



6. Завьялов Е. В., Кайбелева Э. И., Табачишин В. Г. Сравнительная кариологическая характеристика гадюки Никольского (*Vipera (Pelias) nikolskii*) из пойм малых рек Волжского и Донского бассейнов // Современная герпетология. 2006. Т. 5/6. С. 100–103.
7. Калябина-Хауф С. А., Ананьева Н. Б. Филогеография и внутривидовая структура широкоареального вида ящериц *Lacerta agilis* L. 1758 (Lacertidae, Sauria, Reptilia) (опыт использования митохондриального гена цитохрома *b*) / Зоол. ин-т РАН. СПб., 2004. 108 с.
8. Великов В. А., Ефимов Р. В., Завьялов Е. В., Кузнецов П. Е., Табачишин В. Г., Шляхтин Г. В., Кайбелева Э. И. Генетическая дивергенция некоторых видов гадюк (Reptilia: Viperidae, *Vipera*) по результатам секвенирования генов НАДН-дегидрогеназы III и 12S рибосомальной РНК // Современная герпетология. 2006. Т. 5/6. С. 41–49.
9. Efimov R. V., Zav'yalov E. V., Velikov V. A., Tabachishin V. G. Genetic divergence of *Vipera berus* and *Vipera nikolskii* (Reptilia: Viperidae, *Vipera*) populations in Lower-Volga and adjacent territories assessed according to the sequences of cytochrome oxidase III and 12S ribosome RNA genes // Rus. J. of Genetics. 2008. Vol. 44, № 2. P. 240 – 243.
10. Sambrook J., Fritsch E.F., Maniatis T. Molecular cloning: A laboratory Manual. N.Y. : Cold Spring Harbor, 1989. 381 p.
11. Sanger F., Nicklen S., Coulson A. R. DNA Sequencing with Chain-Termination Inhibitors // Proc. of the National Academy of Sciences USA. 1977. Vol. 74. P. 5436–5467.
12. Tamura K., Dudley J. L., Nei M., Kumar S. MEGA4 : Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) Software Version 4.0 // Molecular Biology and Evolution. 2007. Vol. 24, № 8. P. 1596–1599.
13. Табачишина И. Е., Табачишин В. Г., Шляхтин Г. В. К уточнению северной границы распространения восточной степной гадюки (*Vipera renardi*) в Поволжье // Поволж. экол. журн. 2007. № 3. С. 271–277.
14. Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Завьялов Е. В., Табачишина И. Е. Животный мир Саратовской области : в 4 кн. Кн. 4. Амфибии и рептилии. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2005. 116 с.
15. Ефимов Р. В., Завьялов Е. В., Великов В. А., Табачишин В. Г. Предварительные данные о генетической дифференциации нижеволжских популяций гадюки Никольского (*Vipera nikolskii*, Viperidae) по результатам секвенирования генов 12S рибосомной РНК и цитохромоксидазы III // Современная герпетология. 2007. Т. 7, вып. 1/2. С. 69–75.
16. Ефимов Р. В., Завьялов Е. В., Великов В. А., Табачишин В. Г. Генетическая дивергенция популяций *Vipera berus* и *Vipera nikolskii* (Reptilia: Viperidae, *Vipera*) Нижнего Поволжья и сопредельных территорий по результатам секвенирования генов цитохромоксидазы III и 12S рибосомной РНК // Генетика. 2008. Т. 44, № 2. С. 283–286.

УДК 633.174:58.084.1:581.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ И ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗВИТИЯ ПРОРОСТКОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО В УСЛОВИЯХ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОГО ЗАСОЛЕНИЯ

В. В. Коробко, Д. П. Волков*, Е. А. Жук*, Р. В. Букарев

Саратовский государственный университет

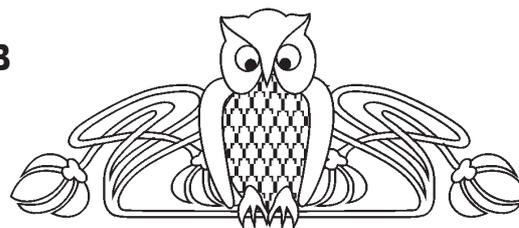
E-mail: v.v.korobko@mail.ru

* ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», Саратов

E-mail: rossorgo@yandex.ru

Определена всхожесть семян некоторых сортов зернового сорго в условиях различного засоления. Установлена степень устойчивости сортов к хлоридному, сульфатному и смешанному 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 Salt Tolerance and Features of the Development of Seedlings of Some Varieties of Grain Sorghum in Various Types of Salinity

V. V. Korobko, D. P. Volkov, E. A. Zhuk, R. V. Bukarev

The authors determined the seed germination of some varieties of grain sorghum in different types of salinity. The degree of stability of



the 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.

Культурные растения возделываются человеком в самых разнообразных экологических условиях, часто интенсивность воздействия того или иного фактора окружающей среды выходит за пределы возможностей, обусловленных пластичностью вида. Особенно в неблагоприятной экологической обстановке находятся культурные растения в областях, где влияние метеорологических факторов сочетается с воздействием еще и почвенного засоления [1]. Площади засоленных территорий постоянно увеличиваются, а их полное рассоление с использованием мелиоративных мер практически невозможно [2]. Культурные растения характеризуются сравнительно ограниченной выносливостью к засолению субстрата, на засоленных почвах они испытывают заметное угнетение роста и снижают свою урожайность [3]. Различные сорта одной и той же культуры подчас весьма существенно отличаются по степени солеустойчивости и наследственно сохраняют её в поколениях. В этой связи является необходимым выведение и отбор наиболее солеустойчивых сортов. Многие сорта зернового, как и некоторых других видов, сорго характеризуются солеустойчивостью и являются перспективными для возделывания при различных типах засоления почв.

Определение степени солеустойчивости растений по изменению их продуктивности под влиянием фактора засоления связано с рядом сложностей [4], в связи с этим применяют лабораторные методы диагностики как прямые, так и косвенные. Используемый в настоящей работе метод определения степени устойчивости сортов по всхожести семян [5] зарекомендовал себя как надежный, обеспечивающий достоверность и объективность результатов, не сложный технически и высокопроизводительный.

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

Материал и методы

Исследования проводились на кафедре микробиологии и физиологии растений СГУ. Объектами исследования служили раннеспелые и среднераннеспелые сорта зернового сорго, интенсивно возделываемые в настоящее время и яв-

ляющиеся перспективными. Семенной материал был получен из ФГБНУ РосНИИСК «Россорго».

Засоление, вызванное высокими концентрациями одной соли, встречается в естественных условиях 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 в пропорциях: 1:3, 2:2, 3:1. Концентрации растворов соответствовали осмотическому давлению 1,2 МПа, согласно общепринятой для данной культуры методике [5]. Для исследования использовали неповрежденные, выровненные по размеру семена одного года репродукции, с хорошей всхожестью ($\geq 90\%$). Для получения контрольных значений семена проращивали на дистиллированной воде. Опыт проводили в трех повторностях при температуре 24°C ($n = 100$). 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 группы, предварительно рассчитав величину интервала (K) между группами:

$$K = (P_{\text{макс.}} - P_{\text{мин.}})/r,$$

где $P_{\text{макс.}}$ – максимальное значение всхожести; $P_{\text{мин.}}$ – минимальное значение всхожести. Количество групп определили по формуле:

$$r = 1 + 3,3 \log n,$$

где r – число групп устойчивости; n – число исследуемых сортов. Величину интервала между группами 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 показателю корнеобеспеченности проростка ($n = 30$).

Результаты и их обсуждение

Всхожесть семян сорго зернового в условиях разнокачественного засоления составила от 1,1 до 100 % от контрольных значений (табл. 1). На основании полученных данных сорта были распределены по пяти группам устойчивости (табл. 2). Высокоустойчивыми и устойчивыми являются сорта пятой и четвертой групп соответственно. Степень устойчивости сортов второй и третьей групп охарактеризована нами как средняя. Сорта, относящиеся к первой группе, являются неустойчивыми. Неустойчивым ко всем типам засоления, кроме сульфатно-хлоридного, оказался



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
Волгарь	40,0± 9,9	90,0±5,9	84,0±7,9	73,0±7,9	3,0±5,9
Состав	6,7±0,4	25,6± 7,9	1,1±0,2	17,8±7,5	3,3±0,4
Сандал	57,0± 9,9	65,0±9,3	78,0±7,9	49,0±9,7	86,0±6,7
Пищевое 35	94,0±4,7	91,0±5,6	85,0±7,1	86,0±6,9	94,0±4,7
Пищевое 227	76,0±8,5	66,0±9,3	79,0±7,9	75,0±8,5	38,0±9,7
Пищевое 614	94,0±4,7	91,0±5,6	88,0±6,3	80,0±7,9	81,0±7,7
Зерста 97	26,0±8,7	97,0±3,4	77,0±8,3	93,0±5,1	93,0±5,1
Эква 1	54,0±9,7	97,0±3,4	83,0±7,3	81,0±7,7	94,0±4,7
Кремовое	5,0±0,4	55,0±9,7	26,0±8,7	52,0±9,9	50,0±9,9
Аист	53,0±9,7	53,0±9,7	89,0±6,1	85,0±7,1	66,0±9,3
Старт	14,4±6,9	32,2± 9,1	6,2±4,8	22,7±8,1	25,8±8,5
Красивый	13,0±6,5	46,0±9,7	20,0±7,9	48,0±9,7	48,0±9,7

Примечание. Различия достоверны при $p \leq 0,001$.

Таблица 2

Распределение сортов зернового сорго по группам устойчивости к различным типам засоления

Группа устойчивости	Тип засоления (NaCl + Na ₂ SO ₄)				
	4:0	0:4	1:3	2:2	3:1
1	Кремовое, Состав, Старт, Красивый	Состав, Старт	Состав, Старт	Состав, Старт	Состав, Волгарь
2	Волгарь, Зерста 97	Аист	Кремовое, Красивый	Сандал*, Красивый*	Старт, П227
3	Сандал, Эква 1, Аист	Сандал, Кремовое, Красивый		Кремовое*	Кремовое, Красивый
4	П227	П227		Волгарь, П227*	Аист
5	П614, П35	Волгарь, Зерста 97, П614, П35, Эква 1	Волгарь, П614, Зерста 97, П35, П227, Эква 1, Сандал, Аист	П614', П35', Эква 1', Аист, Зерста 97	Зерста 97, П614, П35, Сандал, Эква 1

Примечание. П35 – Пищевой 35; П227 – Пищевой 227; П614 – Пищевой 614; *, ' – различия между сортами статистически не достоверны.

сорт Старт, ко всем без исключения типам – сорт Состав. В условиях хлоридного засоления низкую степень устойчивости проявили также сорта Кремовое и Красивый; а в условиях сульфатно-хлоридного – сорт Волгарь.

Высокую степень устойчивости показали сорта Пищевой 614 и Пищевой 35 на всех типах засоления, Зерста 97 и Эква 1 на всех, кроме хлоридно-сульфатного. При проращивании зерновок на смешанном солевом растворе с преобладанием сульфата натрия высокоустойчивыми оказались

сорта Аист, Сандал, Пищевой 227. Кроме того, сорт Сандал проявил высокую устойчивость в условиях хлоридно-сульфатного засоления, Волгарь – при сульфатном, а Аист – при смешанных в равных долях растворах сульфата и хлорида натрия. Солеустойчивым к хлоридному, сульфатному, смешанному (2:2) типам засоления является сорт Пищевой 227; к хлоридно-сульфатному – сорт Аист и к смешанному (2:2) – сорт Волгарь. Таким образом, два сорта из исследованных нами, а именно: Пищевой 35 и



Пищевой 614, характеризуются высокой степенью устойчивости при всех вариантах засоления, рассмотренных в данной работе. Сорт Состав неустойчив к засолению. Для остальных сортов характерна различная степень устойчивости в зависимости от типа засоления.

Для оценки влияния разнокачественного засоления на рост растений использовали показатель корнеобеспеченности проростков. Корнеобеспеченность контрольных растений ранних сортов составила от 0,4 (Пищевое

35) до 1,2 (Состав) относительных единиц (отн. ед.) (табл. 3). В группе ранних сортов зернового сорго максимальные значения показателя корнеобеспеченности отмечены при хлоридном засолении у проростков сорта Пищевое 614 (1,0 отн. ед.); при сульфатном – сорта Волгарь (3,0 отн. ед.); при сульфатно-хлоридном – сорта Пищевое 35 (0,8 отн. ед.) и Пищевое 614 (0,9 отн. ед.); при смешанном в равных долях – у проростков сортов Пищевое 35 и Пищевое 614 (2 отн. ед.).

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
Раннеспелые сорта						
Волгарь	0,6	0,9	3,0	0,3	1,0	–
Сандал	0,7	0,8	0,5	0,5	0,4	1,0
Состав	1,2	–	0,5	0,3	–	–
Пищевое 35	0,4	0,8	0,4	0,9	2,0	1,0
Пищевое 227	0,5	0,6	0,3	0,3	0,5	1,0
Пищевое 614	0,5	1,0	0,8	0,8	2,0	1,0
Среднераннеспелые сорта						
Зерста 97	0,4	–	0,3	0,5	2,0	0,3
Эква 1	0,1	0,4	0,3	0,6	1,0	0,3
Кремовое	1,0	–	0,4	0,2	0,7	0,2
Старт	0,7	–	0,5	0,4	0,4	–
Аист	0,7	0,4	0,4	0,5	3,0	0,3
Красивый	0,8	–	0,2	0,1	0,3	0,2

Корнеобеспеченность контрольных растений среднераннеспелых сортов составила от 0,4 (Зерста 97) до 1,0 (Кремовое) относительных единиц. В ряде вариантов опыта корнеобеспеченность растений определить не удалось в связи с низкой всхожестью семян ($n < 30$).

Для изучения особенностей роста растений в условиях разнокачественного засоления представляют интерес не столько абсолютные значения отношения массы корней к массе надземной части проростка, сколько изменение этого показателя относительно контрольных значений. Максимальные различия между корнеобеспеченностью проростков в опыте и контроле свойственны сортам высокоустойчивым. При засолении хлоридного типа корнеобеспеченность проростков высокоустойчивых сортов возрастает по сравнению с контрольными значениями в 2 (Пищевой 35 и Пищевой 614) – 4 (Эква1) раза.

При культивировании объектов исследования на растворе сульфата натрия у проростков высокоустойчивых сортов отмечено значительное превышение контрольных значений: у сорта Волгарь – в 5 раз, сорта Эква 1 – в 3 раза. Исключение составил сорт Зерста 97, значение корнеобеспеченности которого 75% от контроля, что, тем не менее, превышает аналогичные значения, полученные для сортов второй и третьей групп устойчивости.

В условиях сульфатно-хлоридного засоления корнеобеспеченность опытных проростков в 2–3 раза выше контрольных у высокоустойчивых сортов Пищевой 35, Пищевой 614, Эква 1 и Зерста 97. Корнеобеспеченность опытных проростков сортов неустойчивых и слабоустойчивых не превышает 57% контрольных значений.

В условиях смешанного засоления отношение массы корневой системы к массе надземной части опытных проростков высокоустойчивых



сортов превышает контрольные значения в 4 (Пищевой 614) – 10 (Эква 1) раз, устойчивых – в 1,6 раза. Корнеобеспеченность проростков среднеустойчивых сортов составляет от 57 до 70% от контрольных значений.

В условиях хлоридно-сульфатного засоления корнеобеспеченность проростков высокоустойчивых сортов превышает контроль в 2–3 раза, исключение составил среднеустойчивый сорт Пищевой 227, у которого показатель развития корневой системы не превышает 30% от контрольного значения. У проростков устойчивых сортов в данном варианте опыта корнеобеспеченность составила 45% от контроля, среднеустойчивых – от 20 до 24%.

Таким образом, закономерностей по значению корнеобеспеченности в зависимости от степени устойчивости для большинства сортов не выявлено, но установлены особенности изменения корнеобеспеченности проростков опытных растений по отношению к контрольным. Установленные особенности развития проростков ряда сортов зернового сорго в условиях разнокачественного засоления, наряду с дальнейшим изучением метаболических процессов, обуславливающих тот или иной уровень

солеустойчивости, имеют значение для целенаправленного использования сортового многообразия данной культуры.

Список литературы

1. *Веселов Д. С., Шарипова Г. В.* Сравнение чувствительности водного обмена и роста растений ячменя и пшеницы к натрий-хлоридному засолению // Современная физиология растений : от молекул до экосистем : тез. докл. междунар. конф. Сыктывкар, 2007. С. 66–67.
2. *Турулев В. В.* Влияние солевого, пищевого и водного режимов на урожай озимой пшеницы // Мелиорация антропогенных ландшафтов : сб. науч. тр. НГМА. Новочеркасск, 2000. С. 19–22.
3. *Шамсутдинов З. Ш., Савченко И. В.* Выявление адаптивного потенциала флоры для фитомелиорации для засоленных земель // Аграрная наука. 1996. № 2. С. 31–32.
4. *Удовенко Г. В., Синельникова В. Н., Давыдова Г. В.* Оценка солеустойчивости растений // Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям : метод. руководство. Л., 1988. 85 с.
5. *Давыдова Г. В., Малиновский Б. Н.* Определение солеустойчивости сортов проса и сорго по прорастанию семян в солевых растворах. Л. : ВНИИР им. Н. И. Вавилова, 1988. 10 с.

УДК 574

О ПРИНЦИПАХ ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОДОЕМОВ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

О. Н. Давиденко, С. А. Невский

Саратовский государственный университет
E-mail: biosovet@sgu.ru

Рассмотрена структура базы данных по состоянию растительности водоемов саратовского Заволжья. Выделены основные этапы систематизации данных, методы их обработки и наглядного представления.

Ключевые слова: база данных, растительность водоемов, мониторинг, саратовское Заволжье.

About the Principles of the Structure of Reservoir Plant Communities Electronic Database in Left Volga Bank of Saratov Region

O. N. Davidenko, S. A. Nevskiy

The structure of data base of aquatic and helophytes plant communities' condition in left Volga bank of Saratov region is performed. The main

stage of data systematizing, methods of its processing and visualization are considered.

Key words: data base, reservoir plant communities, monitoring, left Volga bank of Saratov region.

Оценка разнообразия растительных сообществ определенной территории – одно из современных направлений экологических и геоботанических исследований [1–4], не теряющее своей актуальности и в рамках изучения водных экосистем [5]. Поскольку антропогенная нагрузка на многие водные объекты с каждым годом возрастает, происходит изменение флористического состава и ценотической структуры водной и

