

Бари Г.Т.¹, Утеулин К.Р.², Кулуев Б.Р.^{3*}, Жанбырбаев Е.А.¹

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан

²Институт биологии и биотехнологии растений КН МОН РК, Алматы, Казахстан

³Институт биохимии и генетики Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия, *baracuda.co@mail.ru

ОТБОР ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ И РАННЕСПЕЛЫХ ФОРМ ОДУВАНЧИКА КОК-САГЫЗА (*TARAXACUM KOK-SAGHYZ* RODIN) – ИСТОЧНИКА НАТУРАЛЬНОГО КАУЧУКА В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация

В мире огромным и все возрастающим спросом пользуется натуральный каучук. Натуральный каучук – важное сырье для резинотехнической промышленности, используется в изготовлении широкого ряда товаров – обувь, одежда, хирургические перчатки, шины для самолетов и автомашин и другие изделия. Основным источником каучука для мирового рынка служат плантации дерева гевеи бразильской (*Hevea brasiliensis*), растущие в зоне тропического климата стран Юго-Восточной Азии. Однако, спрос на натуральный каучук на мировом рынке выше возможностей его поставок и потому общепризнана необходимость введения в культуру дополнительного источника высококачественного натурального каучука – казахстанского одуванчика кок-сагыза (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin). Кок-сагыз может вводиться в культуру в зоне умеренного климата, где тропическое дерево гевея не может произрастать. Казахстану необходим скороспелый сорт кок-сагыза для возделывания на Юге и Юго-Востоке Казахстана и сбора урожая корня и каучука уже в первый год. Исходным материалом для создания скороспелого сорта кок-сагыза может служить, искусственно созданная Институтом биологии и биотехнологии растений (Алматы) экологически пластичная популяция, полученная из трех экотипов кок-сагыза. Таким образом, в 2019 году в экспериментальных полевых условиях были отобраны формы кок-сагыза в количестве 105 от общих 514 высаженных растений, с самыми крупными корнями (от 30 до 41,4 грамм) и высоким содержанием каучука (до 22.4% на сухой вес корня).

Ключевые слова: кок-сагыз, натуральный каучук, содержание каучука, экстракция, высокопродуктивные формы, крупные корни, сухие корни.

Введение

В промышленном производстве всего мира огромным и все возрастающим спросом пользуется натуральный каучук. Натуральный каучук (НК) – важное сырье для резинотехнической промышленности, используется в изготовлении широкого ряда товаров – обувь, одежда, хирургические перчатки, шины для самолетов и автомашин и другие изделия.

Согласно экспертам Research and Market общемировой рынок НК в 2016 году составил около \$24 млрд., при объеме потребления НК – 12,9 млн. тонн в год, а к 2023 году его потребление может увеличиться до 16,5 млн. тонн. На сегодняшний день существует дефицит НК на мировом рынке, разрыв между поставками и потреблением натурального каучука за год составляет около 200 тыс. тонн. К концу 2021 года разрыв между поставками и потреблением может составить уже 700 тыс. тонн [1].

В настоящее время существует реальная угроза уничтожения грибом *Microcyclus ulei* основного источника НК – плантаций каучукового дерева гевеи бразильской (*Hevea brasiliensis*), расположенных в Юго-Восточной Азии с влажным тропическим климатом и, следовательно, существует реальная угроза мировому рынку натурального каучука. В прошлом веке подобное уже происходило, когда плантации гевеи в Южной Америке были уничтожены грибом *M. ulei* [2].

В силу превышения спроса на НК на мировом рынке над возможностями его поставок и реальной угрозы частичного или полного уничтожения плантаций гевеи общепризнана необходимость введения в культуру дополнительного источника натурального каучука. Таковым, признан одуванчик кок-сагыз (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin) – источник НК по качеству не уступающему НК гевеи. В настоящее время проводятся исследования кок-сагыза для его введения в культуру в зоне умеренного климата, где тропическое дерево гевея не может расти. Исследования кок-сагыза проводятся в Германии [3], США [4,5], в Российской Федерации [6,7], Казахстане [8-10].

В умеренном климатическом поясе Европы кок-сагыз может возделываться как двулетняя культура [3]. Однако, в Азии с ее резко-континентальным климатом, к примеру, на Юге и Юго-Востоке Казахстана приоритет отдается возделыванию кок-сагыза как однолетней культуры. Это связано с коротким периодом весны (апрель, май) и ранним летом (июнь, первая половина июля) с оптимальными температурами и нормами осадков для интенсивного роста и развития кок-сагыза и сбора урожая корней и каучука уже в первый год. Перевод кок-сагыза из двулетней культуры в однолетнюю значительно повысит рентабельность этой перспективной, многообещающей технической культуры на Юге и Юго-Востоке Казахстана. Для этого необходим раннеспелый сорт кок-сагыза. Исходным материалом для создания скороспелого сорта кок-сагыза может служить искусственно созданная Институтом биологии и биотехнологии растений (Алматы) экологически пластичная популяция «Сарыжаз». Экологически пластичная искусственная/гибридная популяция «Сарыжаз» включена в 2017 году в Государственный реестр селекционных достижений, рекомендуемых к использованию в Республике Казахстан, и в перечень перспективных сортов сельскохозяйственных растений» [11].

«Сарыжаз» создан методом индивидуального семейственного отбора образцов – растений с наивысшим содержанием каучука (12-20% на сухой вес корня) в зоне естественного произрастания кок-сагыза ксероморфного (1794 м. над уровнем моря), гигроморфного (1817 м. над уровнем моря) и мезоморфного (1883 м над уровнем моря) экотипов. Три семьи трех элитных экотипов были интродуцированы, объединены для перекрестного опыления на одном участке в предгорной зоне г. Алматы (950 м над уровнем моря, N43°15', E. 76°54'). Таким образом, была искусственно создана экологически пластичная популяция кок-сагыза включающая ранне-, средне- и позднеспелые формы – с высоким содержанием каучука и источника элитных семян [10, 11].

Целью данной работы являлся отбор высокопродуктивных и раннеспелых форм кок-сагыза на основе искусственной популяции «Сарыжаз».

Материал и методы

Растительный материал. Семена кок-сагыза были получены в 2017 году из коллекции Института биологии и биотехнологии растений (ИБРР). Материал содержал семена размноженных образцов кок-сагыза, собранный в 2015 году на территории ИББР. Искусственная популяция кок-сагыза «Сарыжаз», селекции Института биологии и биотехнологии растений [11] служит источником для отбора скороспелых, крупнокорневых форм кок-сагыза с высоким содержанием каучука.

Полевые исследования – проводились на экспериментальном участке (200 м²) г. Алматы, Республики Казахстан (43° 21' 07.46" N, 077° 02' 25.83" E) с 15 марта по 30 сентября 2019 г. Сорокадневная рассада кок-сагыза была получена на торфяных брикетах в условиях оранжереи. Эта рассада была высажена в открытый грунт экспериментального участка в количестве 514 растений. Интервал между растениями составил 30x50 см. Уход за посадками состоял из следующих процедур: полив, рыхление междурядий, прополка сорняков. Плотность посадки растений в среднем составил 10 растений/м² [10].

Определение содержания каучука. Каучук экстрагировали из корней кок-сагыза органическим растворителем ксилолом и очищали от смол ацетоном, согласно методам Kreuzberger и Eggert [3,12]. Микробиологический метод экстракции каучука с сырых/сухих

корней был выполнен по методу Shomaila [13]. Для расчета концентрации каучука на сырую и сухую массу корня использован весовой метод.

Данные климатических условий города Алматы были взяты со справочно-информационного портала «Погода и климат» [14], для сопоставления с показателями полевого термометра и оформлены по образцу работы Kreuzberger [3].

Статистическая обработка приведена с использованием программы Excel. Расчет критерия (коэффициент) корреляции проводили с использованием статистической программы SPSS.

Результаты и их обсуждение

Установлена продолжительность этапов развития образцов растений кок-сагыза в условиях экспериментального участка (43° 21' 07.46" N, 077° 02' 25.83" E). Результаты ежемесячных значений температуры воздуха и количества осадков в период испытательного сезона приведены (**таблица 1**). Тип почвы – суглинистая, значение рН 7.0.

Таблица 1 – Средние значения температуры воздуха и количества осадков за испытательный сезон по месяцам (2019 г.)

Средняя температура воздуха, °С	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
	8.2	12.8	16.9	22.3	27.1	24.9	18.6
Отклонение от нормы	+4.8	+1.4	+0.3	+0.7	+3.2	+2.0	+1.0
Выпадение осадков	27	168	39	72	22	67	65

Стадии роста и развития кок-сагыза, как однолетней культуры на экспериментальном участке подтверждены фотографиями (**рисунок 1**). Рассадку высевали в марте после вспашки отвалов до глубины 0.25–0.30 м осенью предыдущего года в торфяных таблетках на глубину 0,03–0,05 м (**рисунок 1а, б**) вручную под маркер, рассадным способом. Междурядное расстояние составляло 30 см, между растениями 50 см. Кок-сагыз культивировался на участке, где он никогда не выращивался ранее. Предыдущие растения – разнотравье. Удобрения ранее не вносились. Сорняки контролировались путем ручной прополки внутри- и междурядий во время вегетационного периода и поздних стадиях выращивания растений. Во время испытаний никаких вредителей или болезней не наблюдалось. Данная экспериментальная работа была выполнена в четырех повторностях. Экспериментальные участки содержали четыре ряда, каждый длиной 25x1.5 м = 37.5 м² на общих 200 м². Период адаптации рассады кок-сагыза к условиям открытого грунта занимал две недели, в апреле, листья сеянцев отмирали и затем формировались новые листья, новая розетка. В апреле и мае формировалась и разрасталась розетка, период цветения и плодоношения приходился на середину июня и июль. Растения собирали 2 раза за весь сезон для определения содержания каучука, через три месяца (**рисунок 1 с**), и в конце вегетативного периода (**рисунок 1 г**), соответственно. Сбор кок-сагыза для анализа проводили в сезон активного роста надземной части, при этом велся подсчет листьев и измерение диаметра розетки каждого выбранного растения. На пике цветения проводили подсчет цветоносов, и в данный период вегетации подходил к концу четвертый месяц после посадки растений кок-сагыза. В конечном итоге, производился сбор урожая, в данном случае подземная часть включая корневую шейку. Растения собирали с розетками, еще прикрепленными к корням, после завершения вегетационного периода (30 сентября). Обрезая корни на глубину 0.25 м в момент сбора урожая. Концентрация каучука в сухой корневой массе определяли методами описываемых в работах [3, 13]. При этом высчитывалось соотношение каучука от свежих корней к сухим (**таблица 2**) и выход урожая на гектар.

Для отбора высокопродуктивных и скороспелых форм кок-сагыза, самые быстро развивающиеся формы по размеру и диаметру розетки листьев, растения – которые раньше начинали цвести, отбирали и маркировали стикерами (**рисунок 1е**). Всего за сезон

адаптировались и созрели 95% растений от общего посаженного количества рассады. Итого было отобрано 325 из 514 растений адаптированных растений.



Рисунок 1 – Стадии роста кок-сагыза как однолетней культуры (2019 г.). 40-дневные сеянцы (а), рост розеток (b,c), начало цветения (d), пик цветения (e), завязывание семян (f), летний отдых (g).

В данной работе корни извлекались с максимальной глубиной почвы. Все растения промывали, остатки листьев удаляли ножницами (**рисунок 2 а, b, c**). Вес сырых корней определяли для оценки урожая в килограммах с квадратного метра. Чтобы определить урожай сухих корней в килограммах с квадратного метра для каждого участка, под выборку из 1 кг свежих корней или розеток (включая около 1 см корневой шейки) сушили до постоянного веса в сушильном шкафу при 35°C.

С уменьшением осадков в середине июля и августе кок-сагыз уходит на летний покой до сентября. С понижением температуры и повышением нормы осадков в сентябре кок-сагыз

выходит из состояния летнего покоя. В условиях обильного полива в жаркий период лета возможно активное развитие растений и без ухода на летний покой. Следует отметить, что из года в год в Алматы жаркое, засушливое лето часто чередуется с «холодным» и дождливым.

Соотношение массы корней к листьям в июне составило $1:2,8\pm 0,09$, а именно у растений с корнем $6,5\pm 0,2$ грамм масса листьев составляло $18,2\pm 0,15$ грамм (рисунок 2 а, б). Через три месяца после высадки проростков в почву содержание каучука была $2,9\pm 0,04\%$ с сырого и $12,3\pm 0,17\%$ с сухого корня соответственно, при средней массе корней $6,5\pm 0,2$ грамм.



Рисунок 2 – Подготовка растений кок-сагыза к структурному анализу и определению содержания каучука а,б – урожай середины сезона (июнь), с,д,е – урожай конца сезона (сентябрь).

Результаты структурного анализа урожая после сбора растений, рассчитанные с учетом адаптации рассады к почве и дня сбора урожая (**таблица 2**).

Таблица 2 – Структурный анализ растений кок-сагыза.

Селекционные варианты корней	Количество цветоносов на растении	Количество листьев, на растении	Диаметр розетки, см	Длина корня, см	Количество корней на растении	Масса сырого корня, грамм	Масса сухого корня, грамм	Содержание каучука в сыром корне, %	Содержание каучука в сухом корне, %
Крупные	59±2	65±2	33±0.4	23.1±0.4	14±0.4	35±0.5	8.2±0.2	5.3±0.1	22.5±0.45
Средние	55±1	58±2	32±0.3	21.8±0.2	8±0.3	23.1±0.3	5,4±0.1	4.7±0.09	20±0.42
Мелкие	53±1	47±2	31±0.5	19.7±0.3	5±0.2	17.2±0.4	4±0.1	4.3±0.09	18.3±0.36
Среднее значение	55±1	56±2	32±0.4	21.5±0.3	9±0.3	25.1±0.4	5.86±0.13	4.8±0.09	20.3±0.41

Взаимосвязь отдельных частей крупных форм растений кок-сагыза по корреляции Пирсона.
*Корреляция значима на уровне 0.05 (двухсторонняя). **Корреляция значима на уровне 0.01 (двухсторонняя).

	Количество цветоносов на растении	Количество листьев на растении	Диаметр розетки, см	Длина корня, см	Количество корней на растении	Масса корня сырого, грамм	Содержание каучука, грамм
Количество цветоносов на растении	1.00						
Количество листьев на растении	0.203	1.00					
Диаметр розетки, см	0.200	0.160	1.00				
Длина корня, см	0.130	0.273	0.187	1.00			
Количество корней на растении	0.240	0.156*	0.100	0.431*	1.00		
Масса сырого корня, грамм	0.160	0.300	0.244	0.420*	0.553**	1.00	
Содержание каучука, грамм	0.056	0.070	0.252	0.421*	0.563**	0.888**	1.00

Значимая положительная корреляция, что означает при увеличении значения одного признака, дает увеличение и второго признака.

Из 325 проанализированных селекционных образцов 112 образцов включены в группу мелких корней с массой сырого корня от 15 до 20 грамм, содержанием каучука в корнях от 4.1% до 4.8% соответственно на сырой вес корня. В группу растений с средним корнем включены 108 растений – массой сырого корня от 20 до 30 грамм, с содержанием каучука от 4.5 до 5% соответственно на сырой вес корня. В группу растений с крупным корнем включены 105 растений – массой сырого корня от 30 до 41.9 грамм, с содержанием каучука от 5.2 до 5.5% соответственно на сырой вес корня. Из 108 растений с крупными корнями 3 растения имели массу корня в 40.4, 40.9 и 41.4 грамм соответственно.

Разделение растений на группы по массе корней было проведено согласно работам [15,16].

В растениях, которые не были отобраны, содержание каучука не превышало значения групп мелких корней, в среднем $3.3 \pm 0.03\%$ с сырой и $14.1 \pm 0.13\%$ сухой массы, соответственно. Среднее значение массы корня была 10 ± 0.15 грамм. Урожайность сырых и сухих корней на растение, рассчитывалась путем деления. После сушки корни в массе уменьшались в среднем 4.25 ± 0.17 раза (**рисунок 3а**).

По завершению экспериментального периода урожай корней подвергался экстракции для получения каучука. На полученном каучуке оставались частично остатки корневой коры (**рисунок 3б**). В данной работе для полного очищения от корневых остатков (**рисунок 3с**) корни выдерживали при аэрации с микроорганизмами 21 день. Полученный каучук получился достаточно эластичным (**рисунок 3д**). Образцы каучуков (**рисунок 3 е, ф**) экстрагированные методом Kreuzberger и Eggert [3,12] изменились в цвете и также были эластичные, однако при получении материала данным методом наблюдался меньший ($3.2 \pm 0.02\%$) выход каучука в процентном соотношении в сравнении с микробиологической экстракцией ($4.8 \pm 0.09\%$) с учетом на сырой вес корня [13]. В период хранения образцов каучука при 4°C было замечено что каучук полученный ацетоново-ксилоловым методом Kreuzberger и Eggert [3,12] твердел, и не был эластичным в охлажденных условиях. Эластичность проявлялась только при комнатной температуре, тогда как микробиологический метод экстракции каучука позволял образцам оставаться эластичными как в охлажденном состоянии, так и при комнатной температуре.

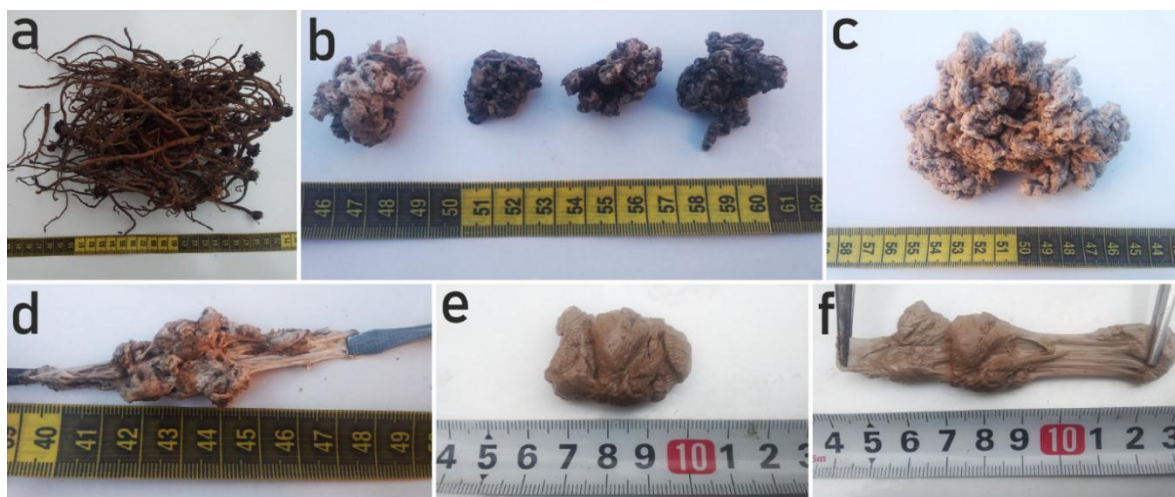


Рисунок 3 – Сухие корни и образцы каучуков; а – сухие корни кок-сагыза, б, с, d – каучуки, полученные методом микробиологической экстракции, е, f – каучуки, полученные экстракцией с ксилолом и ацетоном.

С участка площадью 200 м^2 при плотности 514 растений (66000 растений/га [3]), урожай составил: сырой корень 9.845 кг (1407 кг/га), сухой корень 2.31 кг (331 кг/га), каучук 390 грамм (61 кг/га [3]). Так же в течении экспериментального периода были собраны семена с каждого маркированного растения отдельно.

В работе Cornish с соавт. [17] размер растений, как и в нашем исследовании сильно варьировал, и это включало вариации как по размеру корня, так и по размеру розетки (надземной части). Исключительно крупные растения в этой популяции встречались редко.

Согласно таблице 2, наблюдается прямая зависимость содержания каучука от массы корней. Так же в свою очередь наблюдается взаимосвязь массы корня с количеством цветonoсов, диаметром листьев в поперечнике, длиной корня и количеством корней на растение. Растения с большой массой корня были мочковатыми (**рисунок 2 d, e**) чем формы растений со средними и мелкими корнями (**таблица 2**).

Более крупные растения были особенно восприимчивы к гибели растений зимой, поскольку следующей весной и летом не было очень крупных растений [17]. В наших же предыдущих испытаниях таких явлений не наблюдалось [9,11]. Так же, в исследованиях

Cornish с соавт. [17], по мере того как растения перезимовали, наблюдалось общее снижение веса розетки, поскольку многие листья старели, а также наблюдалось уменьшение массы корней. В июле второго года растения не отрастали до биомассы растений, корней и розетки, достигнутых годом ранее в то же время года. Нами же не наблюдалось снижение, а наоборот содержание каучука составила 6% к сырому весу корней на второй год вегетации растений [9,11]. По Cornish с соавт. [17], увеличение общего количества каучука коррелировало с уменьшением массы корня, что приводило к небольшому изменению количества каучука на одно растение в течение года в большинстве случаев. В нашем случае, было замечено что концентрация каучука к концу второго вегетативного сезона увеличивается с 4.8% (первый год) до 6% (второй год) на сырой вес в среднем.

В результатах Cornish с соавт. [17], наблюдалась корреляция между сырой массой корней и сырой массой розетки, но высокая степень различия между растениями в соотношении корень: розетка вызвала довольно низкий коэффициент корреляции. Согласно таблице 2 по соотношению диаметра листьев и веса корней все-таки наблюдается зависимость, и вариабельность между отдельными формами кок-сагыза. Тем самым можно сказать, что увеличение в диаметре листьев (**таблица 2**) коррелирует с увеличением массы корня. Самая высокая концентрация каучука наблюдалась у растения с большим корнем и розетки. Однако у этих растений было относительно высокое соотношение корень:розетка [17]. В опыте 2019 года, наблюдался так же большой выход каучука с растения согласно Таблице 2. Однако розетка у большого корня была соответственно большой (**рисунок 2 с, d, e**). В нашем случае, соотношение большого корня с розеткой составило 1:3, а именно 120 грамм розетки и 41.4 грамм стержневого и боковых корней кок-сагыза (**рисунок 2 e**). Концентрация каучука может коррелировать с фенотипом растения и это было подтверждено построением графика зависимости концентрации каучука от массы корней и свежих побегов согласно Cornish с соавт. [17]. В нашем случае не наблюдалась отрицательная корреляция между массой корня и содержанием каучука (**таблица 2**).

Так или иначе, при отборе форм с большой массой корней и высоким содержанием каучука, выбранные линии можно размножить путем микроклонального размножения через корни, так как велика вероятность того, что при этом расщепления по морфогенетическим признакам не будет.

Широкие фенотипические вариации были очевидны для кок-сагыза, выращиваемых на открытых неглубоких грядках и в высоких туннельных глубоких слоях, и это связано с тем, что кок-сагыз представляет собой половой самонесовместимый диплоид. Такой высокий уровень вариации позволяет определять некоторые фенотипические характеристики, которые связаны, а другие - не связаны с выходом каучука. Ясно, что не только высокая концентрация каучука, но и большая биомасса корней, в настоящее время является определяющим фактором выхода каучука, особенно в сочетании с большой розеткой. Корреляция между корнями, розетками, биомассой растений и концентрацией каучука, как в мелко деляночных исследованиях, так и в исследованиях промышленного уровня, отсутствуют. Но в популяции всегда имеются крупные растения с содержанием каучука выше среднего, хотя и в относительно небольшом количестве. Кроме того, это предполагает, что перечисленные параметры разделяются независимо друг от друга. По Cornish с соавт. [17], хотя и концентрация каучука в популяции была смещена в сторону более низких концентраций, наличие высоких концентраций каучука в корнях некоторых растений указывает на то, что отбор на более высокую концентрацию каучука должен быть возможен у крупных растений. Эти результаты предполагают, что более ранние исследования сезона вегетации и продолжительности светового дня могут не иметь отношения к улучшению роста или параметров каучука данной популяции [17]. Урожайность с одного растения представляет собой комбинацию параметров корневой биомассы и концентрации каучука. В данной работе не было отрицательной корреляции между биомассой корня, розетки или растения и концентрации корневого каучука или общим количеством каучука на растение. В работе [17], 1 миллион растений на гектар давали 2160 кг/га каучука, выращенных в этих

условиях на северо-востоке Огайо. Это количество уже находится в пределах урожайности каучука на гектар в год для тропических плантаций каучуковых деревьев (800–3000 кг/га в год и очень схоже с урожайностью каучуковых культур полузасушливых земель – гваюлы) [17].

Результаты работы [17] показывают, что корневая система кок-сагыза должна быть не менее 30 г сырой массы и что эти растения должны иметь сырую массу розетки не менее 60 г, чтобы поддерживать высокую производительность каучука в корнях. Поскольку растения отбираются и размножаются для получения высокой биомассы и высокой концентрации каучука, вполне возможно, что более урожайные растения могут иметь другие требования к розетке и корневой биомассе. В настоящей работе значения соотношения массы корней и содержания каучука и их корреляция соответствуют необходимому выходу урожая каучука с гектара как показано в работе Cornish с соавт. [17].

В итоге, добиться стабильного увеличения [18] урожайности кок-сагыза в Республике Казахстан возможно на основе внедрения адаптивных технологий возделывания [19]. Это позволит повысить качество выращенной продукции и их экономическую эффективность [18].

Выводы

В ходе выполнения данной работы были отобраны высокопродуктивные и раннеспелые формы кок-сагыза, 108 растений с массой корней от 30 до 41.9 грамм (с содержанием каучука в них $5.3 \pm 0.03\%$) – выбраны как самые большие корни для черенкования, с целью размножения ценных форм с большой массой корня и содержанием каучука.

Важнейшим хозяйственно-ценным признаком кок-сагыза является высокий выход биомассы и каучука. Корни исследованных форм кок-сагыза содержали большое количество натурального каучука в конце вегетативного сезона. Повышение урожайности биомассы может быть достигнуто селекцией высокоурожайных сортов и агрономическими мерами, улучшая, прежде всего, всхожесть семян и дальнейшее укоренение данного вида растения. Все параметры урожайности (биомасса, каучук) могут, увеличиваться, если провести работы по оптимизации расстояния между растениями. Расстояние между рядами можно уменьшить только при наличии подходящей технологии борьбы с сорняками. Кок-сагыз является кандидатом для выращивания как однолетней культуры, так как это будет рентабельным в промышленных масштабах. Многие аспекты, такие как будущая урожайность корней однолетних сортов кок-сагыза, цена на каучук одуванчика, доступные методы борьбы с сорняками и методы выращивания и сбора урожая, помимо максимальной урожайности каучука, влияют на решение того, выращивать ли кок-сагыз в течение одного или двух сезонов.

Благодарность

Исследования настоящей работы выполнены при финансовой поддержке Казахского национального аграрного исследовательского университета, г. Алматы, Республики Казахстан.

Список литературы

1. Мировое производство натурального каучука 2017. (<https://natural-rubber.ru>)
2. Кутузова С.Н., Брач Н.Б., Конькова Н.Г., Гаврилова В.А. Кок-сагыз – kok-saghyz (Asterceae, Compositae) – источник ценного растительного сырья для резиновой, пищевой и фармацевтической промышленности // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». 2015. Т.7 №4. – С.392-393.
3. Kreuzberger M., Hahn T., Zibek S., Schiemann J., Thiele K. Seasonal pattern of biomass and rubber and inulin of wild Russian dandelion (*Taraxacum koksaghyz* L. Rodin) under experimental field conditions // European Journal of Agronomy. 2016. V.80. – P. 66-77.

4. K. Cornish, Xie W., Kostyal D., Shintani D., Hamilton R.G. Immunological analysis of the alternate rubber crop *Taraxacum kok-saghyz* indicates multiple proteins cross-reactive with *Hevea brasiliensis* latex allergens // *Journal of Biotechnol Biomater.* 2015. 5 (4). – P. 2-6.
5. Luo Z., Iaffaldano B.J., Cornish K. Colchicine-induced polyploidy has the potential to improve rubber yield in *Taraxacum kok-saghyz* // *Industrial Crops and Products.* 2018. 112. – P.75-81.
6. Гаршин М.В., Картуха А.И., Кулуев Б.Р. Кок-сагыз особенности культивирования, перспективы возделывания и внедрения в современное производство // *Биомика.* 2016. Т. 8. № 4. – С. 323-333.
7. Америк А.Ю., Мартиросян Ю.Ц., Гачок И.В. Регуляция биосинтеза натурального каучука белками, ассоциированными с каучуковыми частицами // *Биорганическая химия.* 2018. Т.44. №2. – С.126-137.
8. Baitulin I., Uteulin K. Recommendations on the cultivation of agricultural technology domestic producer of rubber - *Taraxacum kok-saghyz* Rodin. // *Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.* 2015.V. 2. No. 354. – P.156-161.
9. Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. [Технология размножения кок-сагыза (*Taraxacum kok-saghyz*) в Казахстане]: Монография / Утеулин К.Р. [и др.] – М.: изд-во ФГБНУ «ВНИИ агрохимии». 2018. – Т.4. – 94 с.
10. Uteulin K.R., Bari G.T., Zheksenbai A. Dandelion kok-saghyz (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin L.) as one-year culture development under conditions of southern Kazakhstan // *Bulletin the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.* 2020.V.3. – P. 36-40.
11. Certificate. Author's certificate No. 641 is certified by Uteulin K.R., Zhambakin K.Zh., Rakhimbaev I.R. on the variety of "Saryzhaz" kok-saghyz of the Institute of Plant Biology and Biotechnology of the Science Committee, Ministry of Education and Science of Republic of Kazakhstan. 2017.
12. Eggert M., Schiemann J., Thiele K. «Yield performance of Russian dandelion transplants (*Taraxacum koksaghyz* L. Rodin) in flat bed and ridge cultivation with different planting densities» // *European Journal of Agronomy.* 2018.V93. – P 126-134.
- [13]. Shomaila S., Ujord V.C., Ezejid T.C., Rossingtona J.L., Michel Jr. F.C., McMahan C.M., Alic N., Cornish K. *Thermomyces lanuginosus* STm: A source of thermostable hydrolytic enzymes for novel application in extraction of high-quality natural rubber from *Taraxacum kok-saghyz* (Rubber dandelion) // *Industrial Crops and Products.* 2017. V.103. – P.161-168.
14. Погода и климат. – 2019. – (www.pogodaiklimat.ru).
15. Байдюсен А.А., Кушанова Р.Ж., Джатаев С.А., Жұбатқанов А.Ә. Изучение хозяйственно-ценных признаков сортообразцов ярового ячменя международной коллекции на адаптационную устойчивость к стрессовым ситуациям в условиях северного Казахстана // «Исследования, результаты» КазНАУ. 2020. №4(88). С.187.
16. Красавин В.Ф., Ертаева Б.А., Красавина В.К., Мошняков А.Н., Шарипова Д.С. Адаптирование к внедрению зарубежных высокопродуктивных сортов картофеля на Юго-Востоке Казахстана // «Исследования, результаты» КазНАУ. 2020. №4(88). – С.248.
17. Cornish K., Kopicky S.L., McNulty K.S, Amstutz N., Chanon A.M., Walker S., Kleinhenz M.D., Miller A.R., Streeter J.G. Temporal diversity of *Taraxacum kok-saghyz* plants reveals high rubber yield phenotypes // *Biodiversitas Journal of Biological Diversity.* 2016. 17(2). – P. 847-856.
18. Толенди А.Е., Керимова У.К. Анализ современного состояния рынка продукции растениеводства Республики Казахстан // «Исследования, результаты» КазНАУ. 2017. №2 (74). – С.305.
19. Насиев Б.Н., Жанаталапов Н.Ж. Изучение элементов адаптивной технологии возделывания суданской травы в Западном Казахстане // «Исследования, результаты» КазНАУ. 2020. - №2(86). – С. 273-278.

References

1. Mirovoye proizvodstvo natural'nogo kauchuka 2017. (<https://natural-rubber.ru>)
2. Kutuzova S.N., Brach N.B., Kon'kova N.G., Gavrilova V.A. Kok-saghyz – kok-saghyz (Asterceae, Compositae) – istochnik tsennogo rastitel'nogo syr'ya dlya rezinovoy, pishchevoy i farmatsevticheskoy promyshlennosti // Mezhdistsiplinarnyy nauchnyy i prikladnoy zhurnal «Biosfera». 2015. T.7 №4. – S.392-393.
3. Kreuzberger M., Hahn T., Zibek S., Schiemann J., Thiele K. Seasonal pattern of biomass and rubber and inulin of wild Russian dandelion (*Taraxacum koksaghyz* L. Rodin) under experimental field conditions // European Journal of Agronomy. 2016. V.80. – P. 66-77.
4. K. Cornish, Xie W., Kostyal D., Shintani D., Hamilton R.G. Immunological analysis of the alternate rubber crop *Taraxacum kok-saghyz* indicates multiple proteins cross-reactive with *Hevea brasiliensis* latex allergens // Journal of Biotechnol Biomater. 2015. 5 (4). – P. 2-6.
5. Luo Z., Iaffaldano B.J., Cornish K. Colchicine-induced polyploidy has the potential to improve rubber yield in *Taraxacum kok-saghyz* // Industrial Crops and Products. 2018. 112. – P.75-81.
6. Garshin M.V., Kartukha A.I., Kuluyev B.R. Kok-saghyz osobennosti kul'tivirovaniya, perspektivy vozdeleyvaniya i vnedreniya v sovremennoye proizvodstvo // Biomika. 2016. T. 8. № 4. – S. 323-333.
7. Amerik A.Yu., Martirosyan Yu.Ts., Gachok I.V. Regulyatsiya biosinteza natural'nogo kauchuka belkami, assotsiirovannymi s kauchukovymi chastitsami // Biorganicheskaya khimiya. 2018. T.44. №2. – S.126-137.
8. Baitulin I., Uteulin K. Recommendations on the cultivation of agricultural technology domestic producer of rubber - *Taraxacum kok-saghyz* Rodin. // Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. 2015.V. 2. No. 354. – P.156-161.
9. Novyye metody i rezul'taty issledovaniy landshaftov v Yevrope, Tsentral'noy Azii i Sibiri. [Tekhnologiya razmnozheniya kok-saghyza (*Taraxacum kok-saghyz*) v Kazakhstane]: Monografiya / Uteulin K.R. [i dr.] – M.: izd-vo FGBNU «VNII agrokhimii». 2018. – T.4. – 94 s.
10. Uteulin K.R., Bari G.T., Zheksenbai A. Dandelion kok-saghyz (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin L.) as one-year culture development under conditions of southern Kazakhstan // Bulletin the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. 2020.V.3. – P. 36-40.
11. Certificate. Author's certificate No. 641 is certified by Uteulin K.R., Zhambakin K.Zh., Rakhimbaev I.R. on the variety of «Saryzhaz» kok-saghyz of the Institute of Plant Biology and Biotechnology of the Science Committee, Ministry of Education and Science of Republic of Kazakhstan. 2017.
12. Eggert M., Schiemann J., Thiele K. «Yield performance of Russian dandelion transplants (*Taraxacum koksaghyz* L. Rodin) in flat bed and ridge cultivation with different planting densities» // European Journal of Agronomy. 2018. V93. – P 126-134.
13. Shomaila S., Ujord V.C., Ezejid T.C., Rossingtona J.L., Michel Jr. F.C., McMahan C.M., Alic N., Cornish K. *Thermomyces lanuginosus* STm: A source of thermostable hydrolytic enzymes for novel application in extraction of high-quality natural rubber from *Taraxacum kok-saghyz* (Rubber dandelion) // Industrial Crops and Products. 2017. V.103. – P. 161-168.
14. Pogoda i klimat. – 2019. – (www.pogodaiklimat.ru).
15. Baydyusen A.A., Kushanova R.Zh., Dzhatayev S.A., Zhubatkanov A.A. Izucheniye khozyaystvenno-tsennykh priznakov sortoobraztsov yarovogo yachmenya mezhdunarodnoy kollektzii na adaptatsionnuyu ustoychivost' k stressovym situatsiyam v usloviyakh severnogo Kazakhstana // «Issledovaniya, rezul'taty» KazNAU. 2020. №4(88). S.187.
16. Krasavin V.F., Yertayeva B.A., Krasavina V.K., Moshnyakov A.N., Sharipova D.S. Adaptirovaniye k vnedreniyu zarubezhnykh vysokoproduktivnykh sortov kartofelya na Yugo-Vostoke Kazakhstana // «Issledovaniya, rezul'taty», KazNAU. 2020. №4(88). – s. 248.
17. Cornish K., Kopicky S.L., McNulty K.S, Amstutz N., Chanon A.M., Walker S., Kleinhenz M.D., Miller A.R., Streeter J.G. Temporal diversity of *Taraxacum kok-saghyz* plants reveals high rubber yield phenotypes // Biodiversitas Journal of Biological Diversity. 2016. 17(2). – P. 847-856.

18. Tolendi A.Ye., Kerimova U.K. Analiz sovremennogo sostoyaniya rynka produktsii rasteniyevodstva Respubliki Kazakhstan // «Issledovaniya, rezul'taty», KazNAU. 2017. №2 (74). – S.305.

19. Nasiyev B.N., Zhanatalapov N.ZH. Izucheniye elementov adaptivnoy tekhnologii voz-delyvaniya sudanskoй travy v Zapadnom Kazakhstane // «Issledovaniya, rezul'taty» KazNAU. 2020. - №2(86). – S. 273-278.

Бари Г.Т.¹, Утеулин К.Р.², Кулуев Б.Р.*³, Жанбырбаев Е.А.¹

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

²Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институты ФК БФМ ҚР, Алматы, Қазақстан

³Биохимия и генетика институты Уфа федералды зерттеу орталығы, Уфа, Ресей
*baracuda.co@mail.ru

ТАБИҒИ КАУЧУК КӨЗІ КӨК-САҒЫЗ БАҚБАҒЫНЫҢ (*TARAXACUM KOK-SAGHYZ* RODIN) ЭСПЕРИМЕНТТІ АЛҚАП ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ЖОҒАРЫ ӨНІМДІ ЖӘНЕ ЕРТЕ ЖЕТІЛЕТІН ФОРМАЛАРЫН ІРІКТЕУ

Аңдатпа

Әлемдегі өнеркәсіп өндірісінде табиғи каучук сұранысы зор және ұлғайып келеді. Табиғи каучук – резеңке өнеркәсібінде маңызды шикізат, аяқ киім, киім, хирургиялық қолғап, ұшақтардың шиналары мен автошина және басқа да бұйым өндіруде қолданылады. Әлем нарығының каучук көзі Оңтүстік-Шығыс Азияның тропик белдеуінде өсетін тропикалық гивея ағашының плантациялары (*Hevea brasiliensis* L.) болып табылады. Алайда, әлем нарығында табиғи каучуктың сұранысы мен оның жеткізіліміне байланысты жоғары сапалы табиғи каучук көзі – қазақстандық бақбақ көк-сағыз (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin) қосымша дақыл ретінде енгізілуі жалпыға мәлім. Тропикалық гивея өсе алмайтын қоңыржай климаты белдеуінде көк-сағызды дақыл ретінде енгізуге болады. Қазақстанның Оңтүстігі мен Оңтүстік-Шығысында аумақтарында егіп және тамыр мен каучук өнімін бірінші жылы жинап алу үшін ерте жетілетін көк-сағыздың сұрыбы Қазақстанға қажет. Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институтымен (Алматы) шығарылған жасанды экологиялық икемді популяциясы ерте жетілетін көк-сағыз сұрыбын жасау үшін бастапқы материал бола алады. Осылайша, 2019 жылы экспериментті алқап жағдайда ең ірі тамырлар (30-дан 41,4 граммға дейін) және каучуктың жоғарғы мөлшері (кұрғақ тамыр салмағы есебінде 22.4%-ға дейін) көк-сағыз үлгілерінің 514 егілген өсімдіктерінен 105 өсімдік іріктеп алынды.

Кілт сөздер: көк-сағыз, табиғи каучук, каучук мөлшері, экстракция, жоғары өнімді үлгілер, ірі тамырлар, құрғақ тамырлар.