

С. 124–132. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-124-132>

- 2 Стогниенко О.И., Мелькумова Е.А., Корниенко А.В. Церкоспороз сахарной свеклы и методы снижения его вредоносности. Воронеж: ООО «Антарес», 2016. 170 с.
- 3 Буренин В.И. К проблеме церкоспороустойчивости сахарной свеклы (задачи селекции и исходный материал) // Сахарная свекла. 2018. № 10. С. 2–5.
- 4 Глазунова Н.Н., Безгина Ю.А., Мазницына Л.В., Шарипова О.В. Системы защиты основных полевых культур юга России. Справочное и учебное пособие для студентов агрономического факультета и факультета защиты растений. Ставрополь: Параграф, 2013. 184 с.

DOI 10.18699/GPB2024-23

Гуар в Российской Федерации: попытка осмысления полученного опыта

Вишнякова М.А.^{1}, д.б.н., гл. н.с.; Шаухаров Р.А.^{1,2}, специалист; Гурина А.К.^{1,3}, магистр; Кочерина Н.В.^{1,4}, к.техн.н., с.н.с.; Дзюбенко Е.А.¹, с.н.с.; Черевацкая М.А.^{1,3}, к.х.н., н.с.; Фролова Н.В.⁵, к.б.н., с.н.с.; Фролов А.А.⁵ д.б.н., в.н.с.*

¹*Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), Санкт-Петербург, Россия*

²*Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), филиал Волгоградская опытная станция, Волгоград, Россия*

³*Санкт-Петербургский Государственный Университет, Кафедра Физиологии и Биохимии Растений, Санкт-Петербург, Россия*

⁴*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Агрофизический научно-исследовательский институт (АФИ), Санкт-Петербург, Россия*

⁵*Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Лаборатория Аналитической Биохимии и Биотехнологии, Москва, Россия*

**email: m.vishnyakova.vir@gmail.com*

В условиях закрытого грунта на Волгоградской опытной станции ВИР в 2023 г. проведено фенотипирование и физиологический скрининг 50 образцов гуара из коллекции ВИР на поливе (П) и после его прекращения через два месяца после посева – засухе (З). Проанализировано 10 признаков структуры семенной продуктивности растений на З и П. Выявлено три группы образцов: с максимальной продуктивностью на З (толерантные к стрессору), с минимальной в этих условиях (не устойчивые к стрессору), и высоко продуктивные на обоих режимах. Полиморфизм выборки по отношению к режиму орошения следует учитывать при производстве гуара в разных эколого-климатических условиях.

Ключевые слова: гуар, засуха, полив, фенотипирование.

**Guar in the Russian Federation:
an attempt to conceptualize the experience acquired**

Vishnyakova M.A.^{1}, Shaukharov R.A.^{1,2}, Gurina A.K.^{1,3}, Kocherina N.V.^{1,4}, Dzyubenko E.A.¹, Cherevatskaya M.A.^{1,3}, Frolova N.V.⁵, Frolov A.A.⁵*

¹*Federal Research Centre N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St. Petersburg, Russia*

²*Federal Research Centre N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), Volgograd Branch, Experimental Station, Volgograd, Russia*

³*St. Petersburg State University, Department of Physiology and Biochemistry of Plants, St. Petersburg, Russia*

⁴*Federal State Budgetary Scientific Institution Agrophysical Research Institute (AFI), St. Petersburg, Russia*

⁵*K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology, Russian Academy of Sciences, Laboratory of Analytical Biochemistry and Biotechnology, Moscow, Russia*

**email: m.vishnyakova.vir@gmail.com*

Phenotyping and physiological screening of 50 samples of guar from the collection of Federal Research Centre N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR) under irrigation and after its cessation two months after sowing – drought were carried out in the conditions of closed ground at the Volgograd Experimental Station of VIR in 2023. 10 traits of the structure of seed productivity structure of plants on drought and irrigation were analyzed. Three groups of samples were identified: with maximum productivity on drought (tolerant to stressor), with minimum in these conditions (not resistant to stressor), and highly productive on both regimes. Polymorphism of the sample in relation to irrigation regime should be considered in guar production in different ecological and climatic conditions.

Key words: guar, drought, irrigation, phenotyping.

Гуар (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub) – однолетняя зернобобовая сельскохозяйственная культура – новый интродуцент в РФ. Наиболее актуальное использование этого растения многофункционального назначения – в качестве источника камеди, которая находит применение в газонефтяной, бумажной, текстильной, фармацевтической, пищевой и др. отраслях промышленности [1, 2]. Производственный ареал гуара ограничен преимущественно Индией, Пакистаном, тропическими районами США, Австралии, Бразилии и некоторых стран Африки. В силу глобальных климатических изменений и успехов селекции культуры появились сорта, агрономический ареал которых продвинулся к северу. Зависимость от импортной камеди побудила российских ученых и аграриев к активным действиям по интродукции гуара в Россию. Это послужило импульсом мобилизации нового материала в коллекцию ВИР, и инициировало исследования культуры.

Гуар считается умеренно засухоустойчивой и жаростойкой культурой. Однако представление о засухоустойчивости гуара входит в некоторое противоречие с данными, полученными учеными разных стран. Известно, что на родине вида в Индии – ведущего производителя и экспортера семян гуара его выращивают в разных эколого-географических нишах на поливе и без полива [3]. Эколого-географические опыты возделывания гуара в РФ показали, что при оптимальном влагообеспечении семенная продуктивность, выход и вязкость камеди культуры увеличиваются многократно [4]. Необходимо понять механизмы засухоустойчивости растений для оптимизации режимов их выращивания и определения эффективности водопользования с последующей рекомендацией для вовлечения в российскую селекцию наиболее перспективных генотипов. С этой целью инициировано данное исследование. Создана выборка из 50 образцов *C. tetragonoloba* из коллекции ВИР по принципу максимальной репрезентативности генофонда культуры. Полевое фенотипирование осуществляли летом 2023 г. на Волгоградской опытной станции ВИР. Экспериментальное поле разделили на две равные части: контроль-полив (П) и опыт-искусственная засуха (З), на каждой высевали один и тот же набор из 50 образцов. Над полем был создан тент из полиэтилена для избежания попадания естественных осадков. Посев осуществляли 28 апреля, уборку – 25–27 сентября. Сумма активных температур выше 10 °С за время вегетации гуара составила 3286 °С. За это время выпало 106,4 мм осадков. Отметим, что нормой для культуры считают 3500 °С и 350–500 мм за вегетационный период [5]. Применяли точечный капельный полив. Объем воды для каждого растения был рассчитан согласно принципам капельного орошения и давления, и составлял около 0,8 л/ч x раз в неделю в течение 5 часов. Полив всего массива продолжали до полного образования последнего боба в нижних кистях, что произошло в среднем 27 июня. После этого на опытной половине поля (З) полив прекратили и больше не возобновляли. Во время уборки осуществляли анализ структуры семенной продуктивности: осуществляли измерения 5–7 растений по 10 хозяйственно ценным признакам (стебель – длина, число ветвей, число узлов со зрелыми бобами, число узлов с незрелыми бобами; число бобов в узле; масса зрелых бобов с растения; длина боба; число семян в бобе; масса семян с растения; масса 1000 семян). По всем фенотипическим признакам были вычислены описательные статистики, осуществлено сравнение признаков структуры урожая с помощью дисперсионного анализа. Статистические расчеты проводили с применением программы STATISTICA v.10. Физиологический скрининг изучаемой выборки включал измерения устьичной проводимости ($\text{ммоль}/(\text{м}^2 \text{ с})$), максимального квантового выхода фотосистемы II (F_v/F_m), содержания хлорофилла в листьях ($\text{мг} \cdot \text{с}^{-2}$) при помощи порометра (SC-1 Leaf Porometer), импульсного флуориметра (MINI-PAM-II

Walz), хлорофиллометра (atLEAF CHL PLUS). Растения были протестированы по динамике стресс-ответа на физиологическом уровне на 60-й день после посева и на 14-й день после приложения засухи.

Основным результатом фенотипирования стал факт того, что в целом средние значения основных признаков продуктивности образцов гуара выше при засухе, чем при поливе, в частности по общему числу узлов и числу зрелых узлов на растении, массе зрелых бобов с растения, массе созревших семян с растения и массе 1000 семян. Достоверность отличий образцов по каждому признаку определяли с помощью НСР (наименьшей существенной разницы) при уровне значимости $p < 0.05$. Если $|\bar{x}_1 - \bar{x}_2| \geq \text{НСР}_{0,05}$, где $\bar{x}_1$, $\bar{x}_2$ – средние значения признака двух сравниваемых образцов, то образцы считаются статистически различны. Выявлены признаки с разной степенью изменчивости на П и З. Признаки, показывающие в обоих режимах – П и З – вариабельность средней степени: высота растения, длина боба, число семян в бобе и масса 1000 семян детерминируются в основном генотипом образца, условия среды на них влияют слабо. Двухфакторный анализ данных показал, что все признаки достоверно варьируют по образцам, по условиям режима выращивания и по межфакторному взаимодействию. Однако у признаков «число ветвей», «число бобов в узле», «число невызревших узлов» и «масса созревших семян с растения» нет достоверной изменчивости между выращиванием в условиях полива или в условиях засухи ($p \leq 0.05$). Выявлены образцы с максимальной (до $35,1 \pm 9,16$ г/растение, к-52938) и минимальной семенной продуктивностью на режиме засухи (не более $7,0 \pm 5,80$ г/растение, к-52581). Первые мы считаем толерантными к стрессору засухи, вторые – не устойчивыми. Выявлены образцы, высоко продуктивные на обоих режимах. Некоторые из них на поливе (к-52904, J.C.8926 и к-52924 местный из Индии) формировали продуктивность, сравнимую с максимальной на засухе. Другие снижали продуктивность в условиях полива, но незначительно (к-52891, Suvti, Индия и к-52920, местный из Австралии). Эти образцы можно назвать образцами с широкой адаптацией к условиям увлажнения. Общий вывод, сделанный по средним значениям признаков продуктивности всей выборки: использованный в нашем опыте режим полива оказался для большинства изученных образцов избыточным. Максимально непригодными для производства гуара в условиях излишнего влагообеспечения следует считать образцы с минимальной семенной продуктивностью, выращенные в режиме полива. Многие растения в этой группе образцов практически не завязали семена.

По результатам совокупности данных фенотипирования и физиологического анализа наиболее устойчивыми к засухе оказались образцы с максимальной продуктивностью в режиме З: к- 52938 (J.C.3118) и к-52891 (Suvti) из Индии

и не устойчивыми – с минимальной продуктивностью в режиме З: к-52854 – местный из Индии и к-52742 сорт Кубанский юбилейный из России. Индийский сорт Suvti можно считать сортом широкой адаптации. Таким образом, для использования в производственных посевах в РФ или для привлечения в российскую селекцию культуры гуара необходим скрининг достаточно большого набора образцов из коллекции ВИР для поиска наиболее адаптированных к условиям регионов культивирования.

Проведенный эксперимент выявил необходимость наряду с намеченными нами ранее в рамках проекта задачами (анализ изменения посевных качеств семян у контрастных по отношению к засухе образцов, их биохимического состава, в том числе выхода и качества камеди, паттернов первичных и вторичных метаболитов в семенах и др.), поставить дополнительные, в частности, определение оптимальной нормы подачи воды на насаждения гуара и выявление морфотипов растений (высота, число ветвей, число узлов) минимально подверженных воздействию стрессора засухи в данных условиях.

Финансирование: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 23-16-00195.

Список литературы

- 1 Mudgil D., Barak, S., Khatkar B.S. Guar Gum: Processing, Properties and Food Applications - A Review. Journal of Food Science and Technology. 2014, 51:409-418 (doi:10.1007/s13197-011-0522-x).
- 2 Hasan M.A., Abdel-Raouf M.E. Applications of guar gum and its derivatives in petroleum industry: A review. Egyptian Journal of Petroleum. 2018, 27(4):1043-1050 (doi.org/10.1016/j.ejpe.2018.03.005).
- 3 Дзюбенко Н.И., Дзюбенко Е.А., Потокина Е.А., Булынцев С.В. Гуар *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.: характеристика, применение, генетические ресурсы и возможность интродукции в России (обзор) Сельскохозяйственная биология, 2017, 52(6):1116-1128 (doi: 10.15389/agrobiology.2017.6.111rus).
- 4 Kruchina-Bogdanov I.V., Miroshnichenko E.V., Shaukharov R.A., Kantemirova E.N., Golovina M.A., Abdullaev K.M., Balashov A.V., Rusinova E.V., Rusinov P.G., Potokina E.K. Impact of growing conditions on the gum properties of different genotypes of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.). Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2019; 23(7):941-948 (doi 10.18699/VJ19.570).
- 5 Лебедь Д.В., Костенкова Е.В., Волошин М.И. Агрономическое обоснование размещения посевов *Cyamopsis tetragonoloba* L. на юге европейской части России. Таврический вестник аграрной науки. 2017. 1(9):53-64.