

БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Раст. ресурсы. 2017, 53(4): 543—554

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ *TARAXACUM HYBERNUM* (ASTERACEAE)

© *Б. Р. Кулуев**, ^{1, 2} *А. И. Картуха*, ² *А. В. Князев*,¹
А. В. Фатерыга,³ *А. В. Чемерис*¹

¹ Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра
Российской академии наук, г. Уфа, Россия

² Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

³ Карадагская научная станция им. Т. И. Вяземского —
природный заповедник РАН, г. Феодосия, Россия

* E-mail: kuluev@bk.ru

Из десяти различных географических точек Крымского п-ва собрана коллекция семян *Taraxacum hybernum* Steven, известного также под названием крым-сагыз. Было показано, что всхожесть семян *T. hybernum* может быть увеличена путем предварительной инкубации семян в растворе гиббереллинов. Для увеличения дружности всходов отработана технология предварительной инкубации семян при +5 °С в течение трех суток. Показана большая эффективность гидропонного выращивания крым-сагыза по сравнению с его выращиванием на почвенном грунте. Также показана возможность двукратного получения урожая корней крым-сагыза с одних и тех же растений в условиях гидропоники.

Ключевые слова: *Taraxacum hybernum*, *Taraxacum kok-saghyz*, одуванчик осенний, крым-сагыз, кок-сагыз, стратификация семян, гидропоника.

В связи с растущим мировым спросом на натуральный каучук и опасностью распространения болезней у гевеи бразильской *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Mull. Arg. возрастает актуальность поиска альтернативных источников этого природного сырья. Наша страна в своей истории уже сталкивалась с проблемой дефицита натурального каучука до начала второй мировой войны. В СССР эта проблема была успешно решена благодаря широкому культивированию одуванчика кок-сагыза *Taraxacum kok-saghyz* L. E. Rodin, который в литературе иногда называют русским одуванчиком (russian dandelion) [1, 2]. Выбор именно этого растения основывался на результатах многочисленных ботанических экспедиций по территории СССР, данных по анализу количества и качества натурального каучука, а также по результатам успешности сельскохозяйственного производства и промышленной переработки корней этого растения [3, 4]. В последнее время наблюдается новый всплеск интереса к кок-сагызу в первую очередь в Западной Европе и Северной Америке [5], причем уже ведутся работы по геномному редактированию

этого каучуконоса на основе системы CRISPR/Cas9 [6]. В то же время в мире идет активный поиск новых каучуконосных растений [3, 7]. Еще в 30-е годы XX в. в СССР перспективными источниками натурального каучука кроме кок-сагыза были признаны и некоторые другие корневые каучуконосы, например тау-сагыз *Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et G. G. Bosse и одуванчик осенний *Taraxacum hybernum* Steven из семейства Asteraceae. Последний также известен под названием крым-сагыз (krum-saghyz), однако в отличие от кок-сагыза он до сих пор остается сравнительно малоизученным видом одуванчиков. В нашей стране это растение произрастает только в Крыму, однако этот же вид одуванчиков распространен в Болгарии и Турции [8]. Тем не менее и за рубежом этому растению также не уделяется должного внимания.

Одуванчик осенний, как отдельный вид, был выделен российским ботаником шведского происхождения Х. Х. Стевенем в 1856 г., а его каучуконосность была открыта советскими ботаниками в 30-е годы XX века [9]. В литературе имеются сведения, что качество каучука из крым-сагыза очень высокое и его содержание в корнях колеблется от 3.5 до 8 % [10—12]. В условиях естественного обитания в Крыму одуванчик осенний характеризуется двойным вегетационным периодом — весенним и осенним и стадией летнего покоя в период летней засухи. Было показано, что крым-сагыз накапливает каучук в большом количестве только во 2-й год выращивания, однако его морозостойкость ввиду южного происхождения весьма низкая [12]. В целом его возделывание в умеренных зонах территории РФ связано с рядом трудностей, наиболее актуальными из которых являются необходимость двухгодичного выращивания и низкая морозоустойчивость крым-сагыза в период зимнего покоя.

Один из способов избежать трудностей с возделыванием крым-сагыза в полевых условиях — это его гидропонное выращивание. Преимуществом этой технологии является возможность круглогодичного выращивания, независимость от погодных условий, быстрота роста, отсутствие сорняков и вредителей, удобство в уборке урожая. Кроме того, отпадает необходимость предварительной очистки корней. Определенным препятствием для промышленного выращивания каучуконосных одуванчиков является недружность их всходов [13], поэтому является актуальной разработка методов стратификации семян одуванчика осеннего. Крым-сагыз на сегодняшний день нигде в мире не культивируется, и его семена можно собрать только в природных популяциях.

В связи с этим целью нашей работы были поиск и сбор семян крым-сагыза в естественных местообитаниях Крымского п-ова, разработка методов увеличения процента всхожести семян, разработка эффективного метода стратификации семян, а также отработка технологии гидропонного выращивания одуванчика осеннего.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Поиск растений *T. hybernum* проводили в Крыму в конце октября 2016 г. Так как за последние 70 лет состояние популяции крым-сагыза оставалось неисследованным, представляли большой интерес поиск и сбор семян по всей области распространения вида в Крыму. В целом одуванчик осенний был обнаружен нами в пределах западной части Южного берега Крыма и западной части Крымских Предгорий — двух основных регионов его произрастания на полуострове. Семена одуванчика осеннего были собраны из десяти разных пунктов (табл. 1, рис. 1), а в каждом пункте для этого было использовано по пять разных растений.

ТАБЛИЦА 1

Пункты сбора семян *Taraxacum hybernum*Table 1. *Taraxacum hybernum* seeds collection points

Номер пункта сбора Collection point number	Географическое расположение Geographical location	Фитоценоз Phytocenosis	Географические координаты (северная широта, восточная долгота), высота над ур. моря Geographic coordinates (latitude N, longitude E), elevation, m above sea level
1	Севастополь, восточная окраина, с. Верхнесадовое, обочина шоссе Sevastopol, eastern edge, v. Verhnesadovoe, highway roadside	Газон Lawn	44.688806, 33.693270, 83 м
2	Севастополь, Северная сторона, отвалы рва Первой обороны Севастополя Sevastopol, north side, dumps of the ditch of the First Defense	Среди рудеральной растительности Among ruderal vegetation	44.632801, 33.536325, 53 м
3	Севастополь, г. Инкерман, правый берег р. Черная Sevastopol, mt. Inkerman, right bank of the Chernaya River	Степной склон Steppe slope	44.607195, 33.606330, 13 м
4	Севастополь, правый берег бухты Казачьей Sevastopol, right bank of the Kazachya Bay	Ковыльная степь Feather-grass steppe	44.570643, 33.415666, 10 м
5	Севастополь, Варнаутская долина, обочина дороги от Ялтинского шоссе к с. Резервное Sevastopol, Varnuta valley, roadside, road from Yalta highway to the v. Rezervnoye	Остепненный склон среди дубового леса Steppified slope in the oak-wood	44.479177, 33.692432, 244 м
6	Севастополь, Байдарская долина, обочина дороги от с. Орлиное к пер. Байдарские ворота Sevastopol, Baidarskaya valley, roadside, road from the v. Orliinoe to the Baidarskiye vorota pass	Лугово-степной склон на опушке дубового леса Meadow-steppe slope at the edge of the oak-wood	44.430331, 33.790343, 354 м
7	Городской округ Ялта, северная окраина пгт Качивели, обочина шоссе Yalta, northern outskirts of the village Katsiveli, highway roadside	Под кипарисами Under the cypresses	44.401846, 33.968530, 203 м
8	Городской округ Ялта, восточная окраина пгт Гурзуф, подножие горы Аю-Даг Yalta, the eastern outskirts of the v. Gurzuf, the foot of the mt. Ayu-Dag	Опушка дубового леса Edge of the oak-wood	44.566569, 34.319395, 224 м
9	Городской округ Ялта, северо-восточная окраина пгт Никита, обочина шоссе Yalta, the north-eastern outskirts of the v. Nikita, highway roadside	Под кипарисами Under the cypresses	44.517823, 34.245204, 258 м

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

Номер пункта сбора Collection point number	Географическое расположение Geographical location	Фитоценоз Phytocenosis	Географические координаты (северная широта, восточная долгота), высота над ур. моря Geographic coordinates (latitude N, longitude E), elevation, m above sea level
10	Городской округ Ялта, южный склон Поликуровского холма, обочина шоссе Yalta, the southern slope of Polikurovsky Hill, highway roadside	Под кипарисами Under the cypresses	44.500394, 34.184486, 39 м

При обработке способов увеличения процента всхожести часть семян до посева помещали на влажную фильтровальную бумагу и держали в течение суток под холодной проточной водопроводной водой, другую часть держали в течение суток в 1 мкМ растворе гибберелловой кислоты (ГК₃) при комнатной температуре. Часть семян также держали под проточной водой сутки, а затем 24 ч в 1 мкМ растворе ГК₃ при комнатной температуре. Контрольную группу семян никакой предварительной обработке не подвергали.

Для экспериментов по холодовой стратификации семянки промывали водой с детергентом (Tween 20), ополаскивали дистиллированной водой и оставляли в воде до полного набухания (2 ч). Затем их переносили в чашки Петри с фильтровальной бумагой, смоченной жидкой средой с половинной концентрацией солей Мурасиге—Скуга (МС) без сахарозы. Чашки Петри помещали или непосредственно в климатическую камеру без обработки холодом, или выдерживали при +5 °С в течение 3 сут и затем перемещали в климатическую камеру.

Проросшие на фильтровальной бумаге двухнедельные сеянцы одуванчика осеннего переносили на самодельную гидропонную установку, представляющую собой темный пластиковый пятилитровый контейнер с лунками для растений диаметром 8 мм. Растения выращивали на среде с дистиллированной водой, содержащей треть концентрации солей МС без добавления сахарозы. Для улучшения аэрации корней использовали непрерывно работающий стандартный аквариумный насос. Питательный раствор меняли через каждые 15 дней, растения выращивали в течение двух месяцев под люминесцентными лампами при температуре +25 °С, фотопериоде (освещение/темнота) 16/8 ч, плотности потока фотонов 100 мМ м⁻² с⁻¹. В качестве контроля использовали растения крым-сагыза, выращиваемые в вегетационных сосудах объемом 1000 мл, заполненных универсальным почвенным грунтом «Terra vita» в тех же условиях освещения и температуры, что и растения на гидропонике. Растения одуванчика осеннего, росшие на почве, поливали 100 мл питательной среды, содержащей треть солей МС, каждые 15 дней вегетации. Через два месяца выращивания крым-сагыза на гидропонике нижние части их корней отрезали, оставляя верхнюю часть корней длиной по 2 см. Заменяли питательный раствор и выращивали одуванчики с отрезанными корнями при тех же условиях гидропонике, что и до отрезания корней. В этот период проводили наблюдение появления и роста новых корней на отрезанных оставшихся частях старых корней. Эксперимент по возобновлению роста корней после их отрезания продолжался 1 мес без добавления регуляторов роста.

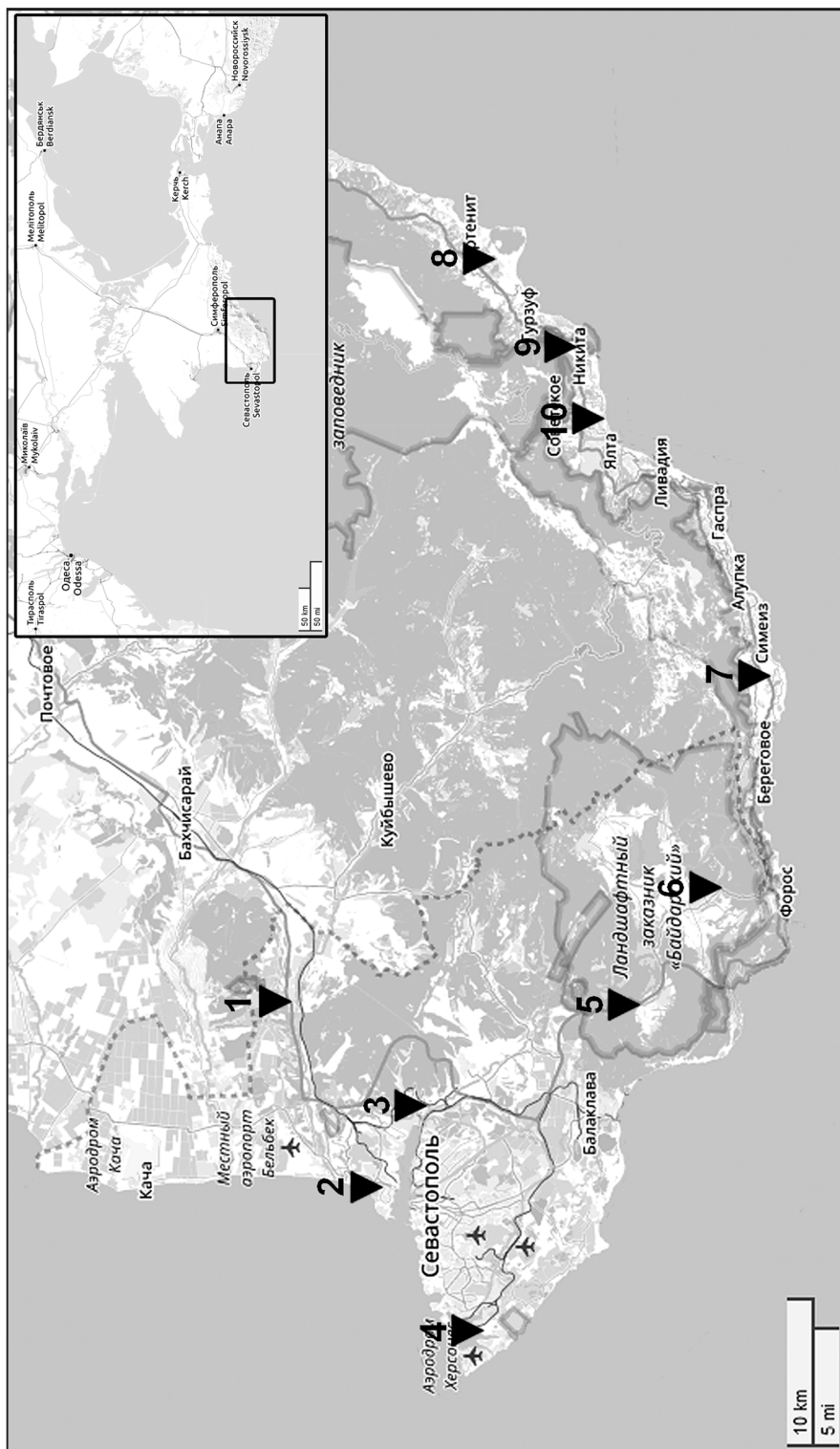


Рис. 1. Географическое расположение 10 пунктов сбора семян *Taraxacum hybernum* на карте Крыма.

Карта подготовлена при помощи ресурса OpenStreetMap (<http://www.openstreetmap.org>).

Fig. 1. Location of ten collection points of *Taraxacum hybernum* seeds in Crimea.

The map was created using the OpenStreetMap platform (<http://www.openstreetmap.org>).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате первых опытов по проращиванию крым-сагыза нами было выяснено, что семена этого растения всходят гораздо хуже, чем у близкородственного ему вида одуванчиков — кок-сагыза. Самой главной проблемой являлась недружность всходов у одуванчика осеннего. Так, при посеве на влажную фильтровальную бумагу его всходы продолжали появляться в течение двух недель, причем этот процесс был крайне неравномерен. При этом около 70 % семян совсем не всходили даже в течение одного месяца. Поэтому вначале была поставлена задача разработать эффективный способ увеличения всхожести семян крым-сагыза. Для того чтобы семена начали прорасти, необходимо нарушение их покоя. Широко известно, что в семенах основную функцию по блокированию прорастания выполняет абсцизовая кислота (АБК). В то же время у многих растений переход на стадию прорастания в семенах регулируют гиббереллины [14]. Исходя из этих данных, нами были применены три подхода к стимуляции прорастания семян крым-сагыза: предварительное промывание семян от АБК проточной водопроводной водой, инкубация в растворе ГК₃, а также последовательное применение обоих методов. В контрольном варианте без каких-либо обработок процент всхожести семян составил 20 % (табл. 2). При использовании проточной водопроводной воды процент всхожести немного уменьшился и составил 15 %. Предварительная инкубация в растворе ГК₃ способствовала более чем трехкратному увеличению процента всхожести по сравнению с контролем. Интересно отметить, что сочетание обработки ГК₃ и промывания проточной водой способствовало увеличению процента всхожести семян крым-сагыза лишь в два раза по сравнению с контролем (табл. 2). Таким образом, нами было показано, что суточное промывание семян крым-сагыза водопроводной водой оказывает негативное влияние на всхожесть. В то же время предварительная суточная инкубация семян в растворе ГК₃ оказывала плодотворное действие на всхожесть семян одуванчика осеннего. Таким образом, гиббереллины могут быть применены для увеличения всхожести семян крым-сагыза, тогда как промывание семян водой для этого нежелательно.

Недружность всходов крым-сагыза путем предварительной инкубации в ГК₃ нам решить не удалось. Первые проростки начинали появляться уже через

ТАБЛИЦА 2

Процент всхожести семян *Taraxacum hybernum* (крым-сагыза) при различных способах предварительной обработки семян

Table 1. *Taraxacum hybernum* (krym-saghyz) seed germination percent under various methods of achenes pretreatment

Опыт Experiment	Посеяно, шт. Sown, pcs	Взошло, шт. Germinated, pcs.	Всхожесть, % Germination percent, %
Контроль Control	80	16	20
Проточная вода Water	80	12	15
ГК ₃ + вода GA ₃ + water	100	44	44
ГК ₃ GA ₃	100	72	72

ТАБЛИЦА 3

**Процент прорастания контрольных нестратифицированных
и стратифицированных семян *Taraxacum hybernum*
в течение 11 дней после посева**

**Table 3. Germination percent of *Taraxacum hybernum* non-stratified
and stratified seeds within 11 day after sowing**

	1-й день 1 st day	2-й день 2 nd day	3-й день 3 rd day	4-й день 4 th day	5-й день 5 th day	6-й день 6 th day	7-й день 7 th day	8-й день 8 th day	9-й день 9 th day	10-й день 10 th day	11-й день 11 th day
Контроль Control	0	1.7	5.1	8.3	13.1	14.6	15.6	17	23.2	29.8	38.5
Холод Cold	0	0	0	6.2	15.8	27.6	31.6	42.7	42.7	42.7	42.7

2—3 дня, остальные же появлялись последовательно в течение десяти дней. Поэтому кроме увеличения процента всхожести является актуальным разра- ботка методов стратификации семян крым-сагыза. Наиболее известным мето- дом стратификации семян рода *Taraxacum* является предварительная инкуба- ция в холоде [13]. Так как холодовая стратификация ранее широко применя- лась при промышленном возделывании кок-сагыза, было решено испытать такой подход и на крым-сагызе. В ходе эксперимента степень прорастания стратифицированных и нестратифицированных семян была схожей (табл. 3). Однако скорости прорастания семян существенно отличались. Без обработки холодом скорость прорастания семян была низкой и все всхожие семена про- росли только к 11-м суткам после посева. При обработке семян холодом в те- чение 3 суток общая скорость прорастания семян резко увеличивалась в пе- риод от 4 до 8 дней после посева семян (табл. 3). После 8 дней стратифициро- ванные семена больше не проросли. Таким образом, у одуванчика осеннего, как и у кок-сагыза, холодовая стратификация в течение нескольких суток улучшает синхронность и скорость прорастания семян, хотя существенно не влияет на их всхожесть.

Двухнедельные проростки крым-сагыза были пересажены нами на гидро- поннику. Контрольные растения крым-сагыза были посеяны на почву за две не- дели до начала опыта по гидропонике. Растения, находящиеся на гидропони- ке, росли довольно быстро и через 45 дней выращивания некоторые из них уже завершали рост и начинали переходить в стадию цветения (рис. 2, 1). Кон- трольные растения крым-сагыза, росшие на почве, не зацвели даже после пяти месяцев их выращивания. Растения на гидропонике весь период вегетации оставались темно-зелеными, при этом признаки каких-либо заболеваний не выявлялись. В то же время контрольные растения одуванчика осеннего, рос- шие на почве, заметно отставали в росте от растений, росших на гидропонике. Отметим, что на контрольных растениях периодически появлялась пятни- стость, вероятнее всего, связанная с заболеваниями, а также обнаруживались клещи, тогда как в условиях гидропоники одуванчик осенний оставался неза- раженным, несмотря на близкое расположение почвенных и гидропонных рас- тений.

Через 2 месяца выращивания крым-сагыза на гидропонике большинство анализируемых растений переходили на стадию цветения. Несмотря на не- большие размеры гидропонной установки, ко 2-му месяцу вегетации одуван- чики сформировали большие корневые системы (рис. 2, 2). При этом каждый



Рис. 2. Гидропонное выращивание *Taraxacum hibernum*.

1 — внешний вид растений через 45 дней выращивания; 2 — отрезанные корни через 2 мес выращивания; 3 — срезы главных корней, на которых видны выделения вязкого млечного сока; 4 — двухмесячные растения с отрезанными корнями; 5 — возобновление роста новых боковых корней (через 1 мес после отрезания корней).

Fig. 2. Hydroponic cultivation of *Taraxacum hibernum*.

1 — plants after 45 days of cultivation, 2 — excised roots after 2 months of cultivation, 3 — slices of the main roots with visible latex, 4 — two-month plants with excised roots, 5 — growth resumption of new lateral roots (1 month after roots excision).

корень имел утолщение у основания, при надрезании которого были видны выделения характерного, на ощупь липкого, белого млечного сока (рис. 2, 3). В то же время в тонких боковых корнях, судя по всему, млечный сок содержался в гораздо меньших количествах и на ощупь не определялся.

Большой интерес для практики представляет возможность многократного получения урожая корней *T. hibernum* на гидропонике с одних и тех же растений. Исходя из этих соображений, корни у 2-месячных гидропонных крым-са-

гызов отрезали на некотором удалении от основания, т. е. оставляли часть корней размером около 2 см (рис. 2, 4). Далее заново проводили гидропонное выращивание крым-сагызов с отрезанными корнями. Из 18 растений, используемых в опыте, такой стресс успешно пережили 16 растений (89 %). Более того, многие растения продолжили при этом цвести еще в течение одного месяца. Через месяц все 16 выживших растений характеризовались довольно большими корневыми системами, состоящими из небольшой части старого основного корня и многочисленных новых корней (рис. 2, 5). Все новые корни появлялись из районов среза старых корней, хотя нельзя исключать, что корнеобразование шло на подземных частях побегов (каудекса). При этом образование придаточных боковых корней на нижних частях побега не фиксировалось.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые после почти 70-летнего перерыва в изучении отечественных каучуконосов проведен поиск одуванчика весеннего *Taraxacum hybernum* (крым-сагыз) на территории Крымского п-ова. Крымская популяция одуванчика осеннего произрастает на сравнительно небольшом участке и поэтому может считаться уязвимой. С целью дальнейшего изучения и разработки методов культивирования нами были собраны семена крым-сагыза из десяти разных географических точек, отличающихся друг от друга особенностями биотопоза. Семена одуванчика осеннего характеризовались низким уровнем всхожести и недружностью всходов. Нами было показано, что всхожесть семян крым-сагыза может быть увеличена путем предварительной инкубации семян в растворе гиббереллинов. Предварительная холодовая стратификация способствовала увеличению дружности всходов.

Впервые проведены опыты по гидропонному выращиванию крым-сагыза. Показана перспективность данного подхода, в том числе для промышленного выращивания этой каучуконосной культуры.

Впервые показана возможность двукратного получения урожая корней каучуконосов с одних и тех же растений в условиях гидропоники.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена с использованием оборудования РЦКП «Агидель» и УНУ «КОДИНК».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Купцов А. И. 1942. Кок-сагыз в Западной Сибири. Новосибирск. 39 с.
2. McAssey E. V., Gudger E. G., Zuellig M. P., Burke J. M. 2016. Population genetics of the rubber-producing Russian dandelion (*Taraxacum kok-saghyz*). — PLoS One. 11: e0146417.
3. Кулуев Б. Р., Гарафутдинов Р. Р., Максимов И. В., Сагитов А. М., Чемерис Д. А., Князев А. В., Вершинина З. Р., Баймиев Ан. Х., Мулдашев А. А., Баймиев Ал. Х., Чемерис А. В. 2015. Натуральный каучук, его источники и составные части. — Биомика. 7(4): 224—283.
4. Гаршин М. В., Картуха А. И., Кулуев Б. Р. 2016. Кок-сагыз: особенности культивирования, перспективы возделывания и внедрения в современное производство. — Биомика. 8(4): 323—333.

5. Zhang Y., Iaffaldano B. J., Zhuang X., Cardina J., Cornish K. 2017. Chloroplast genome resources and molecular markers differentiate rubber dandelion species from weedy relatives. — *BMC Plant Biol.* 17: 34.
6. Iaffaldano B., Zhang Y., Cornish K. 2016. CRISPR/Cas9 genome editing of rubber producing dandelion *Taraxacum kok-saghyz* using *Agrobacterium rhizogenes* without selection. — *Ind. Crops Prod.* 30: 356—362.
7. Mooibroek H., Cornish K. 2000. Alternative sources of natural rubber. — *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 53: 355—365.
8. Kirschner J., Stepanek J., Greuter W. 2007. *Taraxacum*. In: W. Greuter, E. von Raab-Straube (ed.). *Compositae. Euro+Med Plantbase — the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity*. Berlin: Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem. <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed>.
9. Лапин А. К. 1935. Культура каучуконосов. Сельское хозяйство СССР. С. 65—73.
10. Бондаренко П. В. 1941. Крым-сагыз. Приемы выращивания в средней Азии. Ташкент. 20 с.
11. Ильин М. М., Якимов П. А. 1950. Каучуконосы и гуттаперченосы СССР. В кн.: Растительное сырье СССР. Сб. статей. Т. 1. Технические растения. М.; Л. С. 61—141.
12. Аксельрод Д. 1951. Крым-сагыз. В кн.: Сельскохозяйственная энциклопедия. 3-е изд. М. Т. 2. С. 587—588.
13. Половенко И. С., Филиппов Д. И., Правдин Ф. Н., Фурман Л. М. 1950. Кок-сагыз. М. 167 с.
14. Shu K., Liu X. D., Xie Q., He Z. H. 2016. Two faces of one seed: hormonal regulation of dormancy and germination. — *Mol. Plant.* 9: 34—45.

Поступило 27 V 2017

Rastitelnye resursy. 2017, 53(4): 543—554

GROWING EXPERIENCE
OF *TARAXACUM HYBERNUM* (ASTERACEAE)

© B. R. Kuluev,^{*,1,2} A. I. Kartuha,² A. V. Knyazev,¹
A. F. Fateryga,³ A. V. Chemeris¹

¹ Institute of Biochemistry and Genetics of Ufa Scientific Center of RAS, Ufa, Russia

² Bashkir State University, Ufa, Russia

³ T. I. Vyazemsky Karadag Scientific Station — Nature Reserve of RAS,
Feodosiya, Russia

*E-mail: kuluev@bk.ru

SUMMARY

Due to the growing global demand for natural rubber and the danger of the disease spread in the Brazilian rubber trees, the urgency is growing to find alternative natural sources of this raw material. One of the alternative sources of natural rubber is *Taraxacum hybernum* Steven growing in the Crimean peninsula. For the first time

after nearly 70-year hiatus of domestic rubber plants study, we have searched for *T. hybernum* plants in Crimea. *T. hybernum*, also known as the krym-saghyz, was collected from ten different sampling points of the Crimean peninsula. It was shown that the germination of seeds of *T. hybernum* can be increased by pre-incubating seeds in a solution of gibberellins. To increase the simultaneity of seed germination, the technology of preliminary incubation of seeds at +5 °C for three days has been developed. The high efficiency of hydroponic cultivation of krym-saghyz as compared to cultivation on soil is shown. Also, the possibility of a double yield of the roots of krym-saghyz from the same plants under hydroponic conditions is shown. It is of great interest to study the quantitative and qualitative characteristics of natural rubber of hydroponic krym-saghyz using modern methods of physical and chemical biology.

Key words: *Taraxacum hybernum*, *Taraxacum kok-saghyz*, krym-saghyz, Russian dandelion, seed stratification, hydroponics.

ACKNOWLEDGEMENTS

The work was carried out using the equipment of «Agidel» Collective usage centre and the USU «KODINK».

REFERENCES

1. Kuptsov A. I. 1942. Kok-sagyz v Zapadnoy Sibiri [Kok-saghyz in Western Siberia]. Novosibirsk. 39 p. (In Russian)
2. McAssey E. V., Gudger E. G., Zuellig M. P., Burke J. M. 2016. Population genetics of the rubber-producing Russian dandelion (*Taraxacum kok-saghyz*). — PLoS One. 11: e0146417.
3. Kuluev B. R., Garafutdinov R. R., Maksimov I. V., Sagitov A. M., Chemeris D. A., Knyazev A. V., Vershinina Z. R., Baymiev An. K., Muldashhev A. A., Baymiev Al. K., Chemeris A. V. 2015. Natural rubber, its sources and components. — Biomics. 7(4): 224—283. (In Russian)
4. Garshin M. V., Kartuha A. I., Kuluev B. R. 2016. *Taraxacum kok-saghyz*: cultivation features and perspectives of introduction to modern production. — Biomics. 8(4): 323—333. (In Russian)
5. Zhang Y., Iaffaldano B. J., Zhuang X., Cardina J., Cornish K. 2017. Chloroplast genome resources and molecular markers differentiate rubber dandelion species from weedy relatives. — BMC Plant Biol. 17: 34.
6. Iaffaldano B., Zhang Y., Cornish K. 2016. CRISPR/Cas9 genome editing of rubber producing dandelion *Taraxacum kok-saghyz* using *Agrobacterium rhizogenes* without selection. — Ind. Crops Prod. 30: 356—362.
7. Mooibroek H., Cornish K. 2000. Alternative sources of natural rubber. — Appl. Microbiol. Biotechnol. 53: 355—365.
8. Kirschner J., Stepanek J., Greuter W. 2007. *Taraxacum*. In: W. Greuter, E. von Raab-Straube (ed.). Compositae. Euro+Med Plantbase — the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. Berlin: Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem. <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed>.
9. Lapin A. K. 1935. Culture of the rubber plants. Selskoye khozyaystvo SSSR. P. 65—73. (In Russian)
10. Bondarenko P. V. 1941. Krym-sagyz. Priyemy vyrashchivaniya v sredney Azii [Krym-saghyz. Methods of cultivation in Central Asia]. Ed. Uzfán Tashkent. 20 p. (In Russian)

11. Ilin M. M., Yakimov P. A. 1950. Rubber and gutta-percha plants of the USSR. Rastitelnoye syrje SSSR. Sbornik statey. Vol. 1. Tekhnicheskiye rasteniya. Moscow; Leningrad. P. 61—141. (In Russian)
 12. Akselrod D. 1951. Krym-saghyz. Selskokhozyaystvennaya entsiklopediya. Moscow. Vol. 2. P. 587—588. (In Russian)
 13. Polovenko I. S., Filippov D. I., Pravdin F. N., Furman L. M. 1950. Kok-sagyz [Kok-saghyz]. Moscow. 167 p. (In Russian)
 14. Shu K., Liu X. D., Xie Q., He Z. H. 2016. Two faces of one seed: hormonal regulation of dormancy and germination. — Mol. Plant. 9: 34—45.
-