

Турашева С.К., Богуспаев К.К.,
Фалеев Д.Г., Альнурова А.А.,
Капытина А.И.

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

**Восстановление численности
дикорастущего каучуконосного
эндемика *Scorzonera tau-saghyz*
Lipsch. et Bosse**

Scorzonera tau-saghyz Lipsch. et Bosse (тау-сагыз) редкий эндемический вид растений флоры Казахстана, занесенный в Красную книгу РК, является стратегическим ценным сырьевым видом, т.к. содержит в коре корня каучук. Растение, впервые обнаруженное в горах Каратау, произрастает на каменисто-щебенистых склонах, низко- и среднегорных плато. В природной обстановке растение размножается семенами и вегетативным путем при помощи стеблевых и корневых отпрысков. Влаголюбивый мезофит, морозо- и жаростойкий, обладает широким диапазоном экологического спектра, дикие формы способны синтезировать и накапливать в сухих корнях до 40% каучука. Каучук содержится в млечниках, которые пронизывают не только корни, но также каудексы и листья тау-сагыза. В военные годы из природы было изъято более 14 млн. растений и получено около 902 тонн каучука для оборонной промышленности страны. Восстановление его запасов в естественной обстановке происходит очень медленно вследствие образования небольшого количества семян к 3-4-му году жизни, гибели проростков в молодом возрасте. Одной из проблем для масштабного культивирования тау-сагыза является низкий процент прорастания и всхожести семян. Причиной этого является высокая поражаемость семян различного рода инфекциями, поедание насекомыми-вредителями и физиологически низкая энергия прорастания семян. Целью данных исследований являлось изучение различных режимов стратификации и прайминга семян дикорастущих растений тау-сагыза для увеличения всхожести и прорастания семян и последующее размножение их для восстановления численности популяции каучуконоса. Выявлено, что стратифицирование семян при +7⁰ С в течении 4 недель и обработка 0,1% тиомочевинной приводят к уменьшению контаминации семян, увеличению процента всхожести, а также большому выходу здоровых проростков эндемика.

Ключевые слова: размножение, прайминг, стратификация, *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse, тау-сагыз.

Turasheva S.K., Boguspaev K.K.,
Faleev G.D., Alnurova A.A.,
Kapitina A.I.

Al-Farabi Kazakh National university,
Kazakhstan, Almaty

**Restoration the population
number of wild rubber endemic
plant *Scorzonera tau-saghyz*
Lipsch. et Bosse**

Scorzonera tau-saghyz Lipsch. et Bosse (tau saghyz) is rare endemic plant species of flora in Kazakhstan, which is included in the Red Book of the Republic of Kazakhstan. It is a strategic raw valuable species because it contains rubber in the root. The plant, first discovered in the Karatau Mountains, grows on stony and rocky slopes, low- and middle plateaus. In nature the plant is propagated by seeds and vegetatively by stem and root grafts. Hygrophil, frost and heat-resistant mesophyte plant has a wide range of environmental spectrum, wild forms are able to accumulate in the roots about 40% rubber. Rubber is contained in latex branches which penetrate roots, caudex and leaves of tau-saghyz. During the war from nature it seized more than 14 million plants and produced 902 tons of rubber for country's defense industry. Restoration of its resources in a nature conditions is very slow due to the formation small amount of seeds to the 3-4-th year of vegetation period and seedling death at a young stage. One of the problems for large-scale cultivation of tau-saghyz is a low percentage of germination and seedling growth. The reason of this issue is the high susceptibility of seeds to various infections, impact of pests and physiologically low energy of seed germination. The aim of this research was to study the different modes of stratification and priming seeds of the wild plants tau-saghyz to increase the germination and sprouting of seeds and their subsequent reproduction to restore the number of population rare rubber plant species. It was found that the stratification of seeds at 7⁰ C for 4 weeks and treatment by 0.1% thio-urea leads to a decrease of seeds contamination, increase the percentage of germination, as well as a large output of healthy seedlings of endemic plants *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse.

Key words: priming, propagation, *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse, stratification, tau-saghyz.

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ
ЧИСЛЕННОСТИ
ДИКОРАСТУЩЕГО
КАУЧУКОНОСНОГО
ЭНДЕМИКА
SCORZONERA
TAU-SAGHYZ LIPSCH.
ET BOSSE**

Введение

Во время изучения горных систем Южного Казахстана, было выявлено, что Каратауский хребет является ареалом произрастания каучуконосного растения – козлеца тау-сагыз (*Scorzonera tau-saghyz Lipsch. et G.G. Bosse*). Многолетник тау-сагыз является редким и исчезающим, эндемичным видом с ограниченным местом обитания. Продолжительность периода вегетации тау-сагыза невелика – всего 3-3,5 месяца. В естественных условиях зацветает впервые только на третьем году жизни. Цветение происходит в мае-июне, а в июле-августе растение плодоносит, причем семян образует сравнительно мало. В сухих корнях тау-сагыза накапливается до 40% каучука. Содержание каучука в тау-сагызе с возрастом изменяется: если в однолетних растениях присутствует 1-8% каучука, то у 2-3-летних экземпляров – от 8 до 30% [1-2].

Натуральный каучук синтезируется в специализированных клетках особого типа выделительной ткани – млечниках [3-5]. Натуральный каучук получают коагуляцией млечного сока (латекса) каучуконосных растений. Млечный сок – это эмульсия молочно-белого цвета (реже оранжевого), содержащая различные вещества – терпеноиды, алкалоиды, натуральный каучук, танины, углеводы, жирные масла, белки и т.д. [6-10]. Каучук в латексе может выполнять барьерные функции, защищая поврежденные участки от проникновения насекомых или предотвращать питание посредством склеивания (обрезинивания) их ротового аппарата. Синтез каучука осуществляется на поверхности так называемых резиновых частиц, которые являются уникальными органеллами, обнаруженными только в каучуконосных растениях [11, 12]. Резиновые частицы из различных видов имеют сходную глобулярную структуру, содержащую гомогенный каучук, заключенный в интактную монослойную мембрану. Монослойная мембрана включает смесь липидов, белков и других молекул, создавая, таким образом, возможность взаимодействия между гидрофобными молекулами каучука и гидрофильным цитозолем [13-15]. Размер резиновых частиц колеблется от 0.08-2 мкм у *Hevea brasiliensis*, 0.2-6.5 мкм у *Ficus sp.* и 1-2 мкм у *Parthenium argentatum* [16-18].

Турашева С.К., Богуспаев К.К.,
Фалеев Д.Г., Альнурова А.А.,
Капытина А.И.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
университеті, Қазақстан, Алматы қ.

***Scorzonera tau-saghyz* Lipsch.
et Bosse каучуксинтездеуші
жабайы өсетін эндемик
өсімдігінің санын қайта
қалпына келтіру**

Scorzonera tau-saghyz Lipsch. et Bosse ҚР Қызыл кітапқа еңгізілген Қазақстан флорасында сирек кездесетін эндемик, стратегиялық құнды шикізат ретінде пайдаланатын өсімдік түрі болып келеді, себебі оның тамырында каучук жинақталады. Алғашқы рет Қаратау тауларында табылған өсімдік тасты таулы қыратта, төмен- және орта таулы аймақтарында өседі. Табиғи жағдайда өсімдік тұқым арқылы және вегетативті жолымен, яғни сабақ пен тамыр қалемшелер арқылы көбейеді. Ылғалды жағдайда өсетін мезофит, суық- және ыстық жағдайға төзімді өсімдік, кең диапозондық экологиялық спектрге ие болып келеді. Өсімдік жабайы түрлерінің тамырында 40% дейін каучук жинақталады. Тау-сағыздың жапырақ және қаудекстердегі млечниктарында каучук синтезделінеді. Соғыс кезінде мемлекеттің қорғану өнеркәсібі үшін 902 тонна каучук алынған, сол үшін табиғаттан 14 млн. астам өсімдік жойылған. Тұқым тек қана 3-4 жылдық өсімдіктерде аз мөлшерде пайда болады, сонымен қатар жас өскіндердің өлуі жиі болғандықтан тау-сағыз өсімдік қорының санын қайта қалпына келтіру процесі табиғи жағдайда баяу өтеді. Өсімдік тұқымдарының өну және өсу қабілеті төмен болғандықтан тау-сағызды үлкен масштабта өсіру үшін қиын жағдайын тұғызады. Бұл мәселенің себептері тұқым өнуінің физиологиялық төмен энергиясы, зиянкестердің әсері, тұқымдардың әр түрлі инфекцияларымен зақымдануы болып келеді. Ғылыми зерттеулердің мақсаты – каучукты өсімдік популяциясының санын қайта қалпына келтіру, жабайы тау-сағызды көбейту үшін оның тұқымдардың өнуі мен өсіруін артыру мақсатымен дәндердің прайминг мен стратификациясының әр түрлі режимін зерттеу. Дәндерді 4 апта бойы +7°C температурада стратификациялау және 0,1% тио-зәрқышқылымен өндеуі тұқымдардың контаминациясын төмендетеді, тұқымдардың өну пайызын артырады және сауықтырылған өскіндердің санын көбейтуіне әкеледі.

Түйін сөздер: көбейту, прайминг, стратификациялау, *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse, тау-сағыз.

Природный каучук встречается в очень многих растениях, не составляющих одного определённого ботанического семейства. В зависимости от того, в каких тканях накапливается каучук, каучуконосные растения делят на: паренхимные (каучук образуется в корнях и стеблях); хлоренхимные (каучук в листьях и зелёных тканях молодых побегов); латексные (каучук в млечном соке растения) [3, 5, 6]. Промышленное значение имеют каучуконосные (латексные) деревья, которые не только накапливают каучук в большом количестве, но и легко его отдают. Из них наиболее важное – гевея бразильская (*Hevea brasiliensis*), дающая по разным оценкам от 90 до 96% мирового производства натурального каучука. Родиной гевеи является бассейн Амазонки. Каучуконосы лучше всего произрастают не далее 10° от экватора на север и юг. Поэтому эта полоса шириной 1300 километров по обе стороны от экватора известна как «каучуковый пояс». Для каучуконосов требуется очень тёплый и влажный климат и плодородная почва. Развитие автомобильной промышленности значительно повысило потребности в резине и, соответственно, в каучуке. Поэтому появились новые плантации гевей: молодые деревья из Южной Америки посадили в Малайзии, в Шри-Ланке и в Индонезии [19-22].

В европейской зоне и в Центральной Азии не произрастают гевея, фикус каучуконосный, кастилья резиновая. Учитывая исключительную важность каучука для развития различных отраслей промышленности, в стране были приняты усилия, направленные на поиск растений-каучуконосов, способных успешно расти в условиях умеренного климата. С 1929 по 1937 годы было проведено около 100 экспедиций в различные районы СССР, которые исследовали и оценили на каучукопродуцирующую способность свыше 1000 видов растений [13-15, 23]. Растениями, дающими каучук в достаточном количестве и высокого качества, оказались: 1) тау-сагыз, растущий в горах Каратау Республики Казахстан, 3-летние растения которого в культуре накапливают в корнях до 12-15% каучука и около 2-3% смол; 2) кок-сагыз, произрастающий в отрогах Тянь-Шаня, к востоку от озера Иссык-Куль; в культуре кок-сагыза к концу вегетации 1-го года в корнях накапливается до 10-12% каучука и около 2,5% смол; 3) Крым-сагыз – растёт на Южном берегу Крыма; в культуре в двухлетнем растении содержится 5-6% каучука и до 3% смол [24, 25]. В течение ряда лет изучались систематика, география, биоло-

гия каучуконосов. В результате было выявлено, что горы Сырдарьинского Каратау, лежащие на территории Казахстана, являются основным местообитанием лучшего из ныне известных каучуконосов – Козлец тау-сагыз **Scorzonera tau-saghyz** Lipsch. et Bosse из семейства сложноцветных (*Asteraceae*). Флора Каратау насчитывает около 2000 видов, из которых свыше 150, т.е 7,5%, являются полными эндемиками страны, нигде больше на земном шаре не встречающимися. Длина хребта порядка 420 км. Наивысшая точка хребта – гора Бес-саз, высота 2176 м над уровнем моря. Для здешних гор характерна ксерофитная горно-степная растительность. Административно хребет расположен на территории Южно-казахстанской и Жамбылской областей, крайняя западная часть – на территории Кызылординской области.

В 1975 году тау-сагыз был занесен в Красную книгу КазССР и Республики Казахстан, как растение с сокращающимися запасами [26, 27]. Тау-сагыз обладает слабой конкурентоспособностью по сравнению с другими растениями, произрастающими рядом с ним, а интенсивное освоение территорий ведет к еще большему сокращению численности этого редкого растения. Для промышленного выращивания тау-сагыза, в первую очередь, необходимо иметь достаточное количество чисто видовых семян. Известно, что первоначальные попытки введения этого дикорастущего растения в культуру не увенчались успехом. Семена всходили плохо, а слабые и изреженные всходы, во-первых, страдали от корки, а во-вторых, поражались различными грибными заболеваниями, мацерацией корня и т.д. [2]. Период покоя семян тау-сагыза довольно длительный, т.к. семена долго выносят высушивание до воздушно-сухого состояния. Семена тау-сагыза отличаются трудно проницаемыми для воды твердыми семенными покровами (т.н. твердые семена), обуславливающими медленное поглощение воды. Водонепроницаемые семенные покровы герметически изолируют каждый зародыш в отдельности и этим поддерживают в зародышах устойчивое низкое содержание воды, что является условием успешного длительного хранения семян в природных условиях. Для прорастания «твердых» семян необходимо наличие таких необходимых условий как: оптимальная для прорастания температура, кислород и влажность. Существует мнение, что семена, имеющие твердые семенные покровы, нуждаются для прорастания в специальных раздражителях фи-

зической или химической природы (фитогормоны, свет, температура и др.). В этих случаях прорастание рассматривается как ответная реакция на раздражение, и ученые пытаются найти раздражители, вызывающих непосредственную реакцию [15, 20, 24].

Исследования, проводимые в настоящее время, связаны с проблемой восстановления численности редкого, исчезающего вида каучуконосного растения-эндемика *Scorzonera tau-saghyz* Lipschits et Bosse. Ограниченность посадочного материала тау-сагыза, практическое отсутствие в Казахстане питомников по их производству делают актуальной задачу разработки и совершенствования технологии ускоренного тиражирования и массового получения растений тау-сагыза – альтернативного источника натурального высококачественного каучука. Аналогов по созданию альтернативных технологий ускоренного размножения эндемика *Scorzonera tau-saghyz* Lipschits et Bosse в мировом научном сообществе нет. Разработка технологии размножения каучуконосного растения тау-сагыз, имеющая высокий потенциал для коммерциализации, осуществляется в Казахстане впервые.

Материал и методы исследований

Исходным растительным материалом являлись образцы дикорастущих растений *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse. Для отбора семян диких видов тау-сагыза была проведена экспе-

диция в Каратауский государственный природный заповедник, расположенный на территории Южно-Казахстанской области. В ходе проведения полевых экспедиционных работ были обследованы ущелья и побережья рек Хан-таги и Биресик и отобраны семена растений второго и третьего года (рис.1).

Семена дикорастущих форм тау-сагыза имеют очень низкую всхожесть, многие из них невыполненные и поражены грибковыми заболеваниями (рис.2). Вследствие этого, для получения здоровых проростков тау-сагыза и улучшения всхожести семян их необходимо стратифицировать. Для этого семена *Scorzonera tau-saghyz* следует выдерживать при низкой температуре, чтобы покоящиеся зародыши могли пройти послеуборочное дозревание. Продолжительность пребывания при низкой температуре колеблется от нескольких дней до многих месяцев [20]. Стратификация при низкой температуре воспроизводит естественные условия послеуборочного дозревания семян.

Процедура стратификации заключалась, в том, что сухие семена выдерживались в холодильной камере в темноте при низкой положительной температуре ($+7^{\circ}\text{C}$) в течение 2-4 недель. Контрольным вариантом являлись нестратифицированные семена. Далее семена проращивали в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге при температуре $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ на свету, при 16-часовом фотопериоде. По истечении 4-6 недель оценивали процент всхожести семян.



А



Б



С

Рисунок 1 – Горы Каратау, ущелье Биресик (А) – ареал произрастания эндемичного вида *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse (Б-С)

С целью увеличения прорастания «твердых семян» тау-сагыза проводили прайминг семян 0.1% раствором тиомочевины и 1% водным раствором биогумуса. В первом случае семена под-

вергали действию раствора тиомочевины в течении 30 минут и 1 часа. Во втором случае семена были выдержаны в растворе водного биогумуса в течении 4 часов и 8 часов. Контролем в обо-

их случаях служили семена, не подвергавшиеся обработке тиомочевинной и биогумусом. После предобработки семена помещали в чашки Петри на увлажненную фильтровальную бумагу для проращивания при температуре $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ на свету при 16-часовом фотопериоде. В течении четырех недель следили за ходом прорастания семян и подсчитывали процент прорастания семян.



Рисунок 2 – Семена *Scorzonera tau-saghyz*

Результаты и их обсуждение

Проведение успешных исследований по разработке технологии размножения растения тау-сагыз невозможно без всестороннего изучения качества семенного материала, который необходим, как для постановок вегетационных опытов в природных условиях на опытных участках, так и для получения асептических проростков и эксплантов в лабораторных условиях. Известно, что семена тау-сагыза имеют невысокую всхожесть [1-3]. Исследования качества семенного материала, в частности таких показателей как масса, размер, выполненность, физиологическая зрелость и др., позволили выявить наряду с качественными семенами

большое количество семян, непригодных для проращивания, т.к. большое количество семян были повреждены насекомыми-вредителями либо фитопатогенами или оказались незрелыми. Так, порядка 10% семян *Scorzonera tau-saghyz* были повреждены различными вредителями, 10,2% – оказались незрелыми, непригодными для посева, 50,5% собранных семян тау-сагыза имели низкие биометрические показатели и были непригодны для посева. Семена многих дикорастущих растений могут пролежать долгие годы, не прорастая, в камере для проращивания. Учитывая низкую всхожесть и длительность периода покоя семян *Scorzonera tau-saghyz* была предпринята исследования по изучению различных режимов стратификации и прайминга семян для вывода семян из периода покоя, их созревания и увеличения процента всхожести и прорастания семенного материала дикорастущего каучуконоса.

Анализ результатов показал, что как при стратификации в течение 2 недель, так и в контрольном варианте, прорастания семян не происходило (табл. 1). При увеличении периода стратификации до 4 недель наблюдалось повышение процента всхожести семян (97% проросших семян) с незначительным количеством инфицированных семян (3%). В то время как в контрольном варианте количество контаминированных семян составляло 1/5 часть проращиваемых семян. По-видимому, обработка низкими положительными температурами ингибирует развитие эндогенных патогенов в семенном материале. Свет также влияет на прорастание семян. Опыты показали, что семена тау-сагыза лучше прорастают на свету после стратификации.

Таблица 1 – Процент всхожести семян тау-сагыза после предобработки

Показатели	Стратификация		Контроль		Стратификация + прайминг тиомочевинной		Стратификация + прайминг биогумусом	
	2 нед.	4 нед.	2 нед.	4 нед.	2 нед.	Контроль	2 нед.	Контроль
Всхожесть семян, %	0	97,0 \pm 3,91	0	83,0 \pm 8,61	68,0 \pm 4,35	41,0 \pm 11,28	15,0 \pm 8,19	41,0 \pm 11,28
Контаминация семян, %	0	3,0 \pm 3,01	0	17,0 \pm 8,61	32,0 \pm 10,71	12,0 \pm 4,35	85,0 \pm 8,19	12,0 \pm 7,45

С целью ускорения прорастания семян также был предпринят прайминг семян тиомочевинной и биогумусом. Для этого семена после 2-х недельной стратификации замачивались в 0,1% растворе тиомочевинной (30 мин.) и 1% растворе

биогумуса (8 часов). Другим вариантом являлись семена не подвергшиеся стратификации, которые замачивали в 0,1% растворе тиомочевинной (10 мин., 15 мин., 30 мин., 1 час) и 1% растворе биогумуса (4 и 8 часов). В контрольном

ном варианте предобработки тиомочевинной и биогумусом не производилось. Как показывают результаты, представленные в таблице 1, сухие стратифицированные семена прорастают в 1,4 раза больше, чем семена, обработанные раствором тиомочевинной. При этом количество пораженных инфекцией семян увеличивается. Вероятно, с увеличением процента влажности во время предобработки тиомочевинной происходит прорастание спор эндогенных патогенов. Об этом свидетельствует тот факт, что в контрольном варианте количество контаминированных семян в 3 раза меньше.

По данным результатов, приведенных в таблице 2 наиболее высокий процент всхожести и прорастания семян показывает вариант предобработки в растворе 0.1% тиомочевинной в течении 1 часа и в 1% растворе биогумуса в течении 8 часов по сравнению с контролем (табл.2). При выдерживании семян в растворе тиомочевинной процент зараженных семян оказался ничтожно мал. Тиомочевинная обладает фунгицидным

и бактерицидным свойством, что позволяет ей практически полностью уничтожить патогенную микрофлору, которая содержится в виде спор в семенах тау-сагыза.

Результаты по предобработке семян тау-сагыза 1% раствором биогумуса показали довольно большой процент всхожести семян (до 60%), процент же зараженных семян превысил количество контаминированных семян при использовании раствора тиомочевинной (12%). Биогумус содержит в сбалансированном сочетании целый комплекс необходимых питательных веществ и микроэлементов, витаминов, гормонов роста, что в свою очередь стимулирует образование полноценных всходов семян тау-сагыза. Однако, при этом органические вещества, содержащиеся в биогумусе также приводят к прорастанию спор фитопатогенных организмов (грибов и бактерий), выделяющих эндотоксины, которые ингибируют рост и развитие образовавшихся проростков тау-сагыза (рис.3).

Таблица 2 – Прайминг семян дикорастущих растений тау-сагыза

Показатели	Прайминг тиомочевинной				Прайминг биогумусом		Контроль
	10 мин	15 мин	30мин	1 час	4 часа	8 часов	
Всхожесть семян, %	23,0±5,4	31,1±1,9	50,0±5,01	75,0±4,34	50,0±5,01	60,0±4,92	57,0±2,72
Контаминация семян, %	0	0	7,0±2,5	5,0±2,1	12,0±3,25	8,0±2,72	32,0±4,67



А



Б



С

А – проростки, выращенные при температуре 25±2°C (контроль);
 В – проростки после стратификации в холодильной камере в темноте при +7°C в течение 4 недель;
 С – проростки после обработки биогумусом, выращенные при температуре 25±2°C

Рисунок 3 – Семенные проростки дикорастущих растений тау-сагыза *Scorzonera tau-saghyz* Lipschits et Bosse

Таким образом, наиболее оптимальным вариантом для увеличения процента всхожести семян дикорастущих растений тау-сагыза является процедура стратификации семян в течение 4 недель при низкой положительной температуре +7° С. Прайминг семян тиомочевой при длительном выдерживании (в течении 1 часа) стимулирует прорастание здоровых проростков дикорастущих растений тау-сагыза.

Заключение

Представители рода козелец – *Scorzonera tau-saghyz* в природных условиях встречаются крайне редко. Несмотря на проводимые мероприятия по сохранению данного вида в его прежних ареалах произрастания, а также по разведению тау-сагыза, прилагаемыми работниками Каратауского заповедника по культивированию каучуконоса в природных условиях и на опытных площадках, козелец тау-сагыз остается редким и исчезающим видом.

В ходе проведения полевого вегетационного опыта выявлено, что семена растения ***Scorzonera tau-saghyz*** в природных условиях имеют низкую всхожесть, а на землях сельхозугодий поедаются скотом и птицей, что делает затруднительным восстановление естественных популяций этого редкого вида. С целью восстановления численности в природных популяциях тау-сагыза были проведены исследования для увеличения

всхожести и прорастания семян дикорастущих каучуконосных растений *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et Bosse. Выявлено, что предварительная стратификация сухого семенного материала при низкой положительной температуре +7° С в течение 4 недель приводит к увеличению процента всхожести семян.

Предварительный прайминг семян 0,1% раствором тиомочевина в течение 1 часа в сочетании со стратификацией оказывает положительный эффект на прорастание семян, имеющих низкий процент всхожести и прорастания. Замечено также, что предобработка семян 0,1% раствором мочевины способствует увеличению уровня проницаемости стерилизующего вещества в ткани, усиливая эффект стерилизации для получения асептических проростков, используемых в дальнейшем для введения в культуру *in vitro*.

Полученные данные в немалой степени могут способствовать разработке рентабельных технологий культивирования *Scorzonera tau-saghyz* и получения в коммерческих масштабах каучука из корней тау-сагыза. Данная работа была проведена в рамках проекта: «Изучение генетических и биохимических механизмов, биосинтеза каучука у Тау-сагыза (***Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et G.G. Bosse**) с целью получения генетически улучшенных растений с повышенной продуктивностью и сокращенным сроком накопления натурального каучука в корнях» (2015-2017 гг.)

Литература

- 1 Липшиц СЮ, Боссе ГГ (1930) Скорзонера тау-сагыз, Трест Каучуконос ВСНХ СССР, 4: 18-22.
- 2 Культиасов МВ (1938) Тау-сагыз и введение его в культуру, Издательство Академии наук СССР, Ленинград. 412 с.
- 3 Липшиц СЮ, Боссе ГГ (1968) Новый каучуконос Казахстана – *Scorzonera tau-saghyz* Lipschits et Bosse, Физиология растений, 4: 45-47.
- 4 Бондаренко ПВ, Тараканов СГ (1942) Тау-сагыз, Москва. 5 с.
- 5 Келлер БА (1996) Каучук и каучуконосы, Москва. 234 с.
- 6 Эскью РК, Эдвардс ГС (1997) Процесс восстановления резины от мясистых растений. 35 с.
- 7 Войновский АБ, Вейнберг С (1986) Развитие метода для восстановления резиновых от тау-сагыз и его практическое применение, Киев. 3: 40-42.
- 8 Cornish K (2001) Similarities and differences in rubber biochemistry among plant species, *Phytochemistry*, 57: 1123-1134.
- 9 Jan B. van Beilen and Yves Poirier (2008) Production of renewable polymers from crop plants, *The Plant Journal*, 54: 684–701.
- 10 Asawatreratanakul K, Zhang YW, Wititsuwannakul D, Wititsuwannakul R, Takahashi S, Rattanapittayaporn A, Koyama T (2003) Molecular cloning, expression and characterization of cDNA encoding cis-prenyltransferases from *Hevea brasiliensis*, *Eur. J. Biochem*, 27: 4671-4680.
- 11 Omo-Ikerodah EE, Omokhafa KO, Akpobome FA, Mokwunye MU (2009) Review. An overview of the potentials of natural rubber (*Hevea brasiliensis*) engineering for the production of valuable proteins, *African Journal of Biotechnology*, 8: 7303-7307.
- 12 Jeong Kim, Stephen B. Ryu, Yeon Sig Kwak and Hunseung Kang (2004) A novel cDNA from *Parthenium argentatum* Gray enhances the rubber biosynthetic activity in vitro, *Journal of Experimental Botany*, 55: 377-385.
- 13 Пасешниченко ВА (1987) Биосинтез и биологическая активность растительных терпеноидов и стероидов, ВИНТИ. сер. Биологическая химия, 6: 25-26.

- 14 Spurgeon SL, Porter JW (1981) Biosynthesis of plant sterols and other triterpenoids, *Biosynthesis of isoprenoid compounds*, 1: 1-46.
- 15 Croteau R, Kuchan TM, Lewis NG (2000) Natural products (secondary metabolites), *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, 20: 1250–1268.
- 16 Archer BL, Audley G (2013) Rubber, gutta percha and chicle in *Phytochemistry*, van Nostrand Reinhold, 2: 310-342.
- 17 Ferreira M, Moreno RMB, P. de S. Gonçalves, Mattoso LHC (2002) Evaluation of natural rubber from clones of *Hevea brasiliensis*, *Rubber Chemistry and Technology*, 75:1-7.
- 18 Dibi K, Boko C, Obouayeba S, Gnagne M, Dea GB, Carron MP and Anno AP (2010) Field growth and rubber yield of *in vitro* micropropagated plants of clones PR 107, IRCA 18 and RRIM 600 of *Hevea brasiliensis* (Muell.-Arg.), *Agriculture and biology journal of North America*, 10: 1291-1298
- 19 Cataldo F. (2000) Guayule rubber: a new possible world scenario for the production of natural rubber, *Prog. Rubber Plastics Technol.*, 16: 31–59.
- 20 Auzac D, Jacob J, Chrestin JL (1989) *Physiology of rubber tree latex*. Boca Raton: CRC Press, first edition. 469 p.
- 21 Gelling K. (2013) On the Rebound. Scientists revive search for new rubber sources, *Science News*, 9: 67-71.
- 22 Le Roux Y, Ehabe E, Sainte-beuve J, Nkengagac J, Nkeng J, NGolemasango F, Gobina S. (2000) Seasonal and clonal variation in the latex and raw rubber of *Hevea brasiliensis*, *Journal of Rubber Research*, 3: 142-156.
- 23 Павлов НВ (1994) Растительные ресурсы Южного Казахстана. Москва, С. 199.
- 24 Lee MH, Yoon ES, Jung SJ, Bae KH, Seo JW, Choi YE (2000) Plant regeneration and effect of auxin and cytokinin on adventitious shoot formation from seedling explant of *Taraxacum platycarpum*, *Korean J.Plant Biotech.*, 29: 111-115.
- 25 International rubber study group (Wembley, Grã-Bretanha) (2004) Production and consumption of natural rubber, *Natural Rubber Statistical Bulletin*, 58: 9-18.
- 26 Камелин РВ (1990) Флора сырдарьинского Каратау: Материалы к флористическому районированию Средней Азии, Наука, Ленинград. 146 с.
- 27 Алшериев М (2010) Краткая история создания заповедника и его границы, *Научные труды Каратауского заповедника, Кітап, Шымкент*, 1: 6-18.

References

- 1 Lipshic SJ, Bosse GG (1930) *Scorzonera tau-saghyz*, *Trest Kauchukonos VSHC SSR*, 4: 18-22. (In Russian)
- 2 Kultiasov MV (1938) *Tau-saghyz i vvedenie ego v культуру*, *Izdatelstvo Akademii Nauk SSR, Leningrad*. 412 s. (In Russian)
- 3 Lipshic SJ, Bosse GG (1968) *Novii kauchukonos Kazakhstana – Scorzonera tau-saghyz Lipschits et Bosse*, *Physiologia rastenii*, 4: 45-47. (In Russian)
- 4 Bondarenko PV, Tarakanov SG (1942) *Tau-saghyz*, *Moscow*. 5 s. (In Russian)
- 5 Celler BA (1996) *Kauchuk i kauchukonosi*, *Moscow*. 234 s. (In Russian)
- 6 Eskju RK, Edvards GS (1997) *Process vosstaovlenia rezini ot mjasistih rastenii*. S.35
- 7 Voinovskii AB, Veinberg S (1986) *Razvitie metoda dlia vosstanovlenia resinovih ot tau-saghyz i ego prakticheskoe primeneniye*, *Kiev*. 3: 40-42. (In Russian)
- 8 Cornish K (2001) Similarities and differences in rubber biochemistry among plant species, *Phytochemistry*, 57: 1123-1134.
- 9 Jan B. van Beilen and Yves Poirier (2008) Production of renewable polymers from crop plants, *The Plant Journal*, 54: 684–701.
- 10 Asawatreratanakul K, Zhang YW, Wititsuwannakul D, Wititsuwannakul R, Takahashi S, Rattanapittayaporn A, Koyama T (2003) Molecular cloning, expression and characterization of cDNA encoding cis-prenyltransferases from *Hevea brasiliensis*, *Eur. J. Biochem*, 27: 4671-4680.
- 11 Omo-Ikerodah EE, Omokhafa KO, Akpobome FA, Mokwunye MU (2009) Review. An overview of the potentials of natural rubber (*Hevea brasiliensis*) engineering for the production of valuable proteins, *African Journal of Biotechnology*, 8: 7303-7307.
- 12 Jeong Kim, Stephen B. Ryu, Yeon Sig Kwak and Hunseung Kang (2004) A novel cDNA from *Parthenium argentatum* Gray enhances the rubber biosynthetic activity *in vitro*, *Journal of Experimental Botany*, 55: 377-385.
- 13 Paseshichenko BA (1987) *Biosintez b biologicheskaya aktivnost rastitelnih terpenoidov i steroidov*, *VINITI. Ser.Biologicheskaya chemia*, 6: 25-26.
- 14 Spurgeon SL, Porter JW (1981) Biosynthesis of plant sterols and other triterpenoids, *Biosynthesis of isoprenoid compounds*, 1: 1-46.
- 15 Croteau R, Kuchan TM, Lewis NG (2000) Natural products (secondary metabolites), *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, 20: 1250–1268.
- 16 Archer BL, Audley G (2013) Rubber, gutta percha and chicle in *Phytochemistry*, van Nostrand Reinhold, 2: 310-342.
- 17 Ferreira M, Moreno RMB, P. de S. Gonçalves, Mattoso LHC (2002) Evaluation of natural rubber from clones of *Hevea brasiliensis*, *Rubber Chemistry and Technology*, 75:1-7.
- 18 Dibi K, Boko C, Obouayeba S, Gnagne M, Dea GB, Carron MP and Anno AP (2010) Field growth and rubber yield of *in vitro* micropropagated plants of clones PR 107, IRCA 18 and RRIM 600 of *Hevea brasiliensis* (Muell.-Arg.), *Agriculture and biology journal of North America*, 10: 1291-1298
- 19 Cataldo F. (2000) Guayule rubber: a new possible world scenario for the production of natural rubber, *Prog. Rubber Plastics Technol.*, 16: 31–59.

- 20 Auzac D, Jacob J, Chrestin JL (1989) Physiology of rubber tree latex. Boca Raton: CRC Press, first edition. 469 p.
- 21 Gelling K. (2013) On the Rebound. Scientists revive search for new rubber sources, Science News, 9: 67-71.
- 22 Le Roux Y, Ehabe E, Sainte-beuve J, Nkengagac J, Nkeng J, NGolemasango F, Gobina S. (2000) Seasonal and clonal variation in the latex and raw rubber of *Hevea brasiliensis*, Journal of Rubber Research, 3: 142-156.
- 23 Pavlov NV (1994) Rastitelnie resursi Juzhnogo Kazakhstana. Moscow, S. 199. (In Russian)
- 24 Lee MH, Yoon ES, Jung SJ, Bae KH, Seo JW, Choi YE (2000) Plant regeneration and effect of auxin and cytokinin on adventitious shoot formation from seedling explant of *Taraxacum platycarpum*, Korean J.Plant Biotech., 29: 111-115.
- 25 International rubber study group (Wembley, Grã-Bretanha) (2004) Production and consumption of natural rubber, Natural Rubber Statistical Bulletin, 58: 9-18.
- 26 Kamelin RV (1990) Flora Sirdarinskogo Karatau: Materiali k floristicheskomu raionirovaniyu Srednei Azii, Nauka, Leningrad. 146 s. (In Russian)
- 27 Alsheriev M (2010) Kratkaya istoria sozdania zapovednika i ego granici, Nauchnie trudi Karatauskogo zapovednika, Kitap, Shimkent, 1: 6-18. (In Russian)