



ГИДРОПОННОЕ И АЭРОПОННОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ ОДУВАНЧИКА *TARAXACUM KOK-SAGHYZ* Rodin

Кулуев Б.Р.^{1,2}, Бережнева З.А.¹, Чемерис А.В.¹

¹Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра Российской академии наук, kuluev@bk.ru

²Башкирский государственный университет

Резюме

Кок-сагыз (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin) является альтернативным гевее бразильской источником натурального каучука. Однако возделывание кок-сагыза в полевых условиях связано с рядом проблем, часть из которых может быть преодолена путем использования гидропонных и аэропонных способов его выращивания. Данная статья посвящена описанию экспериментальной работы по испытанию методов выращивания кок-сагыза в условиях гидропоники и аэропоники с использованием питательной среды Мурасиге-Скуга (1/3 концентрации) и 1% раствора Хогланда-Арнона. На гидропонике при использовании среды Мурасиге-Скуга у кок-сагыза образовывались короткие и массивные корни, тогда как в растворе Хогланда-Арнона вырастали длинные и тонкие корни. Достоверных различий в параметрах роста корней при выращивании на гидропонике и аэропонике не выявлялось. Таким образом, нами испытаны гидропонный и аэропонный способы выращивания кок-сагыза и показано, что эти методы могут стать альтернативой возделыванию этого растения на полях.

Ключевые слова: кок-сагыз, *Taraxacum kok-saghyz*, одуванчик, натуральный каучук, аэропоника, гидропоника

Введение

Кок-сагыз (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin) – многолетнее травянистое растение семейства сложноцветных, внешне похожее на широко распространенное в Евразии растение – одуванчик полевой (*Taraxacum officinale* Weber). Одним из важнейших хозяйственно-ценных признаков кок-сагыза является накопление натурального каучука в корнях, в связи с чем он широко культивировался в СССР и некоторых других странах в 30-40-е гг. XX-го века [Половенко и др., 1950]. Несмотря на широкое распространение синтетического каучука, натуральный каучук и сегодня остается незаменимым во многих областях, например, в производстве шин для грузовиков, самолетов, спортивных автомобилей, а также при изготовлении высококачественных зимних шин [Кулуев и др., 2015; Гаршин и др., 2016]. Каучук из кок-сагыза по свойствам не уступает каучуку из гевеи, по некоторым параметрам даже его превосходит. Помимо каучука кок-сагыз содержит в своих корнях и другой ценный продукт – инулин, который

используется в качестве пребиотика и для промышленного получения фруктозы [Филиппов и др., 1948; Половенко и др., 1950; Гаршин и др., 2016].

Выращивание кок-сагыза в полевых условиях связано с рядом проблем, такими как негативное влияние сорняков и вредителей, а также проблемы со сбором семян и корней [Половенко и др., 1950]. Один из способов избежать некоторых трудностей с возделыванием кок-сагыза в полевых условиях – это его гидропонное или аэропонное выращивание. Преимуществами этих технологий являются возможность круглогодичного выращивания, независимость от погодных условий, быстрота роста, отсутствие сорняков и вредителей, удобство в уборке урожая, кроме того, отпадает необходимость предварительной очистки корней.

Гидропоника – это способ выращивания растений без почвы, при котором культура получает из водного раствора все необходимые питательные вещества в нужных количествах и точных пропорциях, что почти невозможно осуществить при

почвенном выращивании [Гребнева, 2011]. Применение гидропонного способа выращивания в сельском хозяйстве дает более быструю окупаемость вложенных затрат. Аэропоника имеет сходство с гидропоникой, однако основной принцип такого способа выращивания растений — это распыление аэрозолем в закрытых или полужакрытых средах питательного, богатого минеральными веществами, водного раствора. Само растение закрепляется опорной системой, а корни просто висят в воздухе, орошаемые питательным раствором. Смесь подается к корням непрерывно или через короткие промежутки времени так, чтобы корни не успевали высохнуть. Листья и ствол растения изолированы от зоны распыления. При таком подходе среда остаётся свободной от вредителей и болезней, связанных с почвой, а значит растения могут расти здоровыми и быстрее, чем растения, выращиваемые в почве. Использование аэроponики позволяет создавать полностью автоматические системы выращивания растений, которые значительно проще систем с использованием субстрата. Кроме того гидро- и аэропоника позволяют эффективно управлять накоплением вторичных метаболитов. При использовании данных технологий можно за один год наработать биомассу в несколько раз больше, чем при выращивании традиционными методами. Гидро- и/или аэропонное выращивание кок-сагыза позволяет также избежать возможный экологический вред от его переопыления и распространения семян в агроэкосистемах, что позволяет использовать в таких условиях трансгенные сорта этого растения с повышенной продуктивностью и устойчивостью к гербицидам и вредителям.

Целью данной работы было испытание гидропонного и аэропонного способов выращивания кок-сагыза и оценка роста корней и побегов в этих условиях.

Материалы и методы

Зрелые семянки *T. kok-saghyz* были получены из коллекции ботанического сада университета г. Бонн (Германия) и затем размножены на опытном участке Института биохимии и генетики Уфимского научного центра РАН. Семянки кок-сагыза промывали водой с детергентом (Твин 20), ополаскивали дистиллированной водой и оставляли в воде до полного набухания (2 часа). Затем их переносили в чашки Петри с фильтровальной бумагой, смоченной жидкой средой с половинной концентрацией солей Мурасиге-Скуга (МС). Чашки Петри выдерживали при +5°C в течение трех суток для стратификации семян и затем перемещали в климатическую камеру. Проросшие на фильтровальной бумаге 20-ти дневные сеянцы кок-сагыза переносили на

самодельную гидропонную установку, представляющую собой темный пластиковый пятилитровый контейнер с лунками для растений диаметром 8 мм. Контейнеры с питательным раствором дополнительно закрывали фольгой для предотвращения роста водорослей. Растения выращивали на двух вариантах питательных растворов, содержащих 1/3 концентрации солей Мурасиге-Скуга (МС) или 1% раствор Хогланда-Арнона (Х-А). Сокращенно данные питательные растворы называли “среда МС” и “среда Х-А”. Для улучшения аэрации корней использовали непрерывно работающий стандартный аквариумный насос. Питательный раствор меняли через каждые 10 дней, растения выращивали в течение 20 и 40 дней под люминесцентными лампами при температуре +25°C, фотопериоде (освещение/темнота) – 16/8 часов, плотности потока фотонов 100 мкМ м⁻² сек⁻¹. Таким образом, для анализа использовались растения росшие в целом 40 и 60 дней. Десять проростков пророщенных в течение 10 дней в условиях гидроponики переносили в аэропонную установку AeroFarm 8 фирмы GHE (Франция), содержащую 10 литров 1% раствора Хогланда-Арнона (Х-А). Необходимо отметить, что 20-ти дневные проростки кок-сагыза были слишком маленькими для аэропонной установки, и именно из-за этого их приходилось предварительно проращивать в гидропонной установке. В условиях аэроponики кок-сагыз выращивали в течение 40 дней используя только один вариант питательной среды, а именно среду Х-А. Остальные условия аэропонного выращивания не отличались от таковых при гидропонном выращивании. Таким образом, для анализа использовались растения росшие в целом 70 дней, и это время на 10 дней больше, чем у растений росших на гидропонике. Такой дополнительный промежуток времени был добавлен нами с учетом адаптационного периода при переходе с гидроponики к аэропонике, который обычно занимал до 10 дней. То есть растения кок-сагыза начинали активно расти только через 10 дней после переноса с гидроponики на аэроponику. Питательную среду Х-А в аэропонной установке заменяли через каждые 10 дней.

Морфометрический анализ заключался в измерении длины корней, сырой массы корней и сырой массы побега. На гидропонике выборка составила 20 растений для каждого варианта питательной среды, а на аэропонике – 10. Результаты исследований представляли в виде гистограмм со средними значениями выборки. Барами обозначали стандартную ошибку среднего. Достоверность различий во всех экспериментах оценивали при помощи *U*-критерия Манна-Уитни.

Результаты и их обсуждение

Для выращивания в гидропонных условиях были отобраны проростки, имеющие примерно одинаковую длину корней – около 2 см. Первый опыт по гидропонике проводился в течение 20 дней. При окончании этого времени проводили измерение длины корней, сырой массы корней и сырой массы побега. По длине корней достоверных различий между растениями при выращивании на средах МС и Х-А не обнаружилось (рис. 1а). В обоих случаях длина корней за 20 дней увеличилась более чем в два раза. По сырой массе корней достоверных различий также не было (рис. 1б). В то же время побеги кок-сагыза росли гораздо лучше на среде МС. Сырая масса побега при выращивании на среде МС была больше в среднем в 1,5 раза, чем при выращивании на среде Х-А (рис. 1в). Визуально листья растений росших на среде МС были темно-зеленого цвета, в отличие от кок-сагызов, росших на среде Х-А, листья которых были светло-зеленого цвета.

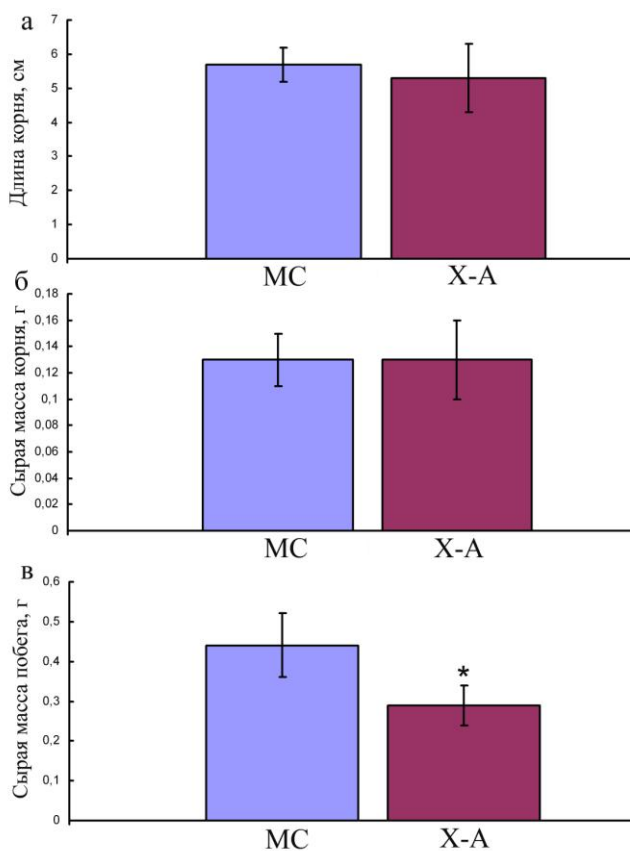


Рис. 1. Морфометрические параметры кок-сагыза при выращивании в гидропонных условиях на питательных средах Мурасиге-Скуга (МС) и Хогланда-Арнона (Х-А) в течение 20 дней. n = 20. * - p<0.01.

Следующий эксперимент проводили при тех же условиях гидропоники, однако время вегетации увеличили в два раза, и оно составило 40 дней. При выращивании на среде Х-А у кок-сагыза корни были длиннее, чем при использовании среды МС примерно в два раза (рис. 2а; 3а, в). Однако сырая масса корней была больше при выращивании на среде МС примерно в 1,8 раза, чем при использовании среды Х-А (рис. 2б). К тому же визуально корни кок-сагыза на среде МС были более ветвистыми и массивными. При этом в обоих случаях выделялся относительно крупный главный корень (рис. 3а, в). Побеги росли лучше при выращивании на среде МС, так как по сырой массе они были больше, чем при использовании Х-А примерно в 1,4 раза (рис. 2в; 3б, г). При этом листья кок-сагызов при выращивании на среде МС были темно-зеленого цвета, а на среде Х-А листья были светло-зеленого цвета (рис. 3б, г).

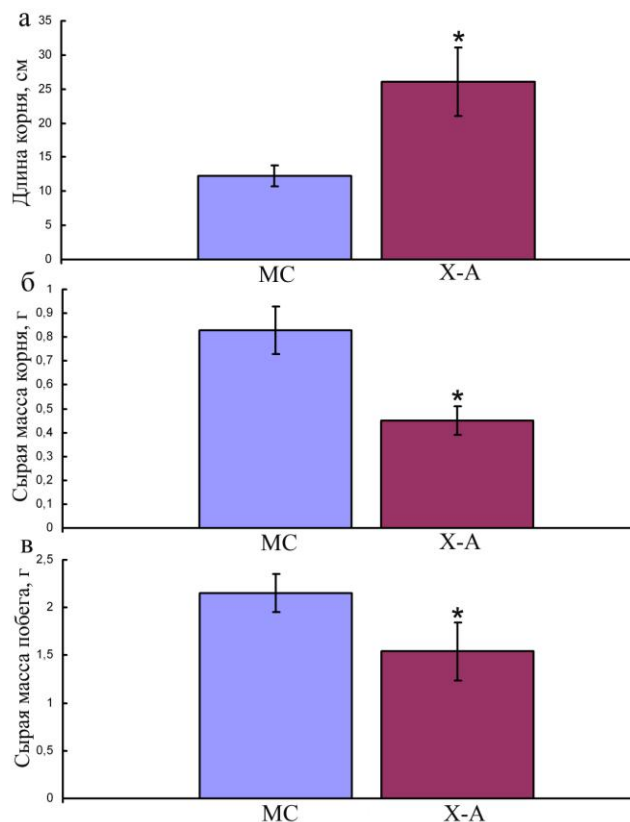


Рис. 2. Морфометрические параметры кок-сагыза при выращивании в гидропонных условиях на питательных средах Мурасиге-Скуга (МС) и Хогланда-Арнона (Х-А) в течение 40 дней. n = 20. * - p<0.01.

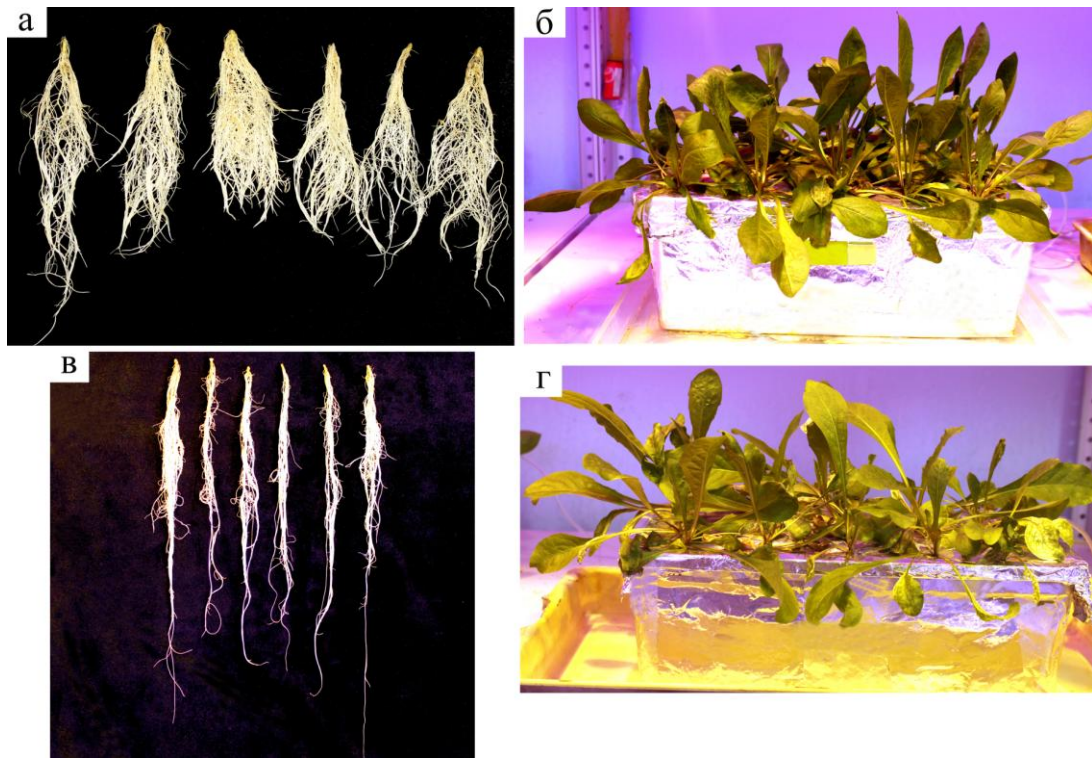


Рис. 3. Внешний вид растений кок-сагыза, росших в условиях гидропоники в течение 40 дней: а – корни кок-сагыза через 40 дней выращивания на среде МС; б – побеги кок-сагыза через 40 дней выращивания на среде МС; в - корни кок-сагыза через 40 дней выращивания на среде X-A; г – побеги кок-сагыза через 40 дней выращивания на среде X-A. Полный возраст растений - 60 дней.

По нашим наблюдениям, при выращивании табака и томата в аэропных условиях их корни растут гораздо быстрее, чем в гидропоники при использовании одной и той же питательной среды. Исходя из этого, мы предположили, что корни кок-сагыза также могут расти быстрее на аэропоники. Для эксперимента по аэропному выращиванию брали молодые растения кок-сагыза росшие на среде X-A в условиях гидропоники в течение 10 дней и переносили их на аэропную установку. Через 40 дней выращивания кок-сагыза на аэропоники проводили их морфометрический анализ. Длина корней в среднем составила $27,8 \pm 1,2$ см. Таким образом, корни кок-сагыза при выращивании в условиях гидропоники и аэропоники по длине достоверно не различались. Сырая масса корней при выращивании на аэропоники в среднем составила $0,5 \pm 0,06$ г и по данному показателю также не выявлено достоверных различий с растениями, росшими на гидропоники со средой X-A. В то же время аэропные растения кок-сагыза набирали большую сырую массу побегов, чем гидропные растения. Средняя масса побегов составила $3,38 \pm 0,11$ г, что примерно в 2 раза больше, чем в условиях гидропоники на среде X-A.

Внешний вид нескольких растений, росших в условиях аэропоники представлен на рисунке 4.



Рис. 4. Внешний вид растений кок-сагыза росших в условиях аэропоники на среде X-A в течение 40 дней. Полный возраст растений – 70 дней.

По цвету листьев растения кок-сагыза росшие на гидропонике и аэропоники в одной и той же питательной среде не различались. То есть при использовании среды Х-А у кок-сагыза листья были светло-зелеными. Также у всех растений имелся четко различимый главный корень (рис.4).

Количественную оценку накопления непосредственно каучука в исследуемых растениях мы не проводили. Однако по нашей визуальной оценке при использовании среды Х-А образуется больше латекса, содержащего натуральный каучук. При выращивании на среде Х-А в гидропонных условиях у кок-сагыза образовывались более длинные, но менее массивные корни. В целом, на среде Х-А кок-сагыз рос хуже, однако, по всей видимости, накапливал больше натурального каучука. При этом необходимо иметь ввиду, что такое суждение основано лишь на нашей субъективной оценке и для подтверждения этих предположений необходимы дополнительные исследования. Нам не удалось выявить достоверных различий в параметрах роста корней у кок-сагыза при выращивании в условиях гидропоники и аэропоники. Однако побеги кок-сагыза росли лучше в условиях аэропоники. Вероятнее всего нам пока не удалось оптимизировать условия выращивания кок-сагыза на аэропоники. Дело в том, что в случае с другими растениями, например табаком, нами были получены отличающиеся результаты. Сырая масса корней табака в условиях аэропоники была в среднем в 4 раза больше, чем масса корней табака выращенного на гидропонике за тот же период времени.

Таким образом, нами испытаны гидропонный и аэропонный способы выращивания кок-сагыза и показано, что эти методы могут стать альтернативой возделыванию кок-сагыза на полях. В дальнейшем существует необходимость оптимизации аэропонного выращивания кок-сагыза и проведения сравнительного анализа содержания каучука при использовании разных питательных сред и условий произрастания.

Литература

1. Гаршин М.В., Картуха А.И., Кулуев Б.Р. Кок-сагыз: особенности культивирования, перспективы возделывания и внедрения в современное производство // Биомика. 2016. № 4. С. 323-333.
2. Гребнева А.Н. Гидропонный способ выращивания растений // Вестник ИрГСХА. 2011. № 45. С. 10-14.
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. Натуральный каучук, его источники и составные части // Биомика. 2015. №4. С. 224-283.
4. Половенко И.С., Филиппов Д.И., Правдин Ф.Н., Фурман Л.М. Кок-сагыз. Москва: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. 1950. 167 с.
5. Филиппов Д.И., Ничипорович А.А., Аксельрод Д.М. Культура каучуконосов в СССР. Москва: ОГИЗ-Сельхозгиз. 1948. 359 с.

HYDROPONIC AND AEROPONIC GROWING OF RUSSIAN DANDELION *Taraxacum kok-saghyz* Rodin

Kuluev B.R., Berezhneva Z.A., Chemeris A.V.

Institute of Biochemistry and Genetics of Ufa Scientific Center of RAS, Ufa, kuluev@bk.ru

Kok-saghyz (*Taraxacum kok-saghyz* Rodin) is an alternative source of natural rubber. However, the cultivation of kok-saghyz in the field is associated with a number of problems, some of which can be overcome by using hydroponics or aeroponics. This article is devoted to the description of the experimental work on testing methods for growing kok-saghyz in conditions of hydroponics and aeroponics using Murashige and Skoog medium (1/3 concentration), and 1% Hoagland and Arnon solution. On hydroponics, kok-saghyz grew better on the Murashige and Skoog medium. In the solution of Murashige and Skoog medium, short and massive roots formed, while long and thin roots grew in the Hoagland and Arnon solution. There were no significant differences in the parameters of root growth when grown on hydroponics and aeroponics. Thus, we have tested hydroponic and aeroponic methods of cultivation of kok-saghyz and it is shown that these methods can become an alternative to cultivating this plant in the fields.

Keywords: Russian dandelion, kok-saghyz, *Taraxacum kok-saghyz*, natural rubber, aeroponics, hydroponics