УДК 602.6: 633.91 (574)

[1]К.К. Богуспаев[*], [2]Ж.А. Адильбаев, [1]Д.Г. Фалеев, [2]Ш.А. Жанатаев,
[1]С.К. Турашева, [2]К.К. Самбетов

[1]ДГП «НИИ проблем экологии» КазНУ имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы
[2]Государственный природный заповедник «Каратау», Республика Казахстан, г. Кентау
*E-mail: Karim.Boguspaev@kaznu.kz

Перспективы разработки технологий восстановления популяции растений тау-сагыза (s*corzonera tau-saghyz* lipsch. et bosse) в Каратауском государственном природном заповеднике

В статье приведен краткий исторический обзор состояния и перспективы восстановления редкого исчезающего вида каучуконоса Тау-сагыз. Освещены методики введения в культуру и организации питомников. Отражены перспективы использования биотехнологических методов (микроклональное размножение) для получения новых линий тау-сагыза с высоким содержанием каучука.
Ключевые слова: тау-сагыз (scorzonera tau-saghyz), семена, каучук, микроклональное размножение

К.К. Богуспаев, Ж.А. Адильбаев, Д.Г. Фалеев, Ш.А. Жанатаев,
С.К. Турашева, К.К. Самбетов

Қаратау мемлекеттік табиғи қорығындағы тау-сағыз *(Scorzonera tau-saghyz Lipsch. et Bosse)* өсімдік популяциясының қайта қалпына келу технологияларының болашағы

Тау-сағыз каучук иеленуші жоғалып бара жатқан және сирек кездесетін өсімдікті өсірудің қазіргі жағдайы және оны қайта қалпына келтірудің болашағы қарастырылған. Тәлімбақты ұйымдастыру және жасанды жағдайда өсірудің әдістемелері келтірілген. Сонымен қатар жоғары мөлшерде каучугі бар тау-сағыздың жаңа линияларын алу үшін биотехнологиялық әдістерін (микроклондық көбейту) пайдалану болашағы қарастырылады.
Түйін сөздер: тау-сағыз (Scorzonera tau-saghyz), тұқым, каучук, микроклондық көбейту.

K.K. Boguspaev, J.A. Adilbaev, D.G. Faleev, S.A. Zhanatay,
S.K. Turasheva, K.K. Sambetov

Prospects of cultivation technologies for restoration of population of plants tau-sagyz (S*corzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse) in Karatausky State Natural Reserve

In the article is resulted the short historical review of a condition and prospect of restoration of a rare unical species of a rubber-bearing plant Tau-sagyz. It's presented introduction techniques in culture and the organizations of nurseries. Have been described the prospects of the use biotechnological methods (micro propagation) for obtain of new lines of tau-sagyz with the high content of rubber.
Keywords: tau-sagyz (*Scorzonera tau-saghyz)*, seeds, rubber, micropropagation

Растущий спрос в мире на натуральный каучук в настоящее время привел исследователей к поиску альтернативных, в отличии 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 [1]. В то время Всесоюзным научно-исследовательским институтом каучука и гуттаперчи (ВНИИК и Г) были учреждены стационарные пункты в пос. Бурном, специальная опытная станция по каучуконосам в пос. 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].

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 [1]. 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.

Козлец тау-сагыз (Scorzonera tau-saghyz Lipsch. et Bosse, по-казахски тау-саѓыз) − представитель семейства сложноцветных (*Asteraceae*), редкий, эндемичный вид с сокращающейся численностью с дизъюнктивным тяньшанско-памироалайским ареалом, включающий ряд узколокальных рас разного ранга [1-3]. Многолетник высотой 25-40 см, с мощным ветвящимся каудексом и глубоким стержневым корнем. Каждая ветвь каудекса заканчивается розеткой злаковидных листьев, иногда годовалыми цветоносными побегами. Корзинки одиночные, цветки желтые (рис. 1). При разломе корня и стеблей в млечниках видны эластичные, тянущиеся нити каучука.

Ареал Распространения. Казахстан: горы Сырдарьинского Каратау, Машат, Даубаба; Таджикистан: Фанские горы в бассейне р. Зеравшан; Узбекистан: северная часть Ферганской долины (Наманганская обл., в р-не Чартака); Киргизстан: Таласский Алатау, южные склоны Чаткальского хребта.

Места обитания тау-сагыза − каменисто-щебенистые склоны, низко горные и средне горные плато (преимущественно на известняках, реже на сланцах) на высоте 500 − 2000 м над уровнем моря (рис. 2).

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.

Вид в природе размножается семенами и вегетативно стеблевыми (из ветвей каудекса) и корневыми отпрысками. Несмотря на большую семенную продуктивность, а также на то, что возобновление в естественных зарослях на северных склонах и в более влажных условиях не редко, большая часть проростков гибнет в мо-

Рисунок 1 – Редкий и исчезающий вид Scorzonera tau-saghyz Lipsch. et Bosse

Рисунок 2 – Места обитания тау-сагыза, горы Сырдарьинского Каратау

лодом возрасте. Хорошо изучена конкурентная способность вида, ослабленная в сравнении с другими видами. Вид характеризуется коротким периодом вегетации (3-3,5 месяца), медленным ростом и накоплением корневой массы. Обладает ценнейшим качеством восстановления стеблевых побегов от глубоко подрезанных подземных частей. Зацветает в естественных условиях не ранее, чем на 4-й год, в культуре иногда на 2-й. Цветет в мае-июне, плодоносит в июне-августе [2, 3]. Вид включен в Красную книгу СССР с 1978 г. и Красную книгу Казахской ССР.

В 1938 − 1939 гг. каучуксовхозам в пос. Бурном удалось, благодаря применению передовой агротехники, освоить приемы массовой репродукции тау-сагыза. Огромную роль сыграло при этом перенесение сроков посева с осени на весну. Примененные агротехнические новшества заключались, прежде всего, в повышении нормы высева, до 12 кг семян на гектар, вместо 6-7 кг, принятых ранее. Далее, при ранневесеннем посеве применялись усиленные выгоночные поливы, давшие эффектный результат. Кратчайшее пребывание семян в почве от посева до всходов имело самое положительное значение в смысле предохранения их от различных вредителей и заболеваний, а густота и дружность всходов превзошли все ожидания. Удавалось получать до 800 тыс. всходов на гектар. К концу второго года культуры, сохранялось до 350 тыс. особей растения на гектар. Средний урожай составлял при этом 22-25 ц технического корня [1-3].

На отдельных участках получался и больший урожай, представлявший сбор 500 − 600 кг каучука с гектара, что, кстати сказать, равно или даже слегка превосходит стандартный каучуконос тропиков − гевею, дающую до 500 кг/га, однако, ежегодно.

В настоящее время численность тау-сагыза невелика. Данный вид встречается крайне редко, а восстановление численности и ареалов произрастания происходит очень медленно. До сих пор, со слов местных жителей, происходит сбор корней данного вида для изготовления жвачки. Однако наибольшую угрозу для численности данного, редкого и исчезающего вида составляет выпас и перевыпас скота. Создание заповедника в немалой степени способствовало снижению описанных выше угроз, т.к. территория заповедника охраняется силами работников заповедника, что в немалой степени способствует ограничению доступа в места произрастания тау-сагыза посторонних людей, предотвращению повреждения растительного и почвенного покрова вследствие выпаса скота.

Очевидно, что восстановление численности редких и исчезающих видов требует комплексного подхода, с привлечением специалистов таких направлений, как ботаника, экология, почвоведение, микробиология, физиология растений и др. Данные работы должны проводиться с использованием современных методов, в частности биотехнологических. Одним из таких методов может стать использование микроклонального размножения [4-15].

Учитывая вышеизложенное, можно с уверенностью сказать, что актуальность проведения научно-исследовательских работ в данной области вызвана, в первую очередь, проблемой восстановления в ареалах обитания численности козлеца тау-сагыз, а также получения новых сортов с высоким содержанием каучука, с использованием методов клеточной инженерии (в частности с использованием метода микроклонального размножения). Это новое перспективное направление в растениеводстве, связанное с использованием биотехнологических методов − создание воспроизводимых ресурсов для обеспечения Республики Казахстан необходимым для промышленности натуральным каучуком [4-15].

Работы по восстановлению численности тау-сагыза в настоящее время ведутся в нескольких направлениях:

- поиск диких видов тау-сагыза в природе, исследование и сбор семян дикорастущих растений;
- эксперименты по выращиванию тау-сагыза на опытных площадках «Каратауского» государственного природного заповедника;
- разработка технологии клонального микроразмножения тау-сагыза (Scorzonera tau-saghyz).

Известно, что семена тау-сагыза имеют невысокую всхожесть [2-3]. Исследование качества семенного материала, в частности таких показателей, как масса, размер и т.д., позволили выявить наряду с качественными семенами большое количество семян изначально непригодных для проращивания, т.к. большое количество семян были повреждены насекомыми вредителями либо фитопатогенами или оказались незрелыми (рис. 4, 5). Так, порядка 10,0% семян *Scorzonera tau-saghyz* были повреждены различными вредителями, 10,2% оказались незрелыми, непригодными для посева; 30,2% имели дефицит веса, являясь непригодными либо малопригодными для посева. Таким образом, 50,5% собранных семян тау-сагыза имели низкие морфометрические показатели и были непригодны для посева (рис. 3).

Рисунок 3 – Семена *Scorzonera tau-saghyz*

В ходе проведения полевого вегетационного опыта на опытных площадках «Каратауского» государственного природного заповедника было выявлено, что семена растения Scorzonera tau-saghyz дают неплохие всходы при выращивании в природных условиях, но вместе с тем имеют низкую всхожесть, а на землях сельхоз угодий охотно поедаются скотом, что делает затруднительным восстановление природных ареалов произрастания этого редкого и исчезающего вида.

Рисунок 4 - Двулетние проростки растений тау-сагыз на опытных площадках на территории Каратауского государственного природного заповедника (ущелье Хантаги)

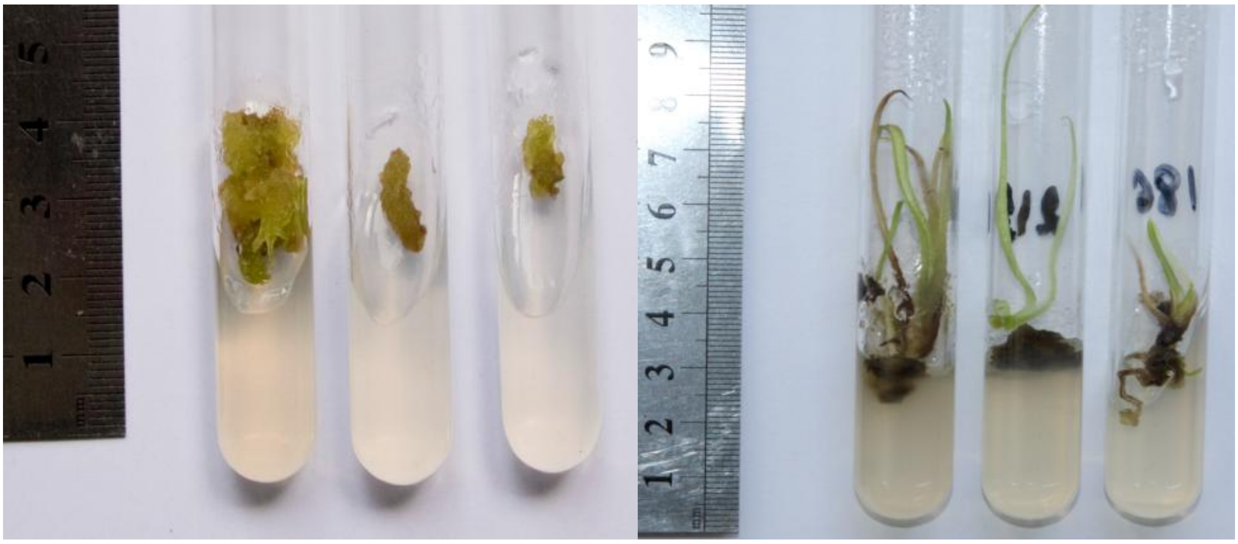
Микроклональное размножение. Клональное микроразмножение представляет собой получение *in vitro* неполовым путем генетически идентичных исходному экземпляру растений. В основе метода лежит уникальная способность растительной клетки реализовывать присущую ей тотипотентность. Этот метод имеет ряд преимуществ перед существующими традиционными способами размножения. В первую очередь, это получение генетически однородного посадочного материала, во-вторых, высокий коэффициент размножения и сокращение продолжительности селекционного процесса [4-15].

В настоящее время эксперименты по микроклональному размножению тау-сагыза начаты в лаборатории биотехнологии ДГП «НИИ проблем экологии» РГП КазНУ им. аль-Фараби совместно с научным отделом Каратауского государственного природного заповедника. Исследования проводятся в рамках проекта МОН РК «Разработка технологии микроклонального размножения тау-сагыза (Scorzonera tau-saghyz) с целью получения новых линий для создания сортов с повышенным содержанием натурального каучука» 2011-2014 гг.

На первых этапах реализации проекта изучен морфогенетический потенциал изолированных тканей и органов перспективных форм тау-сагыза. Выяснены особенности трофической и гормональной регуляции процессов регенерации и роста *in vitro* у эксплантов разного происхождения (рис. 5).

В дальнейшем в задачи исследований входит оптимизация условий для адаптации пробирочных растений в контейнерной культуре и пересадка в грунт.

Таким образом, полученные первичные результаты подтверждают возможность получения микроклонов тау-сагыза и служат базой для разработки уникальной технологии микроклонального размножения и создание коллекции образцов тау-сагыза, представляющих научный и коммерческий интерес.



а б

Рисунок 5 - Микроклональное размножение растения тау-сагыз
(а − морфогенные каллусы; б − растения-регенеранты)

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 tay-saghyz Lipschits et Bosse // М. Тр. Всес. инст. кауч.и гуттап. − 1931. − Вып. 1. − 56 с.

4 Куликов П.В., Филиппов Е.Г. О методах размножения орхидных умеренной зоны в культуре in vitro // Бюл. Главного ботан. сада. - М.: Наука, 1998. − С. 125-131.

5 Бутенко Р.Г. Клеточные технологии в сельскохозяйственной науке и практике // Основы сельскохозяйственной биотехнологии. − М., 1990. − С. 154-235.

6 Jeong Kim, Stephen B. Ryu1, Yeon Sig Kwak1 and Hunseung Kang. A novel cDNA from *Parthenium argentatum* Gray enhances the rubber biosynthetic activity in vitro// Journal of Experimental Botany. - 2004.- Vol. 55, No. 396. - Pp. 377-385.

7 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.

8 Omo-Ikerodah E.E. , Omokhafe 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. -

9 Jan B. van Beilen and Yves Poirier. Production of renewable polymers from crop plants // The Plant Journal – 2008. - Vol. 54. - P. 684–701.

10 Бутенко Р.Г. Культура изолированных органов и физиология морфогенеза растений. – М., 1964. − 270 с.

11 Калинин Ф.Л., Сарнацкая В.В., Полищук В.Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. – Киев: Наукова думка, 1980. − 487 с.

12 Мурсалиев В.К., Мухамбетжанов С.К., Нам С.В., Рахимбаев И.Р. Микроклональное размножение роз. Методическое руководство по организации и проведению работ. − Алматы, 2011. – 64 с.

13 Jung-Hwan Lee, Yoon Eui-Soo, Jung Su-Jin, Bae Ki-Hwa, Seo Jin-Wook, Choi Young-Eui Plant Regeneration and Effect of Auxin and Cytokinin on Adventitiouns Shoot Formation from Seedling Explant of *Taraxacum platycarpum*//Korean Journal Plant Biotechnology. - 2002. - Vol. 29. - № 2. - Pp. 111-115.

14 Jung-Hwan Lee, Young-Kwan Kim, Eun-Yi Oh, Kuk-Young Jung, Kisung Ko Optimization of *in vitro* seed germination of *Taraxacum platycarpum*//Korean Journal of Environmental Agriculture. - 2009. - Vol. 28, № 4. - Pp. 403-408.

15 Booth By A., Satchuthananthavale R. Regeneration in root cuttings of *Taraxacum officinale*// New Phitol. − 1974. − №73. − Pp. 445-452.

References

1 Pavlov N.V. Rastitel'nye resursy Juzhnogo Kazahstana. - M. Izd. Moskovskogo obshhestva ispytatelej prirody. 1947. - 9 s.

2 Lipshic S.Ju., Bosse G.G. Skorconera tau-sagyz (Novoe kauchukonosnoe rastenie Kazahstana). // Trest Kauchukonos VSNH SSSR. 1930. - №4. – S. 18-22.

3 Lipshic S.Ju., Bosse G.G. Novyj kauchukonos Kazahstana – Scorzonera tay-saghyz Lipschits et Bosse. // M. Tr. Vses. inst. kauch.i guttap. - 1931. - Vyp.1. - 56 s.

4 Kulikov P.V., Filippov E.G. O metodah razmnozhenija orhidnyh umerennoj zony v kul'ture in vitro // Bjul. Glavnogo botan. sada. - M.: Nauka, 1998. - S. 125-131.

5 Butenko R.G. Kletochnye tehnologii v sel'skohozjajstvennoj nauke i praktike // Osnovy sel'skohozjajstvennoj biotehnologii. - M., 1990. - S. 154-235.

6 Jeong Kim, Stephen B. Ryu1, Yeon Sig Kwak1 and Hunseung Kang. A novel cDNA from Parthenium argentatum Gray enhances the rubber biosynthetic activity in vitro// Journal of Experimental Botany. - 2004.- Vol. 55, No. 396. - pp. 377-385.

7 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.

8 Omo-Ikerodah E.E. , Omokhafe 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. -

9 Jan B. van Beilen and Yves Poirier. Production of renewable polymers from crop plants // The Plant Journal – 2008. - Vol. 54. - R. 684–701.

10 Butenko R.G. Kul'tura izolirovannyh organov i fiziologija morfogeneza rastenij. – M. 1964. - 270 s.

11 Kalinin F.L., Sarnackaja V.V., Polishhuk V.E. Metody kul'tury tkanej v fiziologii i biohimii rastenij. – Kiev, Naukova dumka. 1980. - 487 s.

12 Mursaliev V.K., Muhambetzhanov S.K., Nam S.V., Rahimbaev I.R. Mikroklonal'noe razmnozhenie roz. Metodicheskoe rukovodstvo po organizacii i provedeniju rabot. - Almaty, 2011. – 64 s.

13 Jung-Hwan Lee, Yoon Eui-Soo, Jung Su-Jin, Bae Ki-Hwa, Seo Jin-Wook, Choi Young-Eui Plant Regeneration and Effect of Auxin and Cytokinin on Adventitiouns Shoot Formation from Seedling Explant of Taraxacum platycarpum. Korean Journal Plant Biotechnology. - 2002. - Vol. 29, № 2. - rr. 111-115.

14 Jung-Hwan Lee, Young-Kwan Kim, Eun-Yi Oh, Kuk-Young Jung, Kisung Ko Optimization of in vitro seed germination of Taraxacum platycarpum. Korean Journal of Environmental Agriculture. - 2009. - Vol. 28, № 4. - rr. 403-408.

15 Booth By A., Satchuthananthavale R. Regeneration in root cuttings of Taraxacum officinale. New Phitol. - 1974. - №73. - pp. 445-452.