УДК 633.174:631.671.3

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ВЕНИЧНОГО СОРГО
В УСЛОВИЯХ ОСМОТИЧЕСКОГО СТРЕССА
В СЕЛЕКЦИИ НА ПОВЫШЕНИЕ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ**

Кибальник Оксана Павловна

к.б.н., главный научный сотрудник

Ефремова Ирина Григорьевна

к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник

Куколева Светлана Сергеевна

научный сотрудник

Степанченко Денис Александрович

к.с.-х.н., старший научный сотрудник

ФГБНУ Российский научно-исследовательский
и проектно-технологический институт сорго и кукурузы

Аннотация: Высокие показатели набухания семян – 101,9-115,4% (в среднем в контрольном и опытных вариантах) отмечены через 48 часов у линий веничного сорго Л-93/14, Л-136/11, Л-117/14 и Л-146/14. Линия Л-148/14 отличилась наибольшим набуханием семян в опытных растворах (сахарозы и нитрата калия) – до 67,4 и 68,3% по сравнению с контролем (62,8%), что превысило его соответственно на 7,3-8,7%. Полученные результаты свидетельствуют о ее высокой засухоустойчивости.

Ключевые слова: веничное сорго, сорт, линия, набухание семян, осмотики, засухоустойчивость.

**PHYSIOLOGICAL FEATURES
OF THE INITIAL MATERIAL
OF BROOM SORGHUM UNDER OSMOTIC STRESS
IN BREEDING TO INCREASE DROUGHT RESISTANCE**

Kibalnik Oksana Pavlovna

Efremova Irina Grigorevna

Kukoleva Svetlana Sergeevna

Stepanchenko Denis Aleksandrovich

Abstract: High rates of seed swelling – 101.9-115.4% (on average in the control and experimental variants) were noted after 48 hours in the broom sorghum lines L-93/14, L-136/11, L-117/14 and L-146/14. The L-148/14 line was distinguished by the greatest swelling of seeds in experimental solutions (sucrose and potassium nitrate) – up to 67.4 and 68.3% compared with the control (62.8%), which exceeded it by 7.3-8.7%, respectively. The results obtained indicate its high drought resistance.

Keywords: broom sorghum, variety, line, seed swelling, osmotics, drought resistance.

Для ускорения селекционного процесса стрессоустойчивых сельскохозяйственных культур необходимы надежные методы оценки исходного материала по конкретным показателям засухоустойчивости. Использование в селекции достижений физиологии растений возможно на основе всестороннего изучения закономерностей роста и развития, протекания физиологических процессов, особенностей метаболизма растений в естественных и искусственных условиях [1, с. 8-14]. Применение селекционных, интродукционных, агротехнических способов повышения устойчивости растений к стрессам является важнейшей задачей и невозможно без наиболее эффективных методов диагностики.

В ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» при выведении новых сортов сорговых культур, в том числе и веничного сорго уделяется внимание оценке степени засухоустойчивости нового исходного материала. При этом сведения по данному направлению изучены не достаточно полно. Поэтому целью исследований являлось проведение диагностики устойчивости растений веничного сорго к абиотическим стрессорам в лабораторных условиях для использования в селекции на повышение засухоустойчивости.

Материал и методы

Объектами исследований в 2021 г. служили 9 сортов и линий веничного сорго – Мастер, Трудовой, Л-93/14, Л-137/11, Л-136/11, Л-148/14, Л-117/14, Л-120/14, Л-146/14. К косвенным методам оценки относительной засухоустойчивости относится метод определения набухания семян в растворе с повышенным осмотическим давлением, имитирующим недостаток воды (например, раствор сахарозы, нитрата калия). Схема опыта включала следующие варианты: 1 – контроль (дистиллированная вода), 2 – раствор сахарозы (19 атм.), 3 – раствор нитрата калия (72 атм.) Семена

засухоустойчивых сортов в чистой воде поглощали воды меньше, а в растворах сахарозы больше, чем неустойчивые. Набухание семян определялось по изменению веса и выражалось в процентах к исходному весу [2, с. 23].

$$A=(M_1-M_2)\times 100/M_2,$$

где M_1 и M_2 – массы набухшего и исходного образцов.

Динамика поглощения воды и осмотических растворов семенами веничного сорго оценена по прошествии 6-ти временных периодов: через час набухания, 2, 4, 6, 24 и 48 часов.

Статистическая обработка результатов исследований выполнена с помощью программ «AGROS 2.09» методом дисперсионного анализа, статистической выборки данных [3].

Результаты исследования

Засухоустойчивость кормовой и технической культуры веничного сорго обеспечивается пассивными и активными способами адаптации: наличием воскового налета на листьях, способствующим сокращению непродуктивного испарения, возможностью растений сорго впадать в состояние анабиоза при остром недостатке влаги в почве и возвращаться к активной вегетации при улучшении влагообеспеченности посевов, развитием мощной корневой системы, экономным расходом влаги при ее недостатке [4, с. 18-19]. В институте созданы и допущены к использованию два сорта Мастер и Трудовой, характеризующиеся высокой технологичностью. Выведены перспективные линии, засухоустойчивость которых предстояло исследовать с помощью методики, главное достоинство которой заключается в простоте и высокой производительности, позволяющая проводить массовую оценку засухоустойчивости селекционного материала в лабораторных условиях.

Набухание – важнейший период в цикле развития растений от посева до всходов и условие прорастания семян. Оно начинается, когда семена достигают влажности выше критической, происходит изменение физического состояния зерновок, создаются условия для начала биохимического метаболизма и развития биологических процессов [5, с. 344]. От условия протекания набухания зависит дальнейшее вегетативное и продуктивное развитие растений [6, с. 265].

Выявлена различная реакция генотипа на набухание семян, которое варьировало в среднем в течение 48 часов опыта от 66,7% (Л-120/14) до 74,0% (Л-136/11) при среднем показателе в опыте у сортов-стандартов Мастер и Трудовой – 67,4 и 70,2%, соответственно (таблица 1). Уровень набухания

семян, достоверно превышающий стандарты, отмечен у линий Л-146/14, Л-117/14, Л-136/11 – 71,3-74,0%.

В наших исследованиях установлено, что в первые 1-2 часа наблюдений (в среднем по сортам) прослеживалось интенсивное набухание – 51,4-55,7%. Затем в интервале 4-6 часов у всех изучаемых сортов и линий отмечен лаг-период, в течение которого скорость поглощения воды значительно не менялась и оставалась на уровне 60,2-64,6%. Следующая фаза (в течение 24 и 48 часов) характеризовалась повторным увеличением темпов водопоглощения. На этом этапе набухание достигло 83,4-101,9%. Таким образом, в среднем по опыту наблюдается положительная динамика увеличения набухания семян: в первый интервал времени – на 8,4%, второй – 17,1%, третий – 25,7%, четвертый – 62,2% и последний (через 48 часов) – 98,2%. Полученные результаты подтверждены дисперсионным анализом.

В основном наибольшее поглощение воды семенами образцов сорго выявлено в контрольных вариантах, набухание семян в растворах сахарозы и KNO_3 оказалось ниже. Исключение составила линия Л-148/14, у которой обнаружено превышение набухания семян в опытных растворах – до 67,4 и 68,3% по сравнению с контролем (62,8%), то есть интенсивность набухания

Таблица 1

**Набухание семян (%) веничного сорго
в гипертонических растворах**

Образец (фактор А)	Варианты опыта (фактор В)	Время экспозиции, часов						Среднее ²	Среднее по фактору А
		1	2	4	6	24	48		
Мастер	1	50,4	57,2	59,8	62,1	90,9	112,1	72,1	67,4a
	2	46,6	47,2	55,1	70,6	70,6	83,8	62,3	
	3	55,3	54,4	61,3	67,4	80,7	87,9	67,8	
Среднее ¹		50,8	52,9	58,7	66,7	80,7	94,6		
Трудовой	1	55,2	58,8	56,8	64,0	91,7	114,6	73,5	70,2 bcd
	2	49,5	54,3	58,3	61,5	82,8	94,5	66,8	
	3	53,0	59,5	61,7	72,9	81,8	92,8	70,3	
Среднее		52,6	57,5	58,9	66,1	85,4	100,6		
Л-148/14	1	50,7	53,3	59,3	63,2	83,7	109,1	62,8	68,5 ab
	2	50,4	54,7	60,7	69,1	76,7	98,0	68,3	
	3	57,5	56,1	61,7	64,4	79,6	84,9	67,4	

Продолжение Таблицы 1

Среднее		52,9	54,7	60,6	65,6	80,0	97,3		
Л-93/14	1	45,8	56,7	60,5	67,3	86,7	120,2	72,9	68,1 ab
	2	46,8	52,7	58,2	54,1	78,4	93,6	64,0	
	3	52,3	55,0	59,8	64,5	80,1	92,2	67,3	
Среднее		48,3	54,8	59,5	62,0	81,7	102,0		
Л-120/14	1	49,9	52,3	58,2	67,1	85,2	116,7	71,6	66,7 a
	2	44,3	47,9	56,4	60,3	74,3	91,1	62,4	
	3	50,0	61,9	61,9	63,7	71,2	87,7	66,1	
Среднее		48,1	54,0	58,8	63,7	76,9	98,5		
Л-136/11	1	49,6	57,1	65,1	65,9	99,7	132,9	78,4	74,0 e
	2	48,5	58,4	58,8	67,2	91,8	117,7	73,7	
	3	52,1	61,7	63,3	65,3	82,0	95,6	70,0	
Среднее		50,1	59,1	62,4	66,1	91,2	115,4		
Л-117/14	1	50,9	54,4	63,7	69,0	98,0	129,4	77,6	71,4 d
	2	52,1	52,3	58,4	60,2	84,4	106,2	68,9	
	3	54,9	56,1	61,6	61,1	79,5	93,8	67,8	
Среднее		52,6	54,3	61,2	63,4	87,3	109,8		
Л-146/14	1	51,9	58,3	66,0	75,5	99,2	120,3	78,5	71,3 cd
	2	50,6	54,2	58,9	58,9	83,7	95,8	67,0	
	3	57,2	59,2	61,8	63,7	78,2	89,5	68,3	
Среднее		53,2	57,2	62,2	66,0	87,0	101,9		
Л-137/11	1	57,3	59,6	61,6	62,4	88,3	110,6	73,3	68,4 ab
	2	52,2	53,0	57,7	59,2	79,6	94,3	66,0	
	3	53,6	58,4	60,0	62,3	74,6	87,3	66,0	
Среднее		54,4	57,0	59,8	61,3	80,8	97,4		
Среднее в опыте по фактору В	1							74,2 b	
	2							66,6 a	
	3							67,9 a	
Среднее в опыте по фактору С		51,4 a	55,7b	60,2c	64,6d	83,4e	101,9f		
$F_{\text{факт.}} = 25,83^*$; $HCP_{05} = 10,46$; $F_{\text{факт.}(A)} = 7,08^*$; $HCP_{05(A)} = 2,46$; $F_{\text{факт.}(B)} = 62,90^*$; $HCP_{05(B)} = 1,42$; $F_{\text{факт.}(C)} = 715,16^*$; $HCP_{05(C)} = 2,01$; $F_{\text{факт.}(AB)} = 1,79^*$; $HCP_{05(AB)} = 4,27$; $F_{\text{факт.}(AC)} = 1,96^*$; $HCP_{05(AC)} = 6,03$; $F_{\text{факт.}(ABC)} = 0,68$									

Примечание: ¹ – среднее по набуханию семян каждого образца;
² – среднее по набуханию семян образца в каждом варианте опыта

семян в растворах сахарозы и нитрата калия превысила контроль на 7,3-8,7%, соответственно. Это свидетельствует о выраженной засухоустойчивости данной селекционной линии, которая может использоваться в качестве стандарта в дальнейших исследованиях.

Заключение. Лабораторный метод изучения набухания семян образцов веничного сорго в осмотических растворах позволил дать косвенную оценку их засухоустойчивости и выделить перспективные линии для дальнейших исследований в создании нового генофонда. Результаты эксперимента свидетельствуют о высокой засухоустойчивости селекционной линии Л-148/14, которая характеризуется превышением набухания семян в опытных растворах сахарозы и нитрата калия – до 67,4 и 68,3% по сравнению с контролем (62,8%), что соответствует превышению над контролем на 7,3-8,7%.

Список литературы

1. Коровин А.И. Растения и экстремальные температуры. – Л.: Гидрометеиздат.–1984. – 272 с.
2. Методика диагностики устойчивости растений (засухо-, жаро-, соле- и морозоустойчивости) / Сост.: Удовенко Г.В., Олейникова Т.В., Кожушко Н.Н. и др. – Л. – 1970. – 74 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) – М., 2011.– 352 с.
4. Царев А.П., Морозов Е.В. Агробиологические основы выращивания и использования сорговых культур в Поволжье.– Саратов. – 2011.–244 с.
5. Зубарева К.Ю. Особенности набухания семян в зависимости от условий предпосевной обработки// Мат-лы IV межд. науч. конф. Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности.– Донецк.– 2019.– С.344-346.
6. Полевой А.Н., Сеницына В.В. Моделирование развития зерновых культур на ранних этапах онтогенеза и формирования всходов// Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, 2013.–Т.25.– С. 265-288.

© О.П. Кибальник, И.Г. Ефремова, С.С. Куколева, Д.А. Степанченко, 2021