

УДК 581.14 : 633.283

ДИАГНОСТИКА УСТОЙЧИВОСТИ ПАЙЗЫ К СТРЕССОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ В СЕЛЕКЦИИ НА ПОВЫШЕНИЕ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ

© 2025 Т.В. Асташова, В.С. Бударина, Д.Д. Бабушкин

ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт
сорго и кукурузы, г. Саратов, Россия

Статья поступила в редакцию 18.04.2025

В условиях аридизации климата пайза является перспективной кормовой культурой. Данный выбор обусловлен ее относительной засухоустойчивостью, способностью адаптироваться к экстремально высоким температурам и при этом сохранять урожайность и качество биомассы и зерна. Данные характеристики позволяют возделывать пайзу в различных регионах страны, что делает ее перспективной для агропромышленного комплекса. В статье представлены результаты селекционной работы по созданию засухоустойчивого материала пайзы. Отображены итоги испытаний проращивания семян в гипертоническом растворе сахарозы различной концентрации (от 6 до 18 атмосфер). Среди изученных образцов пайзы линейные значения сорта Красава и О-1 приближены к показателям контрольного варианта, что свидетельствует об их относительной засухоустойчивости.

Ключевые слова: пайза, засухоустойчивость, проращивание, сахароза, осмотическое давление.

DOI: 10.37313/2782-6562-2025-4-4-7-10

EDN: AVPJTO

ВВЕДЕНИЕ

В условиях глобального потепления климата повышение продуктивности кормовых культур путем создания новых сортов, устойчивых к стрессовым факторам, а особенно к дефициту воды, является актуальным направлением в селекции растений. Одним из важных биологических и хозяйственно ценных признаков культурных растений является способность использовать влагу в условиях ее дефицита, особенно на первых этапах роста и развития [1, 2]. Предпосылкой адаптации должно быть наличие в генотипе такой нормы реакции к изменяющимся факторам среды, которая обусловила бы различные фенотипические модификации организма, обеспечивающие его жизнеспособность в новых условиях. Способность семян прорасти в условиях недостатка влаги является важным биологическим свойством и определяется высокой сосущей силой семян, что отражает наследственно закрепленную потребность в воде для начала прорастания. Учеными установлена высокая положительная корреляция между способностью семян прорасти при недостатке влаги и степенью засухоустойчивости [3-5].

Пайза – отличается значительной биологической пластичностью и адаптивностью, обладает высокой кормовой ценностью и способностью улучшать агрофизические и биологические показатели почвы. Культура многопланового применения: её можно возделывать на зерно, зелёную массу, сено, силос и другие продукты [4, 6]. Для устойчивого земледелия в аридных условиях интерес к ней увеличивается. Однако, несмотря на все отмеченные преимущества, площади посева пайзы в России незначительны и составляют не более 25 тыс. гектар. Расширение посевных площадей пайзы сдерживается отсутствием разработанных основных элементов технологии ее возделывания, а создание наиболее перспективного исходного материала для селекции новых сортов в острозасушливых условиях является актуальным. По нашему мнению, у пайзы хороший потенциал, однако она до сих пор, в силу своей малоизвестности, не очень популярна у аграриев. Выведение новых сортов и изучение аспектов технологии выращивания этой культуры может заметно поднять производство продукции растениеводства и животноводства.

Конкретной же целью нашего исследования было оценить засухоустойчивость образцов пайзы методом проращивания семян в растворе осмотика.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В качестве материала для эксперимента использованы образцы пайзы 6 сортов и 1 отбор: Готика, Красава, Удалая, Пальмира, Эврика, Ода, О-1.

*Асташова Т.В.,
Бударина В.С.,
Бабушкин Д.Д.*

Анализ засухоустойчивости пайзы определяли согласно методическим руководствам Удовенко Г.В. (1988) методом проращивания семян на растворе сахарозы различной концентрации. Семена пайзы закладывали в чашки Петри на фильтровальную бумагу по 100 штук, повторность – и проращивали на дистиллированной воде в термостате (при температуре 23°C), для дальнейших исследований использовали 50 шт. трехсуточных проростков. Для пайзы оптимальной концентрации сахарозы не установлено, поэтому в нашем опыте мы использовали раствор нескольких концентраций с осмотическим давлением от 6 до 18 атмосфер, чтобы подобрать оптимальное значение для изучаемой культуры. Контрольную группу проростков оставляли на дистиллированной воде, опытную переносили на водный раствор сахарозы: в каждую чашку Петри добавляли по 5 мл раствора C₁₂H₂₂O₁₁ или H₂O в зависимости от условий опыта. Проростки экспонировали при оптимальной температуре в течение 4-х суток в термостате. У 7-суточных проростков определяли длину проростка и корешка.

Математическую обработку результатов исследований выполняли с помощью программы AGROS 2.09, методом двухфакторного дисперсионного анализа (фактор А – сорт, фактор В – условия проведения опыта).

Результаты исследований и их обсуждение. Изменение линейных параметров ростовых процессов отражает засухоустойчивость растений более достоверно, чем оценка показателей прорастания семян, что связано с общей природой устойчивости растений [7]. Степень засухоустойчивости определяется величиной отклонения выбранных параметров от контроля под влиянием осмотических растворов.

Исследуемые образцы пайзы в период развития неодинаково реагировали на искусственно созданный с помощью осмотика водный дефицит, в разной степени снижая рост зародышевых корней. Однако экспериментально установлено, что все образцы способны расти в условиях моделируемого водного дефицита, что свидетельствует о высокой сосущей силе семян. Результаты исследований показали, что осмотические растворы снижали ростовые процессы образцов по отношению к контролю (таблица 1).

Таблица 1. Влияние различных концентраций раствора сахарозы на интенсивность начального роста пайзы, 2023 г.

Образец (фактор А)	Варианты опыта (фактор В)						Среднее по фактору А
	Контроль	Осмотическое давление раствора сахарозы, атм.					
		6	9	12	15	18	
Длина проростка, см							
О-1	6,2	5,2	4,8	4,7	4,9	4,9	5,12 d
Эврика	7,6	6,6	5,5	6,3	5,7	4,8	6,08 e
Ода	5,8	5,3	4,0	4,4	3,7	3,2	4,39 a
Удалая	6,8	5,8	4,9	4,1	4,0	3,5	4,85 bc
Пальмира	6,2	5,8	5,1	4,7	4,3	4,1	5,04 cd
Готика	5,9	4,1	3,8	3,9	3,9	3,4	4,17 a
Красава	9,5	8,5	8,5	9,3	8,1	7,2	8,53 f
Среднее по фактору В	6,84 e	5,89 d	5,26 c	5,34 c	4,95 b	4,44 a	
Длина корешка, см							
О-1	2,4	2,6	2,7	2,4	2,0	2,3	2,39a
Эврика	3,1	2,7	2,3	2,5	2,5	2,4	2,57a
Ода	3,8	4,4	3,9	3,1	3,3	2,8	3,56 bc
Удалая	4,5	5,2	4,4	3,7	3,1	2,7	3,94e
Пальмира	4,4	4,0	3,9	3,5	3,3	2,9	3,68cd
Готика	4,5	4,0	4,6	3,4	3,3	3,8	3,92 de
Красава	3,0	2,7	2,6	2,0	2,2	1,9	2,41a
Среднее по фактору В	3,67 d	3,65 d	3,50 cd	2,95 b	2,81ab	2,69a	

Необходимо отметить, что варьирование длины проростков оказалось значительно выше, чем показатели длины корешков в опыте, а также с увеличением осмотического давления до максимальных значений (18 атм.) корешки пайзы истончились и приобретали коричневый оттенок, при этом установлено наличие плесени при увеличении концентрации раствора осмотика.

Диапазон варьирования длины проростков в контрольном варианте (с дистиллированной водой) составил 5,8-9,5 см, а длины корешков – 2,4-4,5 см. Наиболее интенсивным ростом проростков в контрольном варианте отличился сорт пайзы Красава (9,5 см), а корешков – Готика и Удаляя (4,5 см). В вариантах с осмотическим давлением сахарозы 6 атм. наибольшая величина проростков наблюдалась также у данных сортов.

Среди изучаемых сортообразцов при проведении эксперимента в 2023 г. ни один не превысил показатели контрольного варианта по изучаемым признакам. Однако, линейные значения образцов пайзы сорта Красава и О-1 приближены к показателям контрольного варианта, что свидетельствует об их относительной засухоустойчивости. Так, максимальное значение длины проростка в растворе осмотика отмечено у сорта Красава – 9,3 см при 12 атмосферах, что ниже контрольного варианта всего на 2,1%. При повышении осмотического давления до 18 атмосфер наблюдается снижение показателей относительно контроля на 24,2%. При этом изменение линейных показателей корешка оказалось менее значительным. У образца О-1 отмечена наименьшая изменчивость показателей признака, что также свидетельствует об относительной засухоустойчивости образца.

При проведении опыта математические методы составляют неотъемлемую часть процесса обработки и интерпретации результатов (таблица 2).

Таблица 2. Результаты дисперсионного анализа, 2023 г.

Источник	SS	df	ms	F	НСР _{0,05}
<i>Длина проростка</i>					
Общее	339,173	125			
Блоки	0,492	2	0,246	1,665	
Варианты	326,566	41	7,965	53,911*	0,62
Фактор А	238,758	6	39,793	269,339*	0,25
Фактор В	72,539	5	14,508	98,196*	0,24
Взаим. АВ	15,270	30	0,509	3,445*	0,62
Остат.	12,115	82	0,148		
<i>Длина корешка</i>					
Общее	99,477	125			
Блоки	0,221	2	0,111	0,800*	
Варианты	87,917	41	2,144	15,508*	0,60
Фактор А	56,104	6	9,351	67,626*	0,25
Фактор В	20,684	5	4,137	29,917*	0,23
Взаим. АВ	11,129	30	0,371	2,683*	0,60
Остат.	11,338	82	0,138		

Примечание: * – степень достоверности на 0,05% уровне значимости.

В наших исследованиях полученные результаты подтверждаются дисперсионным анализом двухфакторного опыта по изучению семи градаций фактора А и шести градаций фактора В. Установлена существенная значимость всех факторов, как на длину проростка, так и на длину корешка. При этом основную долю в проявление признака по длине проростка и корешка вносит фактор А – 70,4 и 56,4% соответственно, на фактор В приходится 21,4 и 20,8% соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При проведении опыта установлено, что осмотическое давление 6 атмосфер является низким для того, чтобы обеспечить достоверный эффект влияния на развитие проростков, при давлении 15-18 атмосфер сказывается явное ингибирующее воздействие на ряд протекающих в онтогенезе процессов. Отмечено осмотическое давление – 9 и 12 атмосфер, превышение которого ведет к существенному снижению показателей в опыте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кибальник, О.П. Особенности набухания семян сорго зернового в селекции на повышение засухоустойчивости / О.П. Кибальник, В.В. Бычкова, Н.В. Калмыков // Сб. по материалам межд. науч. конф. «Агробиотехнология-2021». – М., 2021. – С. 333-338.
2. Шайтура, С.В. Аграрный сектор в контексте глобального изменения климата / С.В. Шайтура, Л.В. Сумзина, Н.Г. Томашевская и др. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – №4. – С. 18-24.
3. Бычкова, О.В. Физиологическая оценка засухоустойчивости яровой твердой пшеницы / О.В. Бычкова, Л.П. Хлебова // Acta Biologica Sibirica. – 2015. – № 1-2. – С. 107-116.
4. Асташов, А.Н. Агробиологическая оценка коллекционных сортообразцов пайзы (*Echinochloa Frumentacea*) в условиях Нижнего Поволжья / А.Н. Асташов, Т.В. Родина, Ю.В. Бочкарева и др. // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 6. – DOI: 10.51419/202126638.
5. Родина, Т.В. Оценка засухоустойчивости пайзы по набуханию семян в условиях осмотического стресса / Т.В. Родина, А.Н. Асташов, А.А. Сафронов // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – №3 (47). – С. 108-113.
6. Biodiversity in the barnyard millet (*Echinochloa frumentacea* Link, Poaceae) germplasm in India. / A. Gupta, V. Mahajan, M. Kumar et al. // Genetic Resources and Crop Evolution. 2009. Vol. 56(6). P. 883-889.
7. Калинина, А.В. Влияние растворов осмотиков на рост зародышевых корней проростков озимой мягкой пшеницы / А.В. Калинина, С.В. Ляшева, А.И. Сергеева // Вавиловские чтения-2016: Сб. по материалам межд. науч. конф. – 2016. – С. 107-108.

DIAGNOSTICS OF THE RESISTANCE OF THE PAUSE TO STRESS EFFECTS IN BREEDING TO INCREASE DROUGHT RESISTANCE

© 2025 T.V. Astashova, V.S. Budarina, D.D. Babushkin

Federal State Budgetary Scientific Institution Russian Research and Design Technological Institute of Sorghum and Corn, Saratov, Russia

In conditions of aridization of the climate, paise is a promising fodder crop. This choice is due to its relative drought resistance, the ability to adapt to extremely high temperatures and at the same time maintain productivity and quality of biomass and grain. These characteristics make it possible to cultivate paise in various regions of the country, which makes it promising for the agro-industrial complex. The article presents the results of selection work on the creation of drought-resistant paise material. The results of tests of seed germination in hypertonic sucrose solution of various concentrations (from 6 to 18 atmospheres) are displayed. Among the paise samples studied, the linear values of the Krasava and O-1 varieties are close to those of the control option, which indicates their relative drought resistance.

Key words: paise, drought resistance, germination, sucrose, osmotic pressure.

DOI: 10.37313/2782-6562-2025-4-4-7-10

EDN: AVPJTO

REFERENCES

1. Kibal'nik, O.P. Osobennosti nabuhaniya semyan sorgo zernovogo v selekcii na povyshenie zasuhoustojchivosti / O.P. Kibal'nik, V.V. Bychkova, N.V. Kalmykov // Sb. po materialam mezhd. nauch. konf. «Agrobiotekhnologiya-2021». – М., 2021. – С. 333-338.
2. Shajtura, S.V. Agrarnyj sektor v kontekste global'nogo izmeneniya klimata / S.V. Shajtura, L.V. Sumzina, N.G. Tomashevskaya i dr. // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2021. – №4. – С. 18-24.
3. Bychkova, O.V. Fiziologicheskaya ocenka zasuhoustojchivosti yarovoj tverdoj pshenicy / O.V. Bychkova, L.P. Hlebova // Acta Biologica Sibirica. – 2015. – № 1-2. – С. 107-116.
4. Astashov, A.N. Agrobiologicheskaya ocenka kollekcionnyh sortoobrazcov pajzy (*Echinochloa Frumentacea*) v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya / A.N. Astashov, T.V. Rodina, Yu.V. Bochkareva i dr. // AgroEkoInfo: Elektronnyj nauchno-proizvodstvennyj zhurnal. – 2022. – № 6. – DOI: 10.51419/202126638.
5. Rodina, T.V. Ocenka zasuhoustojchivosti pajzy po nabuhaniyu semyan v usloviyah osmoticheskogo stressa / T.V. Rodina, A.N. Astashov, A.A. Safronov // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. – 2023. – №3 (47). – С. 108-113.
6. Biodiversity in the barnyard millet (*Echinochloa frumentacea* Link, Poaceae) germplasm in India. / A. Gupta, V. Mahajan, M. Kumar et al. // Genetic Resources and Crop Evolution. 2009. Vol. 56(6). R. 883-889.
7. Kalinina, A.V. Vliyanie rastvorov osmotikov na rost zarodyshevyyh kornej prorostkov ozimoy myagkoj pshenicy / A.V. Kalinina, S.V. Lyashcheva, A.I. Sergeeva // Vavilovskie chteniya-2016: Sb. po materialam mezhd. nauch. konf. – 2016. – С. 107-108.

T. Astashova,
V. Budarina,
D. Babushkin