

CROP PRODUCTION

DOI: <https://doi.org/10.23649/jae.2021.4.20.1>

Kukoleva S.S.^{1*}, Kibalnik O.P.², Stepanchenko D.A.³

^{1, 2, 3} Russian Research and Design-Technological Institute for Sorghum and Corn, Saratov, Russia

* Corresponding author (lily74-88[at]mail.ru)

Received: 15.11.2021; Accepted: 22.11.2021; Published: 15.12.2021

AN ASSESSMENT OF DROUGHT RESISTANCE OF SUDAN GRASS SAMPLES

Research article

Abstract

This article presents the results of morphological parameters of changes in a plant organism under the influence of osmotic stress (2020-2021), which allow for assessing the relative drought resistance of Sudan grass. Sucrose with a concentration from 6 to 18 atmospheres was used to obtain an osmotic solution. The growth reaction was analyzed by the length of seedlings and roots of varietal samples. The results demonstrate that an increase in the concentration of the solution leads to inhibition of germination of seeds in it. The study identifies promising varieties of Sudan grass for further study of drought resistance; among these varieties are Mehta Povolzhya, Zonalskaya 6 and Laura.

Keywords: drought resistance, sucrose solution, Sudan grass, osmotic pressure.

Куколева С.С.^{1*}, Кибальник О.П.², Степанченко Д.А.³

^{1, 2, 3} Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, Саратов, Россия

* Корреспондирующий автора (lily74-88[at]mail.ru)

Получена: 15.11.2021; Доработана: 22.11.2021; Опубликована: 15.12.2021

ОЦЕНКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ ОБРАЗЦОВ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ

Научная статья

Аннотация

В данной статье представлены результаты морфологических параметров изменения растительного организма под действием осмотического стресса (2020-2021 гг.), позволяющие оценить относительную засухоустойчивость суданской травы. Для получения осмотического раствора использовали сахарозу с концентрацией от 6 до 18 атмосфер. Анализ ростовой реакции проводили по длине проростков и корешков сортообразцов. В результате исследований установлено, что увеличение концентрации раствора приводит к угнетению прорастания в нем семян. Выделены перспективные сортообразцы суданской травы для дальнейшего изучения засухоустойчивости – Мечта Поволжья, Зональская 6 и Лаура.

Ключевые слова: засухоустойчивость, раствор сахарозы, суданская трава, осмотическое давление.

1. Введение

В литературе известно множество физиологических методов оценки засухоустойчивости полевых культур – проращивания семян в растворах осмотиков; оценка водоудерживающей способности листьев; определение пролинообразующей способности; ксероморфность растений; содержание пигментов в листьях растений и другие. Из всех рассмотренных лабораторных методов наиболее распространенным среди селекционеров оказалось проращивание семян различных сельскохозяйственных культур в гипертонических растворах с высокой концентрацией и способность развиваться в них проростков и корешков, поскольку известна положительная корреляция между засухоустойчивостью и способностью семян прорасти в растворах осмотиков [1, С. 11], [2, С. 90], [3, С. 2809], [4, С.369]. Кроме того, данный метод отражает адаптационные возможности растительного организма, реализующихся через процессы роста и развития [5, С. 23]. Позволяет проработать большое количество селекционного материала в течение всего года независимо от складывающихся погодных условий, не требует специального оборудования и отличается меньшей трудоемкостью [6, С. 118-120]. Анализ литературы показал незначительные исследования степени засухоустойчивости сорговых культур [7, С. 485-486], [8, С. 13-14]. В этой связи, выявление наиболее стрессоустойчивых образцов суданской травы для возделывания в Нижневолжском регионе на основе проращивания при правильно подобранной концентрации, позволяющей получить более точное представление об относительной засухоустойчивости данных сортов является актуальным.

2. Материалы и методы

Оценку засухоустойчивости образцов суданской травы селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» проводили согласно методике, предложенной Н.Н. Кожучко и В.М. Царевской [9]. Исследования проводили в 2020-2021 гг. на проростках растений образцов суданской травы Зональская 6, Аллегория, Амбиция, Мечта Поволжья, Фаина, Лаура, Л-30/17, Л-96-3/14, Л-3000-1/12 [10]. Сначала семена проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге в дистиллированной воде в течение трех суток. Затем их перенесли на раствор сахарозы с различным осмотическим давлением и проращивали в термостате в течение 48 часов при температуре 25 °С. Повторность в опыте 4-х кратная. Чтобы подобрать оптимальное значение концентрации сахарозы в нашем эксперименте использовали растворы с осмотическим давлением от 6 до 18 атмосфер. На седьмые сутки измеряли длину проростков и корешков. Схема опыта включала 6 вариантов: 1 – контроль (дистиллированная вода), 2 – сахароза (18 атм.), 3 – сахароза (15 атм.), 4 – сахароза (12 атм.), 5 – сахароза (9 атм.), 6 – сахароза (6 атм.). Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена с помощью программ «AGROS 2.09» методом дисперсионного анализа.

3. Результаты

В селекционном процессе в последнее время используют оценку засухоустойчивости с помощью лабораторных методов [11, С. 37-39]. В наших исследованиях отмечено различие развития проростков в условиях дистиллированной воды в зависимости от генотипических особенностей образца (таблица 1). На седьмые сутки эксперимента в контрольном варианте более интенсивный рост проростка установлен у сортов Аллегория (12,0 см) и Амбиция (13,8 см), а корешок – Аллегория (6,8 см), Амбиция (7,1 см) и Зональская 6 (8,3 см). Дифференцированная реакция образцов по изучаемым признакам выявлена и в опытных вариантах: интервал варьирования длины проростка составил 2,6-8,5 см, корешка – 1,5-7,7 см. В условиях 2020 г. у сортов Амбиция и Аллегория в растворах сахарозы с осмотическим давлением 9-18 атм. наблюдается очень слабое развитие первичного корешка (1,5-1,9 см и 1,9-2,7 см, соответственно). Интенсивные ростовые процессы корешка выявлены только в растворе с 6 атм. – 2,9-3,1 см. Очевидно, что эти сорта менее устойчивы.

Таблица 1 – Проращивание семян суданской травы в растворах сахарозы разных концентраций (см), 2020 г.

Образец	Контроль		Концентрации сахарозы (атмосфер)									
			6		9		12		15		18	
	П1	К2	П	К	П	К	П	К	П	К	П	К
Аллегория	11,9	6,8	4,6	2,9	3,5	2,5	3,8	2,7	2,6	2,2	3,1	1,9
Зональская 6	7,8	8,3	5,3	3,8	4,0	3,2	3,9	2,8	2,9	3,1	3,8	2,2
Амбиция	13,8	7,1	4,9	3,1	3,4	1,7	2,8	1,6	2,8	1,9	2,9	1,5
Мечта Поволжья	8,7	5,2	8,5	7,7	5,6	5,8	5,1	3,9	3,8	3,6	4,9	3,3
Фаина	7,5	3,2	4,9	3,8	3,5	3,3	3,1	2,9	2,6	2,4	2,6	2,6
Лаура	7,6	2,5	4,5	4,3	3,5	3,7	2,9	3,0	2,7	3,2	2,8	2,4
Ф факт	21,9 *	23,0*	43,8*	20,5*	16,0*	18,5*	12,5*	9,0*	2,7*	4,7*	7,36*	7,3*
НСР 05	1,59	1,33	0,64	1,08	0,60	0,89	0,64	0,68	0,79	0,82	0,89	0,61

Примечание: ¹ П – длина проростка; ² К – длина корешка; * $p \leq 0,05$.

К более засухоустойчивым образцам следует отнести сорта Мечта Поволжья, Зональская 6 и линию Лаура, у которых наблюдались более высокие показатели длины проростка и корешка в условиях осмотического стресса. Сорт Мечта Поволжья отличается наибольшей отзывчивостью на изменение стрессовых условий: разница показателей у проростка в опытных вариантах составила 4,7 см, корешка – 4,4 см. Амплитуда изменчивости проростков у Зональской 6 и Лауры в опытных вариантах – 1,8-2,4 см, корешков – 1,6-1,9 см.

В результате изучения проращивания семян суданской травы в растворах сахарозы с разной концентрацией в 2021 г. также установлена специфическая реакция сортообразцов на физиологическую засуху в лабораторных условиях. Наиболее интенсивным ростом проростка и корешка (при проращивании в дистиллированной воде) характеризовались сортообразцы Фаина, Мечта Поволжья, Амбиция и Л-3000-1/12: 9,7-12,5 см и 9,0-9,2 см соответственно. Выявлено, что у всех изучаемых образцов значительно снижаются линейные показатели величины проростка в опытных вариантах по сравнению с контрольным: диапазон варьирования длины проростков составил 1,5-6,3 см, корешков – 2,1-8,6 см (таблица 2).

Таблица 2 – Проращивание семян суданской травы в растворах сахарозы разных концентраций (см), 2021 г.

Образец	Контроль		Концентрации сахарозы (атмосфер)									
			6		9		12		15		18	
	П	К	П	К	П	К	П	К	П	К	П	К
Аллегория	9,7	6,4	3,3	5,3	2,3	4,0	4,6	4,0	3,1	3,3	4,8	3,8
Зональская 6	8,6	8,2	4,5	8,6	3,4	5,9	3,6	6,3	3,3	4,0	3,3	4,6
Амбиция	10,2	9,2	3,2	4,6	1,5	3,5	4,7	4,7	2,7	3,7	3,1	3,4
Мечта Поволжья	10,4	9,1	4,6	7,5	3,8	8,6	5,8	6,1	5,3	4,5	5,7	4,4
Фаина	12,5	9,0	4,4	7,9	3,1	6,7	4,6	6,4	4,1	3,7	4,2	3,9
Лаура	8,2	5,9	2,8	5,5	2,2	6,0	4,0	5,3	3,1	3,6	3,0	4,1
Л-30/17	8,8	5,6	3,0	2,9	2,2	2,1	5,0	4,5	2,4	4,3	2,9	2,7
Л-96-3/14	8,4	8,0	4,6	4,5	3,6	4,9	6,3	6,2	4,9	6,5	4,8	5,4
Л-3000-1/12	9,9	9,0	2,1	4,6	2,0	5,2	4,9	6,4	3,0	4,3	2,9	3,7
Ффакт.	3,9*	5,0*	26,3*	16,3*	18,0*	17,7*	7,0*	4,2*	14,2*	8,7*	13,6*	6,2*
НСР05	1,9	1,8	0,5	1,3	0,5	1,3	0,9	1,3	0,7	0,9	0,8	0,9

Примечание: ¹ П – длина проростка; ² К – длина корешка; * $p \leq 0,05$.

Значительное угнетение проростков отмечено у Аллегории, Амбиции, Фаины, Лауры, Л-30/17 и Л-3000-1/12. У сорта суданской травы Зональская 6 с повышением концентрации раствора сахарозы длина проростка уменьшается с 8,6 см до 3,3 см, у Мечты Поволжья – с 10,4 см до 3,8 см, у Л-96-3/14 – с 8,4 см до 3,6 см. При этом, наименьшая изменчивость величины признака в различных опытных вариантах отмечена у сортов Фаина и Зональская 6: амплитуда варьирования остается на одном уровне во всех концентрациях сахарозы (3,1-4,6 см и 3,3-4,5 см, соответственно). У сорта Мечта Поволжья интервал варьирования составил 3,8-5,8 см.

Наиболее интенсивным ростом корешка при проращивании в дистиллированной воде характеризовались сорта Амбиция, Мечта Поволжья, Фаина и линия Л-3000-1/12: величина признака составила 9,0-9,2 см. У образцов Аллегория, Амбиция, Л-30/17 отмечено значительное снижение длины корешка при проращивании в растворах с разным осмотическим давлением гипертонических растворов. Однако, рассматривая реакцию сорта Амбиция на интенсивность развития корешка в опытных вариантах, установлено, что его величина существенно не изменялась и составила 3,4-4,7 см. Также длина корешка у сортообразцов Лаура (в вариантах с 6, 9, 12 атм. сахарозы) и Мечта Поволжья, Зональская 6 (6 и 9 атм.) остаются на одном уровне относительно контрольного варианта, что свидетельствует об их большей устойчивости к засухе, смоделированной в лабораторных условиях.

4. Заключение

Проращивание семян на растворе сахарозы, используемого в качестве осмотика, выявило различия между сортами суданской травы, что позволило провести группировку их по степени засухоустойчивости. Установлено, что с увеличением осмотического давления в растворах сахарозы (с 6 до 18 атмосфер) у большинства сортообразцов угнетение ростовых процессов наблюдалось уже с концентрации в 12 атмосфер. В результате проведенного исследования выделены сорта суданской травы Мечта Поволжья, Зональская 6 и линия Лаура, являющихся перспективными для дальнейшего изучения засухоустойчивости в естественных полевых условиях, а также включения данных сортообразцов в гибридизацию с целью выведения новых стрессоустойчивых форм.

Conflict of Interest

None declared.

Конфликт интересов

Не указан.

References

1. Виноградова Е.Г. Использование сахарозы и маннита для дифференциации генотипов льна по устойчивости к осмотическому стрессу / Е.Г. Виноградова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15. № 3 (59). – С. 10-15.
2. Белозерова А.А. Оценка адаптивности генотипов озимой пшеницы и ржи по норме реакции и в условиях стресса / А.А. Белозерова, Н.А. Боме // Вестник Тюменского государственного университета. Социально-экономические и правовые исследования. – 2004. – № 3. – С. 89-95.
3. Gahtyari N.C. Effect of osmotic stress and seed priming on wheat seed germination traits / J.P. Jaiswal, M.Talha, R. Choudhary, M. Uniyal, N. Kumar // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 6. – No. 4. – P. 2809.
4. Корниевская Т.В. Оценка засухоустойчивости *Astragalus cicer* L. в лабораторных условиях / Т.В. Корниевская, М.М. Силантьева // XVII Межд. н.-практ. конф. Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2018. – № 17. – С. 368-372.
5. Калинина А.В. Влияние растворов сахарозы на рост и развитие проростков озимой мягкой пшеницы / А.В. Калинина, С.В. Лящева, А.Д. Заворотина, Н.Ю. Ларионова, А.И. Сергеева // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2018. – №3 (20). – С. 22-24.

6. Кужахметов Б.А. Оценка засухоустойчивости яровой мягкой пшеницы по способности семян к прорастанию на концентрированных растворах сахарозы / Б.А. Кужахметов // Вестник мясного скотоводства. – 2010. – Т. 4. – № 63. – С. 117-125.
7. Ионова Е.В. Засухоустойчивость сорго зернового / Е.В. Ионова, А.В. Алабушев // European Social Science Journal. – 2011. – № 5 (8). – С. 485-489.
8. Казакова А.С. Физиология засухоустойчивости сорго / Казакова А.С. // В книге: Проблемы биологии, селекции и технологии возделывания и переработки сорго. – 1992. – С. 13-14.
9. Определение засухоустойчивости зерновых культур по депрессии роста проростков в растворах осмотиков/ под ред. Н.Н. Кожучко, В.М. Царевская. – Л.: Рио ВИР, 1988. – 10 с.
10. Суданская трава [Электронный ресурс]. URL: <http://rossorgo.ru/product-category/sorgovyekultury/travyanistoe/sudanskaya-trava> (дата обращения: 15.10.2021).
11. Ионова Е.В. Засуха и засухоустойчивость зерновых колосовых (обзор) / Е.В. Ионова // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 2 (14). – С. 37-41.

References in English

1. Vinogradova E.G. Ispol'zovanie saharozy i mannita dlya differenciacii genotipov l'na po ustojchivosti k osmoticheskomu stressu [The use of sucrose and mannitol to differentiate flax genotypes by resistance to osmotic stress] / E.G. Vinogradova // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – V. 15. – № 3 (59). – P. 10-15. [in Russian]
2. Belozeroва A.A. Ocenka adaptivnosti genotipov ozimoy pshenicy i rzhi po norme reakcii i v usloviyah stressa [Assessment of the adaptability of winter wheat and rye genotypes by reaction rate and under stress conditions] / A.A. Belozeroва, N.A. Bome // Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Social'no-ekonomicheskie i pravovye issledovaniya. – 2004. – № 3. – P. 89-95. [in Russian]
3. Gahtyari N. C. Effect of osmotic stress and seed priming on wheat seed germination traits / J.P. Jaiswal, M.Talha, R. Choudhary, M. Uniyal, N. Kumar // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 6. – No. 4. – P. 2809.
4. Kornievskaya T.V. Ocenka zasuhoustojchivosti Astragalus cicer L. v laboratornyh usloviyah [Assessment of drought resistance of Astragalus cicer L. in laboratory conditions] / T.V. Kornievskaya, M.M. Silant'eva // XVII Mezhd. n.-prakt. konf. Problemy botaniki YUzhnoj Sibiri i Mongolii. – 2018. – № 17. – P. 368-372. [in Russian]
5. Kalinina A.V. Vliyanie rastvorov saharozy na rost i razvitie proroostkov ozimoy myagkoj pshenicy [Effect of sucrose solutions on the growth and development of winter soft wheat seedlings] / A.V. Kalinina, S.V. Lyashcheva, A.D. Zavorotina, N.YU. Larionova, A.I. Sergeeva // Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka. – 2018. – №3 (20). – P. 22-24. [in Russian]
6. Kuzhahmetov B.A. Ocenka zasuhoustojchivosti yarovoj myagkoj pshenicy po sposobnosti semyan k proroastaniyu na koncentrirovannyh rastvorah saharozy [Evaluation of drought resistance of spring soft wheat by the ability of seeds to germinate on concentrated sucrose solutions] / B.A. Kuzhahmetov // Vestnik myasnogo skotovodstva. – 2010. – V. 4. – № 63. – P. 117-125. [in Russian]
7. Ionova E.V. Zasuhooustojchivost' sorgo zernovogo [Drought resistance of grain sorghum] / E.V. Ionova, A.V. Alabushev // European Social Science Journal. – 2011. – № 5 (8). – P. 485-489. [in Russian]
8. Kazakova A.S. Fiziologiya zasuhoustojchivosti sorgo [Physiology of drought resistance of sorghum] // V knige: Problemy biologii, selekcii i tekhnologii vzdelyvaniya i pererabotki sorgo. Rossijskaya konferenciya, tezisy dokladov. – 1992. – P. 13-14. [in Russian]
9. Opredelenie zasuhoustojchivosti zernovyh kul'tur po depressii rosta proroostkov v rastvorah osmotikov [Determination of drought resistance of grain crops by the depression of the growth of seedlings in osmotic solutions] / edit. N.N. Kozhuchko, V.M. Carevskaya. – L.: Rio VIR, 1988. – 10 p. [in Russian]
10. Sudanskaya trava [Sudanese grass] [Electronic resource]. URL: <http://rossorgo.ru/product-category/sorgovyekultury/travyanistoe/sudanskaya-trava> (accessed: 15.10.2021).
11. Ionova E.V. Zasuha i zasuhoustojchivost' zernovyh kolosovyh (obzor) [Drought and drought resistance of grain crops (review)] / E.V. Ionova // Zernovoe hozyajstvo Rossii. – 2011. – № 2 (14). – P. 37-41. [in Russian]