



5. Кочетков И. Н., Иванченко В. В., Борисов С. Ю. Ге-загард, дуал-голд, фюзилад форте в защите посевов от сорняков // Специалисты АПК нового поколения : материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. Саратов : СГАУ, 2010. С. 96–98.
6. Иванова Е. В., Ксенофонтова О. Ю. Почвенные микроорганизмы деструкторы «Прометрина» // Биотехнология : реальность и перспективы в сельском хозяйстве : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Саратов : Изд-во «КУБиК», 2013. С. 253–255.
7. Козлова А. А. Учебная практика по физике почв : учеб.-метод. пособие. Иркутск : Изд-во ИГУ, 2009. 81 с.
8. Нетрусов А. И., Егорова М. А., Захарчук Л. М. и др. Большой практикум по микробиологии : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. А. И. Нетрусова. М. : Академия, 2005. 608 с.
9. Сидоров М. А., Скородумов Д. И., Федотов В. Б. Определитель зоопатогенных микроорганизмов / под ред. М. А. Сидорова. М. : Колос, 1995. 319 с.
10. Петерсон А. М., Чиров П. А. Практические рекомендации для идентификации сапрофитных и условно-патогенных бактерий по фенотипическим признакам : для студ. биол. фак-та. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2005. 20 с.
11. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов / пер. с англ. М. : Мир, 2001. 486 с.
12. РД 52.18.188–2001 Определение массовой доли триазиновых гербицидов симазина и прометрина в пробах почвы. URL: eolan.com.ru/catalog/337/13385 (дата обращения: 12.01.13).
13. ГОСТ 17.4.4.02–84 Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. URL: chem/ib.msk.vu/Chembooks/documentation/GOST_17.4.4.02-84.pdf (дата обращения: 12.01.13).
14. Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1987. 256 с.
15. Звягинцев Д. Г. Некоторые концепции строения и функционирования комплекса почвенных микроорганизмов // Вестн. Моск. ун-та. 1978. № 4. С. 63–72.
16. Звягинцев Д. Г. Успехи и современные проблемы почвенной микробиологии // Почвоведение. 1988. № 10. С. 44–51.
17. Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. М. : Изд-во Моск. ун-та, 2005. 445 с.

УДК 633.174:58.084.1:581.1

УСТОЙЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ СОРТОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО К РАЗНОКАЧЕСТВЕННОМУ ЗАСОЛЕНИЮ

В. В. Коробко¹, Д. П. Волков²

¹Саратовский государственный университет

E-mail: v.v.korobko@mail.ru

²ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», Саратов

E-mail: rossorgo@yandex.ru

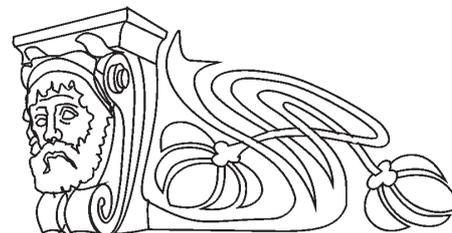
Определена всхожесть семян некоторых сортов зернового сорго в условиях различного засоления. Установлена степень устойчивости исследованных сортов к хлоридному, сульфатному и смешанным типам засоления. Выявлены некоторые особенности развития проростков сортов, различающихся по степени устойчивости к определенным типам засоления субстрата.

Ключевые слова: сорго, хлоридное засоление, сульфатное засоление, смешанное засоление, проросток, рост.

The Tolerance of Seedlings of Some Varieties of Grain Sorghum in Various Types of Salinity

V. V. Korobko, D. P. Volkov

The authors determined the seed germination of some varieties of grain sorghum in different types of salinity. The degree of stability of the investigated varieties in condition of chloride, sulfate, and mixed type of salinity estimated. The features of development of seedling varieties, which differ in the degree of salt tolerance, identified.



Key words: sorghum, chloride salinity, sulfate salinity, mixed salinity, seedling, growth.

Действие засоления имеет комплексный характер и обусловлено как нарушением осмотического баланса клетки, что негативно сказывается на водном режиме растений, так и прямым токсическим влиянием ионов на физиологические и биохимические процессы в клетке. Культурные растения характеризуются сравнительно ограниченной выносливостью к засолению субстрата, испытывают заметное угнетение роста и снижают свою урожайность [1]. По этой причине выведение солеустойчивых форм до настоящего времени является одной из приоритетных задач селекционной работы [2].

Сорго – продуктивная кормовая культура, важнейшими биологическими особенностями ко-



торой является способность к произрастанию на почвах разного механического состава и высокая солеустойчивость. Сахарное и зерновое сорго лучше других кормовых культур переносят засоление почвы, формируют высокие урожаи фитомассы. В ранних исследованиях установлено, что сорта зернового сорго весьма существенно отличаются по степени устойчивости к различным типам засоления субстрата [3,4].

Цель настоящего исследования – оценить степень устойчивости среднепоздних и среднеспелых сортов зернового сорго к различным типам засоления и выявить особенности роста и развития проростков в условиях разнокачественного засоления.

Определение степени солеустойчивости растений по изменению их продуктивности под влиянием фактора засоления связано с рядом сложностей, в связи с этим применяют лабораторные методы диагностики, как прямые так и косвенные [5]. Используемый в настоящей работе метод определения степени устойчивости сортов по всхожести семян зарекомендовал себя как надежный, обеспечивающий достоверность и объективность результатов, не сложный технически и высокопроизводительный [6].

Материалы и методы

Исследования проводились на кафедре микробиологии и физиологии растений СГУ. Объектами исследования служили среднеспелые и среднепоздние сорта зернового сорго, возделываемые в настоящее время и являющиеся перспективными. Семенной материал был получен из ФГБНУ РосНИИСК «Россорго».

Засоление, вызванное высокими концентрациями одной соли, встречается в естественных ус-

ловиях редко, обычно в почве присутствуют смеси солей в различных соотношениях. Для проведения исследования использовали чистые растворы хлорида и сульфата натрия, а также смешанные в следующих пропорциях: 1:3, 2:2, 3:1. Концентрации растворов соответствовали осмотическому давлению 1,2 МПа, согласно общепринятой для данной культуры методике [6]. Для исследования использовали неповрежденные, выровненные по размеру семена одной репродукции. Для получения контрольных значений семена проращивали на дистиллированной воде. Опыт проводили в трех повторностях при температуре 24° С ($n=100$). Всхожесть определяли на 7-й день с поправкой на контрольные значения: $A = B/C \cdot 100\%$, где B – количество семян, проросших в опыте; C – количество семян, проросших в контроле.

Для определения степени устойчивости сорта распределяли на классы, предварительно рассчитав величину интервала (K) между ними: $K = (P_{\text{макс.}} - P_{\text{мин.}})/r$, где $P_{\text{макс.}}$ – максимальное значение всхожести; $P_{\text{мин.}}$ – минимальное значение всхожести. Количество классов определили по формуле: $r = 1 + 3,3 \log m$, где r – число классов устойчивости; m – число исследуемых сортов. Величину интервала между классами устойчивости рассчитывали отдельно для каждого варианта опыта.

Количественный учет роста растений проводили на 10-е сутки по значениям абсолютно сухой массы корневой системы и побега, а также их соотношению, как показателя корнеобеспеченности проростка ($n = 30$).

Результаты и их обсуждение

Всхожесть семян сорго зернового в условиях разнокачественного засоления составила от 19,2 до 97% от контрольных значений (табл. 1).

Таблица 1

Всхожесть семян зернового сорго в условиях разнокачественного засоления, % от контрольных значений

Сорт	Тип засоления (NaCl:Na ₂ SO ₄)				
	4:0	0:4	1:3	2:2	3:1
Среднеспелые					
Круста	83,0±6,1	87,0±5,4	84,0±5,9	85,0±5,8	85,0±5,8
Волжское 4	97,0±2,8	96,0±3,2	96,0±3,2	90,0±4,9	68,0±7,5
Восковидное Волжское 4	27,0±7,2	78,0±6,7	46,0±8,1	60,0±7,9	45,0±8,0
A ₂ КВВ114♀	42,3±8,0	38,5±2,0	19,2±6,4	34,0±7,9	42,3±8,0
Среднепоздние					
Волжское 5	34,0±7,7	89,0±5,1	65,0±7,7	49,0±6,1	34,0±8,0
Волжское 8	42,0±8,0	56,0±8,0	44,0±8,0	35,0±7,7	45,0±8,0
Мутант 39	52,0±8,1	57,0±8,0	82,0±6,2	65,0±7,7	21,0±6,6
ПСИ128/05	73,0±7,2	72,0±7,3	47,0±8,1	61,0±7,9	74,0±7,1



На основании полученных данных сорта распределены на четыре класса устойчивости (табл. 2). Высокоустойчивыми являются сорта четвертого класса. Степень устойчивости сортов

третьего класса определена как средняя. Сорта, относящиеся ко второму классу, являются слабоустойчивыми, к первому – неустойчивыми.

Таблица 2

Распределение сортов зернового сорго по группам устойчивости к различным типам засоления

Класс устойчивости	Тип засоления (NaCl:Na ₂ SO ₄)				
	4:0	0:4	1:3	2:2	3:1
I			A ₂ КВВ114♀		
II	Восковидное Волжское 4, Волжское 5*'				Мутант 39
III	A ₂ КВВ114♀*, Волжское 8', Мутант39	A ₂ КВВ114♀	Восковидное Волжское 4, Волжское 8, ПСИ128/05	Волжское 8, A ₂ КВВ114♀	Восковидное Волжское 4, A ₂ КВВ114♀, Волжское 8, Волжское 5
IV	Круста, Волжское 4, ПСИ128/05	Круста, Волжское 4, Восковидное Волжское 4, Волжское 5, Волжское 8, Мутант 39, ПСИ128/05	Круста, Волжское 4, Волжское 5, Мутант 39	Круста, Волжское 4, Восковидное Волжское 4, Волжское 5, Мутант 39, ПСИ128/05	Круста, Волжское 4, ПСИ128/05

Примечание: *, ' – различия между сортами статистически не достоверны.

Практически все исследованные сорта являются высокоустойчивыми в условиях сульфатного и смешанного в равных долях засоления. Исключение составили среднеустойчивый при данных типах засоления сорт A₂КВВ 114♀ и среднеустойчивый при смешанном (2:2) засолении сорт Волжское 8. В условиях хлоридного засоления высокую устойчивость проявили сорта Круста, Волжское 4 и ПСИ 128/05; среднюю – сорта A₂КВВ 114♀, Волжское 8 и Мутант 39; слабоустойчивыми являются Восковидное Волжское 4 и Волжское 5. При проращивании зерновок на смешанном солевом растворе с преобладанием сульфата натрия высокоустойчивы сорта Круста, Мутант 39, Волжское 4, Волжское 5; среднеустойчивы – ПСИ 128/05, Волжское 8, Восковидное Волжское 4. Среднеспелый сорт A₂КВВ 114♀ при сульфатно-хлоридном засолении является неустойчивым. В условиях хлоридно-сульфатного засоления высокой устойчивостью характеризуются проростки сорта Круста, Волжское 4, ПСИ 128/05; среднеустойчивыми являются Восковидное Волж-

ское 4, A₂КВВ 114♀, Волжское 8 и Волжское 5; сорт Мутант 39 слабоустойчив.

Для оценки влияния разнокачественного засоления на рост растений использовали показатель корнеобеспеченности проростков. Корнеобеспеченность контрольных растений составила от 0,2 (A₂КВВ 114♀) до 0,7 (Волжское 4) относительных единиц (отн.ед.) (табл. 3). В ряде вариантов опыта корнеобеспеченность растений определить не удалось в связи с низкой всхожестью семян ($n < 30$).

При сравнении экспериментальных данных с контрольными значениями установлено, что в условиях хлоридного засоления у проростков всех среднеспелых и среднепоздних сортов зернового сорго соотношение сухой массы корневой системы и побега превышает контрольные значения, в наибольшей степени это проявляется у слабоустойчивого сорта Волжское 5.

При культивировании объектов исследования на растворе сульфата натрия корнеобеспеченность проростков всех высокоустойчивых при данном типе засоления сортов составила от 60%



(Волжское 8, ПСИ 128/05) до 85% относительно контроля (Волжское 4). Исключениями являются высокоустойчивый сорт Мутант 39, показатель корнеобеспеченности которого в 1,25 раз превы-

сил контрольное значение, а также среднеустойчивый сорт А₂КВВ 114♀, у проростков которого данный показатель не изменился относительно контроля.

Таблица 3

Влияние разнокачественного засоления на корнеобеспеченность проростков зернового сорго, отн. ед.

Сорт	Контроль	Тип засоления (NaCl:Na ₂ SO ₄)				
		4:0	0:4	1:3	2:2	3:1
Среднеспелые						
Круста	0,6	0,8	0,4	0,3	0,6	0,6
Волжское 4	0,7	0,8	0,6	0,6	1,0	1,0
Восковидное Волжское 4	0,4	–	0,3	0,3	1,0	0,4
А ₂ КВВ 114♀	0,2	0,3	0,2	–	0,4	0,3
Среднепоздние						
Волжское 5	0,4	0,8	0,3	0,5	1,3	0,4
Волжское 8	0,5	0,6	0,3	0,3	0,8	0,5
Мутант 39	0,4	0,5	0,5	0,5	0,7	–
ПСИ 128/05	0,5	0,6	0,3	0,4	0,5	0,3

В условиях смешанного в равных долях засоления значение корнеобеспеченности проростков сортов Круста и ПСИ 128/05 не изменилось, для всех остальных сортов отмечено повышение данного показателя относительно контрольных значений. Максимальные различия между корнеобеспеченностью проростков в опыте и контроле свойственны сортам Волжское 5 (в 3,25 раза), Восковидное Волжское 4 (в 2,5 раза), А₂КВВ 114♀ (в 2 раза).

Исследование развития проростков в условиях сульфатно-хлоридного засоления показало, что у высокоустойчивых среднепоздних сортов Мутант 39 и Волжское 5 исследуемый показатель превышает контрольные значения в 1,25 раза, тогда как у проростков других сортов значение корнеобеспеченности проростков составляет от 50-60% (Круста, Волжское 8) до 75–85% (Восковидное Волжское 4, ПСИ 128/05, Волжское 4) от контроля.

При выращивании семян в условиях смешанного засоления с преобладанием раствора хлорида натрия показатель корнеобеспеченности не меняется у проростков среднеустойчивых сортов Волжское 8, Волжское 5, Круста, Восковидное Волжское 4; возрастает по сравнению с контрольными значениями в 1,2–1,4 раза у среднеспелых сортов А₂КВВ 114♀ и Волж-

ское 4. У проростков сорта ПСИ 128/05 показатель корнеобеспеченности составил 60% от контрольного значения.

Таким образом, среди изученных сортов два среднеспелых, а именно Круста и Волжское 4, которые проявили высокую устойчивость ко всем без исключения типам засоления. Неустойчивым является сорт А₂КВВ 114♀ при сульфатно-хлоридном засолении, тогда как в других вариантах опыта он характеризуется как слабоустойчивый. Для остальных сортов характерна различная степень устойчивости в зависимости от типа засоления. На основании сравнительного анализа значений корнеобеспеченности опытных и контрольных растений выявлены некоторые особенности развития проростков изученных сортов сорго, различающихся по степени устойчивости к определенным типам засоления субстрата.

Определение степени солеустойчивости, выявление особенностей развития проростков среднеспелых и среднепоздних сортов зернового сорго в условиях разнокачественного засоления, наряду с дальнейшим изучением внутренней сущности метаболических процессов, обуславливающих тот или иной уровень солеустойчивости, имеют значение для целенаправленного использования сортового многообразия данной культуры.



Список литературы

1. Шамсутдинов З. Ш., Савченко И. В. Выявление адаптивного потенциала флоры для фитомелиорации для засоленных земель // Аграрная наука. 1996. № 2. С. 31–32.
2. Гасанов Г. Н., Мусаев М. Р., Мамалаева А. О. Сорго, не боящееся соли // Кукуруза и сорго. 2007. № 4. С. 22–23.
3. Жук Е. А., Волков Д. П., Коробко В. В. Оценка сортообразцов зернового сорго по устойчивости к засолению // Кукуруза и сорго. 2012. № 3. С. 8–10.
4. Коробко В. В., Волков Д. П., Жук Е. А., Букарев Р. В. Определение устойчивости и особенностей развития проростков зернового сорго в условиях разнокачественного засоления // Изв. Саратовского университета. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2012. Т. 12, вып. 4. С. 67–71.
5. Удовенко Г. В., Синельникова В. Н., Давыдова Г. В. Оценка солеустойчивости растений // Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям : метод. руководство. Л., 1988. 85 с.
6. Давыдова Г. В., Малиновский Б. Н. Определение солеустойчивости сортов проса и сорго по прорастанию семян в солевых растворах. Л., 1988. 10 с.