

**УСТОЙЧИВОСТЬ К РАЗНОКАЧЕСТВЕННОМУ ЗАСОЛЕНИЮ ЗЕРНОВОГО СОРГО СОРТА РОСЬ, ВЫРАЩЕННОГО НА ФОНЕ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ**

V. I. Mokhova

**THE RESISTANCE TO DIFFERENT QUALITY SALTING OF CEREAL SORGHUM VARIETY ROS GROWN AGAINST THE BACKGROUND OF MINERAL FERTILIZER**

**Мохова Владислава Игоревна** – мл. науч. сотр. лаб. инновационных технологий Поволжского НИИ селекции и семеноводства им. П.Н.Константинова – филиала Самарского федерального исследовательского центра РАН, Самарская обл., Кинельский р-н, п.г.т. Усть-Кинельский.

E-mail: vladislava.petrova.95@mail.ru

**Mokhova Vladislava Igorevna** – Junior Staff Scientist, Lab. of Innovative Technologies in the Sphere of Selection, Seed Farming and Seed Science, Volga Region Research and Development Institute of Selection and Seed Farming named after P.N. Konstantinov – Branch RAS, Samara Federal Research Center, Samara Region, Kinelsky District, Ust-Kinelsky.

E-mail: vladislava.petrova.95@mail.ru

Представлены результаты влияния разнокачественного засоления на всхожесть семян зернового сорго сорта Рось, выращенного на полях Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН, при помощи применения минерального удобрения нитроаммофоска в разных дозах в 2019 г. Сорго, несмотря на относительную нетребовательность к плодородию почв, отзывчиво на внесение органических и минеральных удобрений. Агрохимический полевой опыт позволил выявить положительное воздействие удобрения на урожайность и качество возделываемой культуры зернового сорго сорта Рось. Установлена степень устойчивости сорта к сульфатному, хлоридному и смешанным типам засоления. Выявлено влияние разнокачественного засоления на длину корней. Результаты были ранжированы по группам устойчивости к различным типам засоления. Исследования проводились в лаборатории селекции семеноводства крупяных и сорговых культур в 2020 г. в лабораторно-полевых условиях. В изучении находился сорт зернового сорго Рось, выведенный в Поволжском НИИСС – филиала СамНЦ РАН. Доказано, что всхожесть семян зернового сорго Рось в условиях разнокачественного засоления не достигала и не превышала уровень контроля и составила 36,9–85,6 % от контрольных значений. Длина

корней сорго сорта Рось составила 0,1–6,0 см и не превышала контрольные значения по всем вариантам. Выявлено, что все исследуемые варианты опыта с применением минерального удобрения являются высокоустойчивыми в условиях сульфатного, хлоридного и смешанного в равных количествах засоления и относятся к четвертому и пятому классу засоления почвы.

**Ключевые слова:** сорго, хлоридное засоление, сульфатное засоление, удобрение, солеустойчивость.

The results of the influence of various quality salinization on the germination of seeds of grain sorghum of Ros variety grown on the fields of the Region Research and Development Institute of Selection and Seed Farming – branch of SamRC RAS, using mineral fertilizer nitroammofosk in different doses in 2019 were presented. Sorghum, despite relative lack of demand for soil fertility, was responsive to the introduction of organic and mineral fertilizers. Agrochemical field experiment made it possible to find out positive effect of fertilizer on the yield and quality of cultivated crop of grain sorghum of the Ros variety. The degree of the resistance of the variety to sulphate, chloride and mixed types of salinization was established. The effect of different-quality salinization on the length

*of the roots was revealed. The results were ranked by the resistance groups to different types of salinization. The studies were carried out in the Laboratory for the Selection of Seed Production of Cereals and Sorghum Crops in 2020 in laboratory and field conditions. The object of the study was the variety of cereal sorghum Ros, grown in the Volga Region Research and Development Institute of Selection and Seed Farming – SamRC RAS Branch. It was proved that the germination of seeds of grain sorghum Ros in the conditions of different-quality salinization had not reached and had not exceeded the level of control and amounted to 36.9–85.6 % of control values. The length of the roots of the sorghum variety Ros was from 0.1 to 6.0 cm and did not exceed the control values for all the variants. It was revealed that all the investigated test variants with using mineral fertilizer were highly resistant under the conditions of sulphate, chloride and mixed salinization in equal amounts and belonged to the fourth and fifth class of soil salinization.*

*Keywords: sorghum, chloride salinization, sulphate salinization, fertilizer, salt resistance.*

**Введение.** Минеральные удобрения оказывают глубокое воздействие на все жизненные функции растительного организма и прежде всего на их рост и развитие. Агротехнические приемы возделывания сорго уже на ранних этапах органогенеза закладывают основы количественных и качественных изменений, которые проявляются затем в динамике линейного прироста и общей продуктивности растения [1]. Для общего развития растения на всех этапах его жизнедеятельности должны присутствовать благоприятные условия, но, к сожалению, некоторые погодные условия, такие как засухи и засоление почв, могут пагубно сказываться на их развитии [2].

Засоление почв – это процесс накопления в почве более 0,25 % от ее массы солей, вредных для растений, таких как хлориды, карбонаты натрия, сульфаты. Этот процесс наиболее распространен в засушливых районах, обычно в понижениях рельефа, также в почве смеси солей в различных соотношениях [3]. Культурой, которая хорошо переносит засоление почв, является сорго.

Сорго – род однолетних и многолетних травянистых растений семейства злаки, или Мятликовые, включает около 30 видов, которые

произрастают в Азии, Африке, Южной и Северной Америке, Европе и Австралии. Ряд видов сорго выращивается как культурное растение – хлебное, техническое и кормовое. Имеет способность произрастать на почвах разного гранулометрического состава, а самое главное, является солеустойчивым. Зерновое и сахарное сорго лучше других трав переносят засоление почвы, формируют высокие урожаи фитомассы. В ранних исследованиях установлено, что сорта зернового сорго весьма существенно отличаются устойчивостью к различным типам засоления субстрата. В связи с этим изучение устойчивости зернового сорго сорта Рось к разнокачественному засолению почв актуально. Метод определения степени солеустойчивости сорта по всхожести семян в данной работе имеет достоверность, надежность, является технически не сложным и высокопроизводительным [4].

**Цель исследований:** оценить степень солеустойчивости зернового сорго сорта Рось, селекции Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН к различным типам засоления почвы и выявить особенности роста и развития проростков в условиях разнокачественного засоления при внесении удобрения.

**Задачи исследований:** определить всхожесть семян зернового сорго Рось в условиях различного засоления, а также при внесении комплексного минерального удобрения; установить степень устойчивости сорта к хлоридному, сульфатному и смешанным типам засоления; выявить некоторые особенности развития проростков, различающихся по степени устойчивости к определенным типам засоления субстрата.

**Объекты и методы исследований.** Исследования проводились в лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур. Объектом исследований служил сорт зернового сорго сорта Рось урожая 2019 г., выращенный в Поволжском НИИСС – филиале СамНЦ РАН, с применением минерального удобрения нитроаммофоска (НАФК) в разных дозах [5]. В полевых условиях опыт проводился в 4 повторностях на 16 делянках. Нитроаммофоска ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{KCl}$ ) представляет собой универсальное комплексное азотно-фосфорно-калийное удобрение с высоким и различным соотношением питательных элементов. Количество удобрения, вносимое на опытную делянку,

зависит от содержания элемента питания (%) и принятой площади опытной (посевной делянки). Площадь учетной делянки – 13 м<sup>2</sup>. Принятые дозы внесения удобрения в почву – в количествах 30; 90; 120 кг/га НАФК.

Содержание действующего вещества в 1 кг удобрения нитроаммофоска составляет: азота – 16 %; фосфора – 16; калия – 16 %.

В лабораторных условиях изучали устойчивость сорта Рось к разнокачественному засолению по методике [6].

Для проведения исследований использовали чистые растворы хлорида и сульфата натрия, а также смешанные растворы в пропорциях: 1 : 3; 2 : 2; 3 : 1. Концентрация растворов соответствовала осмотическому давлению 1,2 МПа, для их приготовления в 100 мл воды растворяли 1,68 г NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, согласно общепринятой методике для данной культуры [6]. Чашки Петри предварительно промывали, протирали спиртом и прокаливали в термостате. Проращивали семена между слоями фильтровальной бумаги, увлажняемой растворами солей по методу Бухингера [2]. Были отобраны неповрежденные, выровненные семена одной категории. Для получения контрольных значений семена проращивали на дистиллированной воде. Опыт проводили в 2 повторностях при температуре 24 °С, количество семян в повторности (n) – 100 шт. Устойчивость сорта к разным видам засоления определяли на основании всхожести семян и длины корней проростков.

Всхожесть семян сорго 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.

При распределении устойчивости к засолению по длине корней за положительный результат принимали длину от 1,0 см и более.

Распределение по классам устойчивости проводили к засолению по данным «Широкого унифицированного классификатора СЭВ, возделываемых видов *sorghum moench*» [6].

Классификация устойчивости растений к засолению почвы (проращение семян в 2,0 % растворе NaCl):

- 1 – очень низкая (прорастает < 20 %);
- 2 – низкая (20–40);
- 3 – средняя (41–60);
- 4 – высокая (61–80);
- 5 – очень высокая (> 80).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Всхожесть семян зернового сорго Рось по всем вариантам на фоне удобрения в условиях разнокачественного засоления не достигала и не превышала уровень контроля без удобрения по всем культурам и сортам и составила 36,9–85,6 % от контрольных значений, благодаря оптимизации сбалансированного питания проростков сорго при внесении комплексного удобрения (табл. 1).

Таблица 1

**Всхожесть семян сорта Рось в условиях разнокачественного засоления, % от контрольных значений**

Вариант опыта	Тип засоления (NaCl : Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )					
	Контроль, шт.	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1:0), %	NaCl (1:0), %	2:2, %	1:3, %	3:1 %
Рось (без удобрения)	95,0	64,7	70,0	61,0	36,9	43,2
НАФК 30	95,0	72,4	81,8	64,0	44,6	47,2
НАФК 90	97,0	83,0	84,1	66,2	46,3	59,4
НАФК 120	98,0	85,2	85,6	72,7	53,0	69,7

С увеличением дозы удобрения прослеживалась тенденция повышения всхожести семян по всем вариантам разнокачественного засоления. На основании полученных данных можно

сделать вывод, что зерновое сорго сорта Рось (без удобрения) имеет высокий процент всхожести к засолениям чистыми растворами NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (64,7 и 70,0 % соответственно), а также

при смешанном засолении 2 : 2 – 61,0 %. Вариант при смешанном засолении 3 : 1 имеет среднюю устойчивость к засолению и составляет 43,2 %, низкую устойчивость показывает вариант при смешанном засолении 1 : 3 и составляет 36,9 %. Сорго с удобрением N<sub>30</sub> обладает очень высокой устойчивостью при засолении чистым раствором NaCl и составляет 81,8 %, а высокую устойчивость можно наблюдать при засолении Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (61,0 %) и смешанном засолении 2 : 2 (64,7 %). Среднюю устойчивость можно наблюдать у вариантов при смешанном засолении 1 : 3 (44,6 %) и 3 : 1 (47,2 %). Вариант с удобрением N<sub>90</sub> имеет очень высокую устойчивость при засолении чистыми растворами NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (85,2 и 85,6 % соответственно). Высокая устойчивость наблюдается при смешанном засолении 2 : 2 (66,2 %), а средняя – при засолениях 1 : 3 и 3 : 1 (46,3 и 59,4 % соответственно). У варианта с удобрением N<sub>120</sub> очень высокая устойчивость к засолению чистыми растворами NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (85,2 и 85,6 % соответственно). Высокая устойчивость наблюдается при смешанных засолениях 2 : 2 и 3 : 1

(69,7 и 72,7 % соответственно), а средняя – при засолении 1 : 3 (53,0 %). На основании полученных данных сорта были распределены на пять групп устойчивости (табл. 2).

При смешанном засолении 1 : 3 зерно сорго Рось без удобрения имеет низкую солеустойчивость и относится ко второму классу. При засолении чистыми растворами Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и NaCl зерно без применения удобрения относится к четвертому классу и является высокосолеустойчивым, а при смешанном засолении 1 : 3 имеет низкую устойчивость и относится ко второму классу.

Сорго с применением удобрения N<sub>30</sub> при засолении чистым раствором Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> относится к четвертому классу устойчивости и является высокосолеустойчивым. При засолении раствором NaCl зерно с удобрением N<sub>30</sub> имеет очень высокую устойчивость к засолению почвы и относится к пятому классу. При смешанном засолении 2 : 2 сорго имеет высокую устойчивость и относится к четвертому классу, а при засолениях 1 : 3 и 3 : 1 зерно с удобрением N<sub>30</sub> имеет среднюю устойчивость и относится к третьему классу.

Таблица 2

**Распределение сорговых культур по классам устойчивости к различным типам засоления**

Класс устойчивости	Тип засоления (NaCl:Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )				
	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaCl	2:2	1:3	3:1
1	–	–	–	–	–
2				Без удобрения	
3	–	–	–	N <sub>30</sub> N <sub>120</sub>	N <sub>30</sub>
4	Без удобрения N <sub>30</sub>	Без удобрения	Без удобрения N <sub>30</sub> N <sub>90</sub> N <sub>120</sub>	N <sub>90</sub>	N <sub>90</sub> N <sub>120</sub>
5	N <sub>90</sub> N <sub>120</sub>	N <sub>30</sub> N <sub>90</sub> N <sub>120</sub>	–	–	–

При засолении чистыми растворами NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> зерно с применением удобрения N<sub>90</sub> является очень высокосолеустойчивым и относится к пятому классу. При смешанных засолениях 2 : 2, 1 : 3 и 3 : 1 зерно с удобрением N<sub>90</sub> имеет

высокую устойчивость и относится к четвертому классу.

Сорго с применением удобрения N<sub>120</sub> при засолении чистыми растворами NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> имеет очень высокую устойчивость к засолению

ям и относится к пятому классу устойчивости. При смешанных засолениях 2 : 2 и 3 : 1 зерно сорго имеет высокую устойчивость и относится к четвертому классу. К третьему классу устойчивости относится смешанное засоление 1 : 3 и

является средним по отношению к зерну с удобрением N<sub>120</sub>.

Влияние разнокачественного засоления на длину проростков указано в таблице 3.

Таблица 3

### Влияние разнокачественного засоления на длину корней, см

Вариант опыта	Тип засоления (NaCl : Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )					
	Контроль	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1:0), %	NaCl (1:0), %	2:2, %	1:3, %	3:1, %
Рось (без удобрения)	8,0	4,0	3,0	0,3	0,4	0,3
НАФК 30	8,0	4,0	4,0	0,5	0,4	0,4
НАФК 90	8,0	5,0	4,0	0,5	0,4	0,4
НАФК 120	9,0	5,0	5,0	0,5	0,6	0,5

Длина корней сорговых культур варьировала от 0,1 до 6,0 см и не превышала контрольные значения по всем вариантам. Но увеличение дозы удобрения положительно влияло на длину корней зернового сорго сорта Рось.

Практически все исследуемые варианты опыта являются высокоустойчивыми в условиях сульфатного, хлоридного и смешанного в равных количествах засоления.

**Выводы.** Спрос на минеральные удобрения растет с каждым годом, так как их использование предотвращает деградацию почвы. Установлено, что комплексное удобрение нитроаммофоска положительно повлияло на процесс формирования генеративных органов зернового сорго сорта Рось. Проанализировав данные проведенных исследований, можно наблюдать увеличение всхожести семян при увеличении дозы удобрения, а также процента всхожести при засолении чистыми и смешанными растворами NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Внесение большего количества удобрения положительно влияет на формирование растения зернового сорго. Минеральные удобрения оказывают глубокое воздействие на все жизненные функции растительного организма и, прежде всего, на их рост и развитие, а также накопление положительных питательных веществ.

На основании данных проведенного агротехнического опыта можно сказать, что зерновое сорго сорта Рось в зависимости от разнокачественного засоления в большей степени относит-

ся к высокой и очень высокой классификации устойчивости растений к засолению почвы, выращенного на фоне минерального питания.

### Литература

1. *Музыкантов П.Д., Панкова Н.К.* Эффективность отдельных видов минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры для почв Российской Федерации (нормативы). М: Росинформагротех, 2003. 388 с.
2. *Варадинов С.Г.* Солевыносливость видового и сортового разнообразия сорго *Sorghum Moench subgen sorghum* // Бюл. ВНИИР. Л., 1975. Вып. 53. С. 40–44.
3. *Давыдов Г.В., Малиновский Б.Н.* Определение солеустойчивости сортов проса и сорго по прорастанию семян в солевых растворах. Ленинград, 1988. С. 10.
4. *Коробко В.В., Волков Д.П., Жук Е.А. и др.* Определение устойчивости и особенностей развития проростков зернового сорго в условиях разнокачественного засоления // Известия Саратовского университета. Новая серия. Сер. Химия. Биология. Экология. 2012. Т. 12, вып. 4. С. 67–71.
5. *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.
6. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ

возделываемых видов рода *Sorghum moench* / Науч.-техн. совет стран – членов СЭВ по коллекциям диких и культурных видов растений. Л.: ВИР, 1982. С. 17.

#### **Literatura**

1. *Muzykantov P.D., Pankova N.K.* Jeффективност' otдел'nyh vidov mineral'nyh udobrenij pod sel'skohozjajstvennyje kul'tury dlja pochv Rossijskoj Federacii (normativy). M: Rosinformagroteh, 2003. 388 s.
2. *Varadinov S.G.* Solevynoslivost' vidovogo i sortovogo raznoobrazija sorgo *Sorghum Moench* subgen *sorghum* // Bjul. VNIIR. L., 1975. Vyp. 53. С. 40–44.
3. *Davydov G.V., Malinovskij B.N.* Opređenje soleustojchivosti sortov prosa i sorgo po prorastaniju semjan v solevykh rastvorah. Leningrad, 1988. S. 10.
4. *Korobko V.V., Volkov D.P., Zhuk E.A.* i dr. Opređenje ustojchivosti i osobennostej razvitija prorstkov zernovogo sorgo v uslovijah raznokachestvennogo zasolenija // Izvestija Saratovskogo universiteta. Novaja serija. Ser. Himija. Biologija. Jekologija. 2012. T. 12, vyp. 4. S. 67–71.
5. *Zhuk E.A., Volkov D.P., Korobko V.V.* Ocenka sortoobrazcov zernovogo sorgo po ustojchivosti k zasoleniju // Kukuruza i sorgo. 2012. № 3. S. 8–10.
6. *Shirokij unificirovannyj klassifikator SJeV i mezhdunarodnyj klassifikator SJeV vozdeľyvaemyh vidov roda Sorghum moench / Nauch.-tehn. совет stran – chlenov SJeV po kollekcijam dikih i kul'turnyh vidov rastenij. L.: VIR, 1982. S. 17.*

