaliev Zh.Z., Boguspaev K.K.*  
Development of technology plant cultivation tau-sagyz (*Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) using soil microflora:  
4. Mycorrhization in a laboratory experiment .....142