

УДК 581.557.25

К.К. Богуспаев, Д.Г. Фалеев*, Б.К. Касымбеков

Научно-исследовательский институт проблем экологии КазНУ им. аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы

*Email: ex_eko@mail.ru

**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**

Проведено изучение микосимбиотрофизма *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse в природе и в условиях культивирования на территории Каратауского Государственного природного заповедника. Проведенные исследования показали, 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 слабо микотрофными. В условиях культивирования микоризная инфекция может не только сохраняться, но и существенно превосходить по интенсивности аналогичные показатели растений, произрастающих в природных условиях. Использование эндомикориз может в большей степени способствовать разработке современных рентабельных биотехнологий, направленных на восстановление численности в природе и получение коммерческого каучука из корней *S. tau-saghyz*.

Ключевые слова: арбускулярная микориза, *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse, интенсивность микоризной инфекции, частота встречаемости микоризной инфекции.

K.K. Boguspaev, D.G. Faleev, B.K. Kasymbekov

**Development of technology for the cultivation of tau sagyz
(*S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) plants using soil microflora:
1 Study of mycosymbiotrophism in nature and culture conditions**

The study mycorrhizal infection *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse in nature and culture conditions on the territory of the State Nature Reserve Karatau was carried out. Studies have showed, that all the samples studied root systems tau-sagyz were mycorrhizal: frequency of mycorrhizal infection was 100%. The studied revealed specimens of plants *Scorzonera tau-saghyz* were mostly medium- and weak mycotrophic. In the culture conditions mycorrhizal infection can not only be maintained, but also significantly greater than the intensity of the corresponding figures of plants growing under natural conditions. Using endomycorrhiza could greatly contribute to the development of effective modern biotechnology aimed at restoring the strength of nature and a commercial rubber from the roots *Scorzonera tau-saghyz*.

Key words: arbuscular mycorrhiza, *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse, intensity of mycorrhizal infection, frequency of occurrence of mycorrhizal infection.

К.К. Богуспаев, Д.Г. Фалеев, Б.К. Касымбеков

**Топырақ микрофлорасын қолдана отырып тау-сағыз
(*S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) өсімдігін өсіру технологиясын жасау:
1. Өсіру жағдайында және табиғатта микосимбиотрофизмді зерттеу**

Қаратау мемлекеттік табиғи қорығы аумағында, табиғи өсіру жағдайларында, *S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse микосимбиотрофизмін зерттеу жұмысы жүргізілді. Жұмысқа алынған тамыр үлгілері тау-сағыз өсімдігінің тамыр жүйесінің барлығы микоризалы болып келетіндігін көрсетті: микоризалық инфекцияның кездесу жиілігі 100%. Зерттелген тау-сағыздың жерасты мүшелері орташа және нашар микотрофты болып келеді. Алынған нәтижелер арбускулярлы типті микоризаның тау-сағыз өсімдігінің тіршілігі үшін үлкен маңызы болатындығын көрсетеді. Зертханалық өсіру жағдайларында микоризалық инфекция сақталып қана қоймай, табиғи жағдайда өсірілген өсімдіктердегі көрсеткіштерімен салыстырғанда қарқындылығы бойынша айтарлықтай жоғары. Эндомикоризаны қолдану *S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse өсімдігінің табиғаттағы санын қайта қалпына келтіру мен тамырларынан коммерциялық маңызды каучук алудың қазіргі заманғы тиімді биотехнологиясын әзірлеуде айтарлықтай дәрежеде өз үлесін қосуы мүмкін.

Түйін сөздер: арбускулярлы микориза, *S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse, микоризалық инфекциялау қарқындылығы, микоризалық инфекцияның кездесу жиілігі.

В настоящее время 80% мирового синтетического каучука производится из бутадиена и изопрена. Оставшиеся 20% каучука производятся путем химического синтеза из стирола, хлоропрена, этилена и других полимеров. Доля же натурального каучука составляет 20%, в промышленных масштабах его добывают на плантациях Индонезии, Малайзии и Вьетнама. Без натурального каучука не обходится медицина, а также производство автомобильных шин, особенно для большегрузных и спортивных машин, т.к. природный каучук прочнее искусственного [1-7].

Натуральный каучук образуется в тканях около 2 тыс. растений, но лишь в нескольких из них он содержится в количествах, позволяющих добывать его в промышленных масштабах. В этих растениях каучук находится в млечном соке (латексе), вырабатываемом особыми клетками. Важнейшим поставщиком натурального каучука является гевея бразильская – дерево из семейства молочайных [1-7].

Растущий спрос в мире на натуральный каучук в настоящее время привел исследователей к поиску альтернативных, в отличие от Гевеи (*Hevea brasiliensis*), источников природного каучука. В нашей Республике еще в 1929-1930 гг., при изучении горных систем южного Казахстана, было выяснено, что Каратауский хребет является родиной нового превосходного и непревзойденного до сих пор каучуконосного растения – козлеца тау-сагыз (рисунок 1-3). В то время Всесоюзным научно-исследовательским институтом каучука и гуттаперчи (ВНИИК и Г) были учреждены стационарные пункты в п. Бурном, специальная опытная станция по каучу-

коносам в п. Атабаево, а также стационарный пункт в центральной части хребта Каратау. Всеми этими стационарами были собраны ценные материалы по биологии, физиологии (особенно трудами физиолога А.А. Ничипоровича), условиям введения в культуру и поведению в ней замечательного осваиваемого растения. Горы Сырдарьинского Каратау являются родиной и основным местообитанием лучшего из ныне известных каучуконосов в средних широтах [2].

Козелец тау-сагыз – *S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse (по казахски тау-сағыз) – редкий, эндемичный вид с дизъюнктивным Тяньшанско-Памироалайским ареалом, перспективный каучуконос, способный накапливать в корнях до 40% каучука (рисунки 2, 3) [1-3].

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 и послужило вкладом Казахстана в дело обороны страны [1].

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*. Актуальность прове-

дения научно-исследовательских работ в данной области вызвана как проблемой восстановления в ареалах обитания численности тау-сагыза, так и перспективой получения новых сортов с высоким содержанием каучука [6, 7].

Принимая во внимание исключительную ценность зарослей тау-сагыза, можно утверждать, что всякое последующее ослабление и разрушение существующих зарослей явится недопустимым с точки зрения Государственных

интересов, а поэтому заповедность тау-сагызных участков должна быть поддержана в полной мере.

В настоящее время запасы данного вида медленно восстанавливаются. Основными лимитирующими факторами являются: стенотопность, слабая конкурентоспособность, массовые заготовки вида в прошлом в качестве каучуконоса, слабое семенное возобновление, интенсивное освоение территории под выпас скота [6, 7].



Рисунок 1 – Северный макросклон Сырдарьинского Каратау – место произрастания растений *S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse



а



б



в

а – внешний вид; б – плодношение; в – семена

Рисунок 2 – Редкий и исчезающий вид *S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse

Очевидно, что восстановление численности редких и исчезающих видов требует комплексного подхода с использованием современных биологических методов. Одним из таких методов может стать использование почвенной микрофлоры (азотфиксирующих бактерий, почвенных водорослей, микоризных грибов), в частности грибов, образующих микоризы арбускулярного типа.

Арбускулярная микориза (эндомикориза) – это широко распространенное в природе, взаимовыгодное сожительство микроскопических 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 [8-11].

Многочисленные исследования показывают, что представители семейства сложноцветных, к которому и относится тау-сагыз, в природных условиях часто являются микотрофными растениями, с хорошо развитой микоризной инфекцией [8, 10, 12-14].

Проведение научных изысканий с целью разработки рентабельных биотехнологий культивирования *S. tau-saghyz* с использованием инокулюма грибов, образующих микоризы арбускулярного типа, можно поделить на следующие основные этапы:

1. Всестороннее изучение микосимбиотрофизма растений тау-сагыза в природе и в условиях культивирования:

– изучение влияния различных условий произрастания на интенсивность микоризной инфекции *S. tau-saghyz*;

– изучение влияния различных условий произрастания на количественные и видовые характеристики спор эндомикоризных грибов в местах произрастания *S. tau-saghyz*;

– выявление видов эндомикоризных грибов, наиболее устойчивых к различным неблагоприятным факторам окружающей среды в местах произрастания тау-сагыза и наиболее часто встречающихся.

2. Выделение в чистую культуру *in vitro* наиболее часто встречающихся видов эндомикоризных грибов.

3. Проведение в лабораторных и природных условиях экспериментов по выявлению влияния различных видов грибов-микоризообразователей на различные аспекты жизнедеятельности тау-сагыза:

– на рост и развитие растений;

– на сроки цветения и плодоношения;

– на сроки, количество и качество накапливаемого каучука в корнях растений.

4. Создание на основе полученных данных основ биотехнологии культивирования тау-сагыза с использованием инокулюма эндомикоризных грибов.

5. Создание биопрепарата с использованием арбускулярных микориз с целью повышения почвенного плодородия и урожайности *S. tau-saghyz*.

6. Производственное испытание и внедрение разработанной биотехнологии культивирования тау-сагыза с использованием эндомикориз.

Данная технология в значительной степени может способствовать повышению устойчивости растений к различным неблагоприятным факторам окружающей среды, в частности, к фитопатогенам, приживаемости проростков и урожайности, ускорению цветения и плодоношения, а также минимизации сроков получения каучука из корней тау-сагыза, что, в свою очередь, позволит минимизировать затраты на удобрения и ядохимикаты, создать экологичное аграрное производство.

В настоящее время нами проведены исследования микосимбиотрофизма растения вида козелец тау-сагыз – *S. tau-saghyz Lipsch. et Bosse*, являющегося представителем семейства сложноцветных (*Asteraceae*). Одна из трудностей исследования микосимбиотрофизма данного вида заключается в том, что данный вид встречается крайне редко, в связи с этим в данной работе приводятся данные исследования микотрофности растений только в трех точках: в несформированной растительной ассоциации и двух опытных площадках Каратауского государственного природного заповедника (ГПЗ) (рисунки 2-4). Исследования микосимбиотрофизма тау-сагыза ранее не проводились.

Материалы и методы

В ходе проведения исследования были изучены растения тау-сагыза несформированного

петрофильного растительного сообщества, расположенного на северном макросклоне хребта Сырдарьинского Каратау. Почва каменистая с выходами скальных пород, местами щебнисто-суглинистая. Проективное покрытие – 5-10%, местами – до 15%. В данной точке отбора проб

растения *S. tau-saghyz* располагались группами. Доля тау-сагыза в общем проективном покрытии растений данного сообщества не превышала 2-3%. Кроме *S. tau-saghyz*, здесь встречались *Poa bulbosa* L., *Bromus tectorum* L., *Centaurea* sp. и др. [15].



а



б

а – однолетние проростки тау-сагыза (близ г. Кентау); б – двухлетние проростки тау-сагыза (ущелье Хантаги)

Рисунок 3 – Проростки растений *S. tau-saghyz* на опытных площадках на территории Каратауского государственного природного заповедника

Микосимбиотрофизм *S. tau-saghyz* был исследован также на двух опытных площадках Каратауского ГПЗ: в ущелье Хантаги (двухлетние проростки) и на окраине г. Кентау (однолетние проростки) (рисунок 4). В отличие от природного растительного сообщества, на опытных площадках осуществлялся полив, регулярно выполнялась прополка.

Исследование на опытных площадках и в природных условиях на территории Каратауского ГПЗ было проведено в начале июня 2013 г. Для изучения микотрофизма собирались по 5-10 экземпляров корневой системы каждого вида растения. Отобранные образцы корневых систем фиксировались в 70%-ном растворе этилового спирта, затем мацерировались в 10%-ном растворе КОН и окрашивались трипановым синим в лакто-глицерине, после окрашивания корни промывались и готовились давленные препараты, которые микроскопировались при 120-кратном увеличении на микроскопе Carl Zeiss Jena (Германия). В каждом поле зрения определялось количество гиф гриба-микоризообразователя по пятибалльной шкале Селиванова [8].

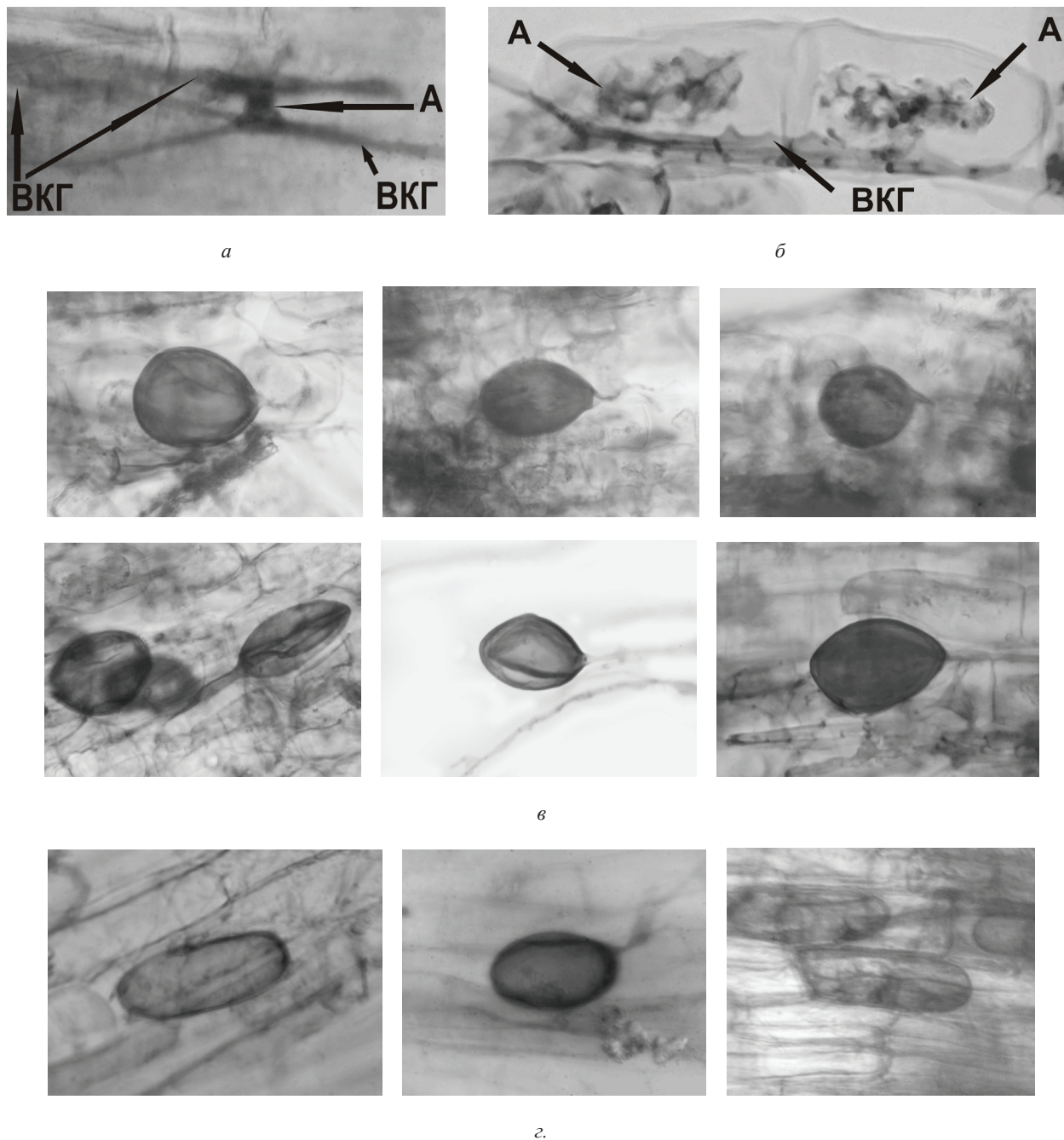
Для определения микосимбиотического ряда дифференциации подсчитывают количество

высоко-, средне-, слабо- и немикотрофных экземпляров в процентах. К высокомикотрофным относились растения с интенсивностью микоризной инфекции более 3,5 баллов, среднемикотрофным – 2-3,5 балла, слабомикотрофным – до 2 баллов [8].

Результаты и их обсуждение

Проведенные исследования по изучению интенсивности микоризной инфекции растений *S. tau-saghyz* показали средние значения степени инфицирования грибами-микоризообразователями в условиях гор хребта Сырдарьинского Каратау. Во всех исследованных нами образцах корневых систем были выявлены структуры, характерные для гриба-микоризообразователя: несептированные гифы, везикулы, иногда встречались арбускулы (рисунок 5).

Все изученные экземпляры были представлены средне- и низкомикотрофными растениями (соответственно, 71,4 и 28,6%). Высокомикотрофные и немикотрофные виды не выявлены. Частота встречаемости микоризной инфекции во всех исследованных нами растений составила 100% [15].



а – внутрикорневые гифы (ВКГ) и образуемые ими анастомозы (А) гриба-микоризообразователя в коре корня тау-сагыза из несформированного растительного сообщества северного макросклона Сырдарьинского Каратау (ГПЗ Каратау);
 б – арбускулы (А) и внутрикорневые гифы (ВКГ) гриба-микоризообразователя в коре корня 2-летних проростков *S. tau-saghyz*, опытная площадка в ущелье Хантаги (ГПЗ Каратау);
 в – везикулы гриба-микоризообразователя в коре корня 2-летних проростков *S. tau-saghyz*, опытная площадка в ущелье Хантаги (ГПЗ Каратау);
 г – везикулы гриба-микоризообразователя в коре корня *S. tau-saghyz* из несформированного растительного сообщества северного макросклона Сырдарьинского Каратау (ГПЗ Каратау). Увеличение X 200.

Рисунок 4 – Внутрикорневые структуры гриба-микоризообразователя в корнях растения тау-сагыз

Самый высокий показатель интенсивности микоризной инфекции среди исследованных растений был выявлен у представителей тау-сагыза отобранных на опытных площадках в ущелье Хантаги. Здесь интенсивность микоризной инфекции двухлетних проростков составила $3,33 \pm 0,05$ балла (таблица 1). Практически половина объема коры корня микроскопированных образцов содержала структуры, характерные для гриба-микоризообразователя арбускулярного типа. Более того, в образцах корневых систем у данных представителей *S. tau-saghyz* были выявлены самые высокие показатели по содержанию в коре корня везикул и арбускул (рисунок 4). Так, содержание арбускул достигало $1,11 \pm 0,03$ балла. Так как арбускулы представляют собой древовидно дихотомически ветвящиеся гифы и в значительной степени способствуют интенсификации двунаправленного трофического потока между растением-хозяином и грибом-микоризообразователем их значительное количество в коре корня исследованных образцов растений указывает на то, что эндомикоризный гриб играет большую роль в жизнедеятельности растения, интенсифицируя его питание, и, как следствие, в значительной степени повышая его гомеостаз, урожайность, устойчивость к различным неблагоприятным факторам окружающей среды.

Очевидно, что интенсификация трофических процессов растения-хозяина и гриба-микоризообразователя способствует увеличению количества везикул в коре корня *S. tau-saghyz*, структур эндомикоризного гриба, представляющих собой пузыревидное расширение гиф, являющихся вместилищем запасных питательных веществ для гриба. Количество везикул в среднем достигало $0,85 \pm 0,02$ балла. Столь высокие показатели интенсивности микоризной инфекции изученных растений тау-сагыза в данной точке отбора проб, возможно, объясняются уходом за двухлетними проростками, в частности поливом и прополкой.

Интенсивность микоризной инфекции *S. tau-saghyz* из несформированного растительного сообщества была почти в полтора раза ниже, составив в среднем $2,23 \pm 0,04$ балла. Количество арбускул и везикул также было существенно ниже, чем в образцах, отобранных на опытной площадке в ущелье Хантаги. Так, арбускулы в коре корня растения-хозяина встречались крайне редко, составив в среднем $0,06 \pm 0,01$ балла, это в 18,5 раз ниже, чем в корнях микоризных

растений в ущелье Хантаги. Количество везикул, также было в 1,5 раза ниже, составив $0,55 \pm 0,01$ балла (таблица 1). Скорее всего, столь низкие показатели микосимбиотрофизма в данной точке отбора проб связаны с тем, что растения произрастали в более суровых условиях в несформированном петрофильном растительном сообществе, характеризующемся ксерофитизацией и отсутствием как такового почвенного покрова. Тем не менее даже в столь суровых условиях произрастания у растений сохраняется эндомикоризная инфекция, а значит грибы-микоризообразователи также играют существенную роль в устойчивости *S. tau-saghyz* к неблагоприятным условиям окружающей среды, повышая гомеостаз растения и его ростовые параметры.

Самые низкие показатели интенсивности микоризной инфекции были выявлены в образцах корневых систем однолетних проростков тау-сагыза, отобранных на территории опытной площадки, на окраине города Кентау. В данной точке отбора проб интенсивность микоризной инфекции падала до $1,85 \pm 0,03$ балла, что было, соответственно, ниже в 1,2 и 1,8 раз по сравнению с описанными выше точками. Здесь интенсивность микоризной инфекции была низкой, в связи с тем, что растения были недостаточно развитыми и, несмотря на уход за проростками – полив и прополку, не установился высокоинтенсивный двунаправленный трофический поток между растением-хозяином и грибом-микоризообразователем. Также низкими были показатели содержания арбускул и везикул в коре корня. В частности, количество арбускул составило в среднем $0,22 \pm 0,01$ балла. Данный показатель у двухлетних проростков с опытной площадки в ущелье Хантаги был заметно выше ($1,11 \pm 0,03$), в то время как в образцах корневых систем из природного сообщества аналогичный показатель, напротив, был существенно ниже, в более чем в 3,5 раза. Количество везикул, в отличие от варианта с пробами из несформированного растительного сообщества ($0,55 \pm 0,01$ балла), было немногим меньше, составив в среднем $0,40 \pm 0,01$ балла. При этом количество внутрикорневых везикул в образцах корневых систем однолетних проростков опытных площадок было в 2 раза меньше, чем у двухлетних, выращенных в ущелье Хантаги: соответственно составив в среднем $0,40 \pm 0,01$ и $0,85 \pm 0,02$ балла. Вместе с тем содержание везикул во всех точках отбора проб было сравнительно низким (таблица 1).

Общая интенсивность микоризной инфекции всех исследованных нами образцов составила $2,47 \pm 0,04$ балла. При этом, наибольшее значение данного показателя было выявлено у двухлетних проростков опытной площадки Хантаги – $3,33 \pm 0,05$ балла, наименьший показатель выявлен у однолетних проростков растений опытной площадки г. Кентау – $1,85 \pm 0,03$ балла. Очевидно, что высокий показатель обусловлен более благоприятными условиями произрастания тау-сагыза, обеспечиваемыми своевременной прополкой и поливом, в то время как низкий показатель, ско-

рее всего, связан с тем, что проростки однолетние и недостаточно развиты, чтобы обеспечить высокую интенсивность микоризной инфекции. Интенсивность микоризной инфекции *S. tau-saghyz* несформированного растительного сообщества, северного макросклона хребта Сырдарьинского Каратау составила в среднем $2,23 \pm 0,04$ балла, что заметно, ниже аналогичного показателя культивируемых двухлетних проростков, следовательно, искусственное выращивание может способствовать повышению степени микосимбиотрофизма растений тау-сагыза в культуре.

Таблица 1 – Интенсивность микоризной инфекции и частота встречаемости микоризной инфекции растений вида тау-сагыз в пределах Каратауского ГПЗ

Точки отбора проб	Общая интенсивность микоризной инфекции	Везикулы	Арбускулы	Частота встречаемости микоризной инфекции (%)
Несформированное растительное сообщество северного макросклона хребта Сырдарьинского Каратау	$2,23 \pm 0,04$	$0,55 \pm 0,01$	$0,06 \pm 0,01$	100
Опытная площадка – г. Кентау, 1-летние проростки	$1,85 \pm 0,03$	$0,40 \pm 0,01$	$0,22 \pm 0,01$	100
Опытная площадка – Хантаги, 2-летние проростки	$3,33 \pm 0,05$	$0,85 \pm 0,02$	$1,11 \pm 0,03$	100
Итого, в среднем	$2,47 \pm 0,04$	$0,60 \pm 0,02$	$0,46 \pm 0,02$	100

Средний балл везикул всех исследованных нами образцов был немного выше, чем арбускул, составив, соответственно, $0,60 \pm 0,02$ и $0,46 \pm 0,02$ балла. При этом наибольшее количество арбускул – $1,11 \pm 0,03$ балла, было выявлено у двухлетних проростков, возделываемых в культуре, что указывает на высокую интенсивность двунаправленного торфического потока между растением-хозяином и грибом-микоризообразователем. Данный факт, как и изложенное выше, указывает на возможность повышения интенсивности эффекта микосимбиотрофизма в условиях культивирования и как следствие увеличения ростовых параметров и урожайности растения-хозяина. Количество арбускул в условиях культуры также было выше, составив $0,85 \pm 0,02$ баллов у двухлетних проростков, в то время как у однолетних проростков и растений из природного растительного сообщества, соответственно, $0,40 \pm 0,01$ и $0,55 \pm 0,01$ балла.

Полученные данные по степени микосимбиотрофизма растений тау-сагыза из несформированного петрофильного растительного сообщества близ поселка Ачисай, северного макросклона Сырдарьинского Каратау показали, что у всех исследованных растений встреча-

лась эндомикоризная инфекция, что в немалой степени способствует повышению толерантности микотрофных растений, произрастающих в суровых условиях аридного среднегорья – влагодефицита и отсутствия почвенного покрова. Исследования растений скорзонеры из питомников Каратауского ГПЗ показали, что изученные экземпляры являлись среднемикотрофными. В условиях культивирования микоризная инфекция не только сохранялась, но и существенно превосходила по интенсивности аналогичные показатели растений, произрастающих в природных условиях, способствуя увеличению ростовых параметров и урожайности возделываемых растений [15].

Очевидно, что полученные нами данные указывают на то, что микориза арбускулярного типа играет большую роль в жизнедеятельности *S. tau-saghyz*, способствуя улучшению минерального питания растений, и как следствие, повышая устойчивость данного вида к неблагоприятным условиям окружающей среды, оказывая положительное влияние на параметры роста и урожайность тау-сагыза. Особого внимания заслуживает проведение исследований по выявлению влияния арбускулярной микоризы

на накопление каучука в корнях *S. tau-saghyz*. Использование эндомикориз может в существенной степени способствовать разработке современных рентабельных биотехнологий,

направленных на восстановление численности в природе редкого и исчезающего вида *S. tau-saghyz* и получение коммерческого каучука из корней тау-сагыза.

Литература

- 1 Павлов Н.В. Растительные ресурсы Южного Казахстана. – М.: Изд. Московского общества испытателей природы, 1947. – 9 с.
- 2 Липшиц С.Ю., Боссе Г.Г. Скорцонера тау-сагыз (Новое каучуконосное растение Казахстана). // Трест Каучуконос ВСНХ СССР. – 1930. – №4. – С. 18-22.
- 3 Липшиц С.Ю., Боссе Г.Г. Новый каучуконос Казахстана – *Scorzonera tau-saghyz* Lipschits et Bosse. // М. Тр. Всес. инст. кауч.и гуттап. – 1931. – Вып.1. – 56 с.
- 4 Oh S.K., Kang H., Shin D.H., Yang J., Chow K.-S., et al. Isolation, Characterization, and Functional Analysis of a Novel cDNA Clone Encoding a Small Rubber Particle Protein from *Hevea brasiliensis*// The Journal of Biological Chemistry – 1999.- Vol. 274, No. 24. – P. 17132–17138.
- 5 Omo-Ikerodah E.E., Omokhafa K.O., Akpobome F.A. and Mokwunye M.U. Review. An overview of the potentials of natural rubber (*Hevea brasiliensis*) engineering for the production of valuable proteins //African Journal of Biotechnology. – 2009. -Vol. 8, No. 25. – P. 7303-7307.
- 6 Богуспаев К.К., Фалеев Д.Г., Турашева С.К., Мухамбетжанов С.К. Перспективы технологии культивирования тау-сагыза (*S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) в Казахстане // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2012. – №4 (36). – С. 75-80.
- 7 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 (*S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) в Каратауском государственном природном заповеднике // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2013. – №2/2 (38). – С. 64-70.
- 8 Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. – М.: Наука, 1981. – 177 с.
- 9 Шнырева-Драга А.В. Взаимоотношения партнеров в симбиозе везикулярно-арбускулярного типа // Микология и фитопатология. – 1990. – Т. 24, Вып. 6. – С. 583-590.
- 10 Sharma A.K., Johri B.N. Arbuscular Mycorrhizae Interactions in Plants, Rhizosphere and Soils. – Plymouth: Science Publishers UK, 2002. – 363 p.
- 11 Peterson L.R., Massicotte B., Lewis H.M. Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology – Ottawa, National Research Council of Canada, 2004. – 173 p.
- 12 Касымбеков Б.К. Везикулярно-арбускулярная микориза и грибы микоризообразователи травянистых растений Заильского Алатау: Дис. канд. биол. наук: 03.00.05 – Алматы, 1999. – 109 с.
- 13 Касымбеков Б.К., Фалеев Д.Г., Фалеев Е.Г. Микосимбиотрофизм растений морены ледника Маншук Маметовой (Малое Алматинское ущелье). // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2012. – №4 (36). – С. 117-126.
- 14 Фалеев Д.Г. Арбускулярная микориза травянистых растений при почвенных загрязнениях тяжелыми металлами: Дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук, по специальности 03.00.05 – ботаника. – Алматы: 2007. – 113 с.
- 15 Фалеев Д.Г. Арбускулярная микориза тау-сагыза (*S. tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) Каратауского ГПЗ (Сырдарьинский Каратау). // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2014. – №1/1 (40). – С. 427-434.

References

- 1 Pavlov N.V. Plant Resources of South Kazakhstan. – M. Ed. Moscow Society of Naturalists. 1947. – 9 p.
- 2 Lipchitz S.Ju. Bosse G.G. *Scorzonera tau saghyz* (new rubber plant in Kazakhstan)//Trust rubberwood Supreme Economic Council. 1930. – № 4. – P. 18-22.
- 3 Lipchitz S.Ju. Bosse G.G. New rubber plant in Kazakhstan – *Scorzonera tau-saghyz* Lipschits et Bosse.//M. Tr. All-Union. inst. kauch.i guttap. – 1931. – Issue 1. – 56 p.
- 4 Soo Kyung Oh, Hunseung Kang, Dong Ho Shin, Jaemo Yang, Keng-See Chow, Hoong Yeet Yeang, Birgit Wagner, Heimo Breiteneder, and Kyung-Hwan Han. Isolation, Characterization, and Functional Analysis of a Novel cDNA Clone Encoding a Small Rubber Particle Protein from *Hevea brasiliensis*// The journal of biological chemistry – 1999.- Vol. 274, No. 24, Issue of June 11. – pp. 17132–17138.
- 5 Omo-Ikerodah E.E., Omokhafa K.O., Akpobome F.A. and Mokwunye M.U. Review. An overview of the potentials of natural rubber (*Hevea brasiliensis*) engineering for the production of valuable proteins//African Journal of Biotechnology – 2009. -Vol. 8 (25). – pp. 7303-7307.
- 6 Boguspaev K.K., Faleev D.G., Turasheva S.K., Mukhambetzhonov S.K. Prospects of cultivation technology tau sagyz (*S. tau-saghyz* Lipsch. Et Bosse) in Kazakhstan. // Bulletin Treasury Series ecological. – 2012. – № 4, (36) – S. 75-80.
- 7 Boguspaev K.K., Adilbaev Zh.A., Faleev D.G., Zhanataev Zh.A., Turasheva S.K., Sambetov K.K. Prospects for the development of technologies recovery plant populations tau sagyz (*S. tau-saghyz* Lipsch. Et Bosse) in Karatau State Nature Reserve // Bulletin Treasury Series ecological. – 2013. – № 2/2, (38). – S. 64-70.

- 8 Selivanov I.A. Mikosimbiotrofizm as a form consorts connection in the vegetation of the Soviet Union. – Moscow: Nauka, 1981. – 177 s.
- 9 Shnyreva-Draga A.V. Partners in a symbiotic relationship of vesicular-arbuscular type // Mycology and Phytopathology. – 1990. – T. 24. Issue. 6. – S. 583-590.
- 10 Sharma A.K., Johri B.N. Arbuscular Mycorrhizae Interactions in Plants, Rizosphere and Soils. – Plymouth: Science Publishers UK, 2002. – 363 p.
- 11 Peterson L.R., Massicotte B., Lewis H.M. Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology – Ottawa, National Research Council of Canada, 2004. – 173 p.
- 12 Kasymbekov B.K. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and mycorrhiza herbaceous plants Zailiysky Alatau: Dis. Candidate. biol. sciences: 03.00.05 – Almaty, 1999. – 109 s.
- 13 Kasymbekov B.K., Faleev D.G., Faleev E.G. Mikosimbiotrofizm plants moraine Manshuk Mametova (Small Almaty gorge). // Bulletin Treasury Series ecological. – 2012 – № 4, (36). – S. 117-126.
- 14 Faleev D.G. Arbuscular mycorrhizae of herbaceous plants in soil contaminated with heavy metals: thesis for the degree of cand. of biological sciences by specialty 03.00.05 – botany. – Almaty: 2007. – 113 s.
- 15 Faleev D.G. Arbuscular mycorrhiza tau-sagyz (S. tau-saghyz Lipsch. Et Bosse) Karatau GPZ (Syrdarya Karatau). // Treasury Bulletin, Series ecological. – 2014. – №1/1, (40). – S. 427-434.