

УДК 635.657:635.652:631.671.3

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ НЕКОТОРЫХ ОБРАЗЦОВ *CICER ARIETINUM* L. И *PHASEOLUS VULGARIS* L. К ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ

Гусейнова Т.Н., Микаилова Р.Т., Кяльбиева Е.Э., Мамедова А.Д., Керимова Ф.А.

*Институт генетических ресурсов Министерства науки и образования Азербайджана,
Баку, e-mail: htaravat@mail.ru*

В исследовании представлены результаты изменения содержания основных фотосинтетических пигментов растительной клетки *Cicer arietinum* L. и *Phaseolus vulgaris* L., происходящие под влиянием засухи. Также изучены некоторые технологические показатели – содержание протеина, лизина, влажность, масса 100 зерен, время варки, водопоглощения в семенах местных и интродуцированных образцов нута. Проведена фитопатологическая оценка на устойчивость к грибковым, бактериальным и вирусным заболеваниям. Было выявлено, что абиотический стресс, вызванный засухой, негативно влияет, в результате ослабевают все метаболические процессы, происходящие у растений, в том числе фотосинтез. Наибольшее уменьшение фотосинтетических пигментов наблюдается для общей суммы хлорофилла (*a+b*). Изучены образцы, которые различаются по степени устойчивости к стрессу защиты и грибным, бактериальным и вирусным заболеваниям. Среди исследованных образцов выделены три, содержащие наибольшее количество протеина, которые могут быть использованы в селекции. Полученные результаты позволяют создавать новые высокоадаптивные генотипы к абиотическим стрессовым факторам. В результате исследования выявлена различная устойчивость под действием стрессовых факторов, и по степени устойчивости были отобраны образцы, которые в дальнейшем можно будет использовать в качестве доноров в различных селекционных программах.

Ключевые слова: горох, фасоль, засуха, хлорофилл, абиотический стресс, протеин, лизин

ASSESSMENT OF THE RESISTANCE OF SOME CHICKPEA (*CICER ARIETINUM* L.) AND BEAN (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) SAMPLES TO STRESS FACTORS

Guseynova T.N., Mikailova R.T., Kyalbieva E.E., Mamedova A.D., Karimova F.A.

*Genetic Resources Institute of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan,
Baku, e-mail: htaravat@mail.ru*

The article delves into the impact of drought-induced abiotic stress on the photosynthetic pigments and various technological parameters of two plant species, *Cicer arietinum* L. (chickpea) and *Phaseolus vulgaris* L. (common bean). It highlights the negative repercussions of drought stress on metabolic processes within plants, particularly photosynthesis, leading to a reduction in photosynthetic pigments, notably total chlorophyll (*a+b*). Furthermore, the research examines the response of different chickpea samples to stress conditions, identifying those with higher protein content, which could serve as valuable resources for breeding programs aimed at developing resilient genotypes. Additionally, the study conducts a thorough phytopathological evaluation to assess resistance levels to fungal, bacterial, and viral diseases, providing insights into the overall robustness of different accessions. By identifying and selecting samples based on their resistance to stress factors, the study lays the groundwork for developing new, highly adaptive genotypes that can withstand abiotic stressors. Overall, this research contributes valuable information for understanding plant responses to drought stress, identifying potential breeding candidates with desirable traits, and ultimately aiding in the development of more resilient crop varieties.

Keywords: peas, beans, drought, chlorophyll, abiotic stress, protein, lysine

Зернобобовые культуры, такие как фасоль, горох, нут и чечевица, играют ключевую роль в продовольственной программе многих стран. Высокое содержание белка, клетчатки, витаминов и аминокислот делает их ценными источниками питания. Они также важны в качестве корма для сельскохозяйственных животных [1].

Зернобобовые культуры имеют не только высокую пищевую ценность, но и значительное агроэкономическое значение. Они способствуют обогащению почвы азотом за счет бактерий – фиксаторов азота, что улучшает ее плодородие. Кроме того, зернобобовые выступают важными предшественниками

для многих культур в системе севооборота, помогая улучшить структуру почвы, снизить расходы на удобрения и бороться с сорняками и болезнями [2, с. 98–102].

Таким образом, продвижение развития производства и использования зернобобовых культур оказывает существенное влияние на обеспечение продовольственной безопасности, поддержание устойчивости сельского хозяйства и охрану окружающей среды. В процессе своего развития растения активно взаимодействуют с разнообразными экологическими факторами, включая как неживую среду (абиотические), так и живую (биотические). Для адаптации

к неблагоприятным условиям они осуществляют ряд приспособительных механизмов, повышающих их устойчивость и снижающих уровень повреждений. Этот процесс, известный как адаптация, осуществляется через активацию физиологических и биохимических механизмов (физиологическая адаптация). Ответ растения на воздействие внешних факторов определяется несколькими ключевыми аспектами: интенсивностью и длительностью воздействия, генетически обусловленной толерантностью и физиологическим состоянием растения. Экстремальные условия окружающей среды, такие как засуха, засоление, жара, холод и другие стрессовые факторы, оказывают негативное воздействие на растения.

Последствия засухи в основном проявляются через уменьшение доступности внутриклеточной свободной воды, что приводит к изменениям в гидратной оболочке цитоплазматических белков и нарушает функцию белков-ферментов. Длительное воздействие засушливого стресса снижает активность синтетических ферментов, стимулирует процессы гидролиза и увеличивает содержание низкомолекулярных белков в клетках.

В большинстве случаев недостаток воды снижает общий объем фотосинтеза, однако на начальных стадиях обезвоживания интенсивность фотосинтеза может немного увеличиваться.

У растений, не адаптированных к засухе, интенсивность дыхания при обезвоживании значительно возрастает (вероятно, из-за увеличенного содержания сахаров как дыхательного субстрата), а затем постепенно снижается. У растений, толерантных к этим условиям, существенных изменений или незначительного усиления дыхания не наблюдается.

Факторы, создающие неблагоприятные условия, важны в процессе адаптации растений, что в конечном счете способствует укреплению их устойчивости и уменьшению вреда [3, с. 26–27].

Для решения указанных задач необходимо применять методы и техники диагностики устойчивости к стрессу, а также оценки технических показателей здоровья растений и их устойчивости к грибковым или бактериальным заболеваниям.

Факторы окружающей среды, такие как засуха, загрязнение почвы, дефицит минеральных элементов питания, экстремальные температуры, ультрафиолетовое излучение, а также различные патогены, оказывают влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур. В связи с этим изучение адаптационных возможностей и механизмов устойчивости растений к глобальным изменениям климата является очень акту-

альным [4]. Устойчивость растений к абиотическим стрессам определяется их способностью эффективно функционировать в неблагоприятных условиях окружающей среды, и уровень этой устойчивости (высокий или слабый) отражает количественный аспект этой способности. Генетически контролируемый уровень устойчивости к абиотическим стрессам у каждого сорта, вида или отдельного растения является наследуемым признаком, но этот признак скрыт в оптимальных условиях и проявляется лишь при экстремальных воздействиях. Поэтому одним из необходимых условий диагностики устойчивости является подвержение исследуемого растения определенным стрессовым факторам, чтобы определить его устойчивость к ним [2, с. 22]. Реакция растений на окружающую среду в значительной мере зависит от интенсивности воздействия (его силы и продолжительности), генетической устойчивости и физиологического состояния растения. Поэтому в настоящее время актуальной задачей является выявление устойчивых сортов и форм растений с высокими техническими характеристиками к негативным воздействиям окружающей среды, таким как грибковые, бактериальные и вирусные болезни.

В процессе адаптации и увеличения устойчивости к неблагоприятным условиям окружающей среды структурные элементы пластидного аппарата играют важную роль, обеспечивая его функциональную активность в переменных условиях окружающей среды. Увеличение содержания хлорофилла в тканях листа при экстремальных условиях можно рассматривать как «защитную фазу торможения», в ходе которой происходит интенсивное обновление клеточных структур, в том числе и хлорофилла [3, с. 34–40; 5]. Важными являются диагностические исследования, направленные на выявление сортов с высоким уровнем генетической устойчивости к экологическим стрессам и к грибковым, бактериальным и вирусным заболеваниям, а также с высокими технологическими показателями в неблагоприятных погодноклиматических условиях.

Цель исследования – оценка устойчивости к засухе, ряда технических характеристик (таких как содержание белка, лизина, влаги, вес 100 зерен, время приготовления, водопоглощение местных и трансгенных семян нута) и физиологической устойчивости к грибковым, бактериальным и вирусным заболеваниям гороха и фасоли.

Материалы и методы исследования

Для выбора устойчивых сортов и оценки эффективности методов защиты расте-

ний от болезней необходимо проведение диагностических исследований устойчивости растений к засухе. Методы диагностики подразделяются на полевые и лабораторные. Полевые методы считаются более объективными, однако они требуют большого времени, а результаты сильно зависят от погодных условий. Для ускорения прогресса исследований были разработаны экспериментальные методы.

В качестве объектов исследования были выбраны образцы гороха (*Cicer arietinum* L.) и образцы фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.) из коллекции генетического банка Института генетических ресурсов Министерства науки и образования Азербайджана. Один из диагностических методов устойчивости растений к засухе включает определение изменений содержания хлорофилла (a + b) в листьях растений в результате проведения физиологического стресса. Исследования устойчивости проводились путем изучения степени стресс-депрессии фотосинтетического пигментного комплекса (содержание общей суммы хлорофилла) в растениях под воздействием осмотического стресса (раствор сахарозы 20 атм). Оценку устойчивости проводили на основе изменения концентрации пигментов, используя выжимки листьев, помещенные в пробирки с раствором сахарозы (осмотический стресс) и водой (контроль), после чего для экстракции пигментов материал помещали в пробирки с 10 мл 96%-ного этанола. С помощью современного спектрофотометра (UV – 3100РС, Япония) определялась величина

оптической плотности (D) хлорофилла а и b в общей смеси пигментов при двух длинах волны (D 665,649), соответствующих максимумам поглощения пигментов в данном растворе. По полученным данным рассчитывалось отношение (в процентах) концентрации пигментов в выжимках листьев к их концентрации в растворе сахарозы (опыт) и воде (контроль). Это отношение является мерой относительной устойчивости сравниваемых объектов – чем выше, тем больше устойчивость растений [5].

Содержание протеина, лизина, влажности, массы 100 зерен, время варки и водопоглощения в семенах как местных, так и интродуцированных образцов было исследовано с использованием метода, предложенного Т.А. Беловой и А.С. Кравченко [6].

Результаты исследования и их обсуждение

Известно, что структурным элементам пластидного аппарата, в частности хлорофиллу, придается значительное значение в адаптации и устойчивости растений к неблагоприятным факторам. Результаты исследований показали, что в зависимости от образцов одного и того же вида значительно различались амплитудой физиологического параметра при адаптивных процессах. Одно и то же напряжение стресса значительно изменяло физиологические показатели у одних сортов образцов, но слабо влияло на другие. Динамика изменений в количестве хлорофилла в условиях стресса засухи у сортов гороха (*Cicer arietinum* L.) представлена на рис. 1.

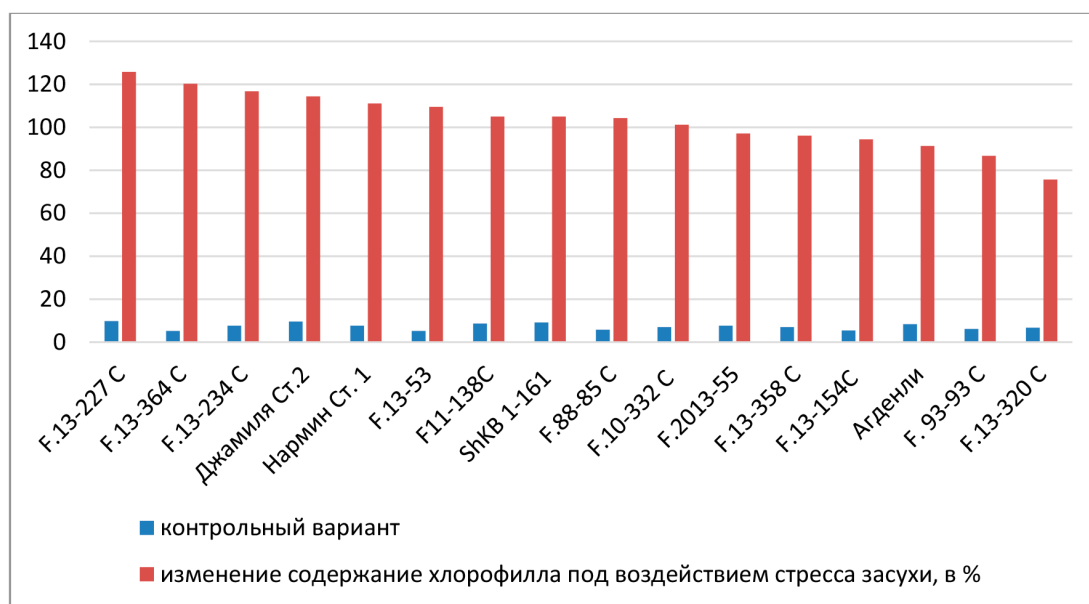


Рис. 1. Изменение содержания хлорофилла под воздействием стресса засухи образцов гороха (*Cicer arietinum* L.), %



Рис. 2. Изменение содержания хлорофилла под воздействием стресса засухи образцов фасоли (*Phasololus vulgaris L.*), %

Образцы F.13-227 С, F.13-364 С, F.13-234 С, Джамия St.2, St.1. Нармин, F.13-53, F11-138С, ShKB 1-161, F.88-85 С, F.10-332 С были выделены как высокоустойчивые к стрессовому воздействию. В этих образцах степень стресс-депрессии хлорофилла полностью отсутствовала.

В последующей серии исследований было проанализировано содержание нескольких технических показателей, включая содержание белка, лизина, влаги, массу 100 зерен, время варки и водопоглощение изучаемых образцов. Результаты показали, что среди изученных образцов гороха были выделены четыре образца с более высокими технико-биохимическими показателями. По техническим характеристикам эти образцы гороха могут быть использованы для селекции качества зерна.

Также была проведена оценка устойчивости к засухе другого важного бобового растения – фасоли (*Phasololus vulgaris L.*). Образцы гибридных бобов: Гибрид-6, Акин-4, Гибрид-7, Гибрид-2, Акин-2, Гибрид-14, Гибрид-3, Гибрид-18, Гибрид-8, Гибрид-15, Гибрид-4, Гибрид-1, Гибрид-13 – показали высокое содержание хлорофилла (103–162%) в условиях стресса. Эти образцы обладают высокой устойчивостью (рис. 2).

Было интересно исследовать взаимосвязь между устойчивостью к грибковым, бактериальным и вирусным заболеваниям и уровнем хлорофилла в условиях стресса засухи у рассмотренных образцов горо-

ха и фасоли. Образцы гороха Flip-13-320с, Flip-13-358с, Flip-13-364с, Flip-93-93с, Flip-13-53, Flip-88-85с, Flip-11 проявили себя как устойчивые к указанным заболеваниям. Они также показали устойчивость к стрессовому воздействию, что отразилось в изменении уровня хлорофилла. Увеличение содержания фотосинтетических пигментов, включая хлорофилл, в листьях способствует адаптации растений к неблагоприятным условиям окружающей среды. Устойчивость растений к засухе связана с состоянием хлорофилл-белкового комплекса пластид и количеством пигментов. Уровень хлорофилла в листьях указывает на степень адаптации растений к неблагоприятным стрессовым факторам; чем выше его содержание, тем меньше воздействие стрессов, способствующих началу фотосинтеза.

Заключение

Поэтому в условиях непрерывного неблагоприятного изменения климата в основном внимание уделено увеличению адаптивности образцов гороха и бобовых культур путем формирования комплексных систем, устойчивых к стрессам. Одним из первых изменений, которые происходят у растений при стрессе засухи, является уменьшение содержания хлорофилла, что связано преимущественно с нарушением пигментной системы, влияющей на фотосинтез. На основе полученных данных образцы гороха и фасоли охарактеризованы как устойчи-

вые к засухе и могут быть рекомендованы для различных селекционных программ, направленных на улучшение содержания хлорофилла, определенных технических параметров и фитопатологической оценки.

Список литературы

1. Микаилова Р.Т. Диагностика засухо- и солеустойчивости различных образцов конского боба (*Vicia Faba* L.) // Актуальные исследования. 2023. Вып. 37. Ч. 1. С. 6–8.

2. Чудинова Л.А., Орлова Н.В. Физиология устойчивости растений: учебное пособие к спецкурсу. Пермь: ГОУ ВПО «Пермский гос. ун-т», 2006. 123 с.

3. Гусейнова Т.Н. Адаптация растений к абиотическим стрессам: монография. LAP. LAMBERT Academic publishing, 2021. 73 с.

4. Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды: сборник матери-

алов Годичного собрания Общества физиологов растений России Всероссийской научной конференции с международным участием и школы молодых ученых (Иркутск, 10–15 июля 2018 г.). / Отв. Ред. Войников В.К. Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2018. Ч. I. 880 с.

5. Aliev R.T., Hajieva Sh.I., Abishova Kh.Sh., Huseynova T.N., Mikayilova R.T., Hajiev E.S., Abdullaeva L.S., Karimova F.R., Mammadova G.A. Quality indicators of various Durum wheat (*T. Durum* Desf.) samples and determination of their tolerance to abiotic stresses (salinity and drought) // European Journal of Natural history. 2020. Is. 4. P. 3–8.

6. Белова Т.А., Кравченко А.С. Физиологические основы адаптации растений к воздействию солевого стресса // Auditorium. 2018. № 1 (17). С. 42–48.

7. Akparov Z.I., Rustamov Kh.N., Jahangirov A.A., Hamidov H.N., Babaeva S.M., Abbasov M.A. Study of aborigine and breeding varieties of durum wheat (*T. durum* Desf.) of Azerbaijan // Journal of Caucasus University (Chemistry and biology). 2015. № 3 (2). P. 120–124.