

ПРОДУКЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ХЛОРИДНОГО ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВЫ

В статье приводятся экспериментальные данные по влиянию нарастающей концентрации NaCl на энергию прорастания и всхожести семян разных видов и сортов пшеницы. Также показано, что под воздействием 0,3% почвенного хлоридного засоления (NaCl) происходят значительные изменения в параметрах продуктивности сортов пшеницы. Показано, что изученные сорта мягкой пшеницы оказались относительно солеустойчивее, чем сорта твёрдой пшеницы.

Ключевые слова: пшеница, энергия прорастания, всхожесть, хлоридное засоление, солеустойчивость, продуктивность.

М.Н. Atoev
Institute of Botany, Plant Physiology and Genetics
Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan

THE IMPACT OF CHLORIDE SALINITY ON THE PRODUCTIVITY PARAMERTS OF WHEATS

The article presents experimental data on the influence of the increasing concentration of NaCl on the energy of germination and germination of seeds of different species and varieties of wheat. It is also shown that, under the influence of 0,3% of soil chloride salinity (NaCl), there are significant changes in the productivity parameters of wheat varieties. It is shown that the studied varieties of soft wheat proved to be relatively salt tolerant than the varieties of hard wheat.

Key words: wheat, energy of germination, germination, chloride salinity, salt tolerance, productivity.

Одним из последствий глобального изменения климата является почвенная засуха, опустынивание и повышение засоленности почв, что имеет далеко идущие негативные последствия для экосистем. Засоление почвы – одна из самых острых экологических проблем сельского хозяйства. По классификации экологических факторов оно относится к эдафическим, а по действию - лимитирующим фактором. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) более 20% мировых посевных площадей и половина орошаемых земель подвержены разному виду засоления. Основными причинами засоления пахотных земель является действие грунтовых вод, аридность климата (первичное засоление) и сверхнормативные поливы (вторичное засоление) [9,11,12]. Действие засоления зависит от его видов и уровня концентрации солей в субстрате, а также от степени солеустойчивости самого генотипа. Неизбежное воздействие засоления почвы проявляется у относительно солеустойчивых и чувствительных к соли растений. Это объясняется тем, что на первой стадии действия засоления преобладает осмотический компонент, то есть реакция на дефицит воды, и лишь затем проявляются различия в способности растений защищать себя от токсического воздействия ионов солей [4,5]. Высокий уровень концентраций солей приводит, прежде всего, к нарушению гомеостаза растительного организма и даже к их гибели [5,10]. Среди возделываемых культур нет галофитов – устойчивых к засолению. Большинство важнейших сельскохозяйственных культур гликофиты, то есть чувствительные к действию засоления [8], однако, среди них выделяются виды и сорта, обладающие относительной устойчивостью к неблагоприятному воздействию токсичных ионов засоления [3,9,10]. В связи с этим отбор адаптивных генотипов пшеницы - главной продовольственной культуры на фоне воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды, в том числе засоленности почв является актуальной задачей. Однако, отбор солеустойчивых форм в полевых условиях осложняется неравномерностью распределения засоленных участков. Поэтому проведение экспериментов по выявлению относительно устойчивых сортов культур, в том числе пшеницы, в микроделяночных и вегетационных опытах в контролируемых условиях является более целесообразным. Рост, развитие и продуктивность зерновых культур, в том числе пшеницы, в контролируемых условиях засоления почвы является достоверным оценочным показателем их устойчивости к солевому стрессу.

В связи с этим целью наших исследований явилось изучение действия нарастающих концентраций NaCl (0,1-0,5 М) на энергию прорастания и всхожесть семян, а также изучение влияния солевого стресса (0,3% почвенного хлоридного засоления) на параметры продуктивности различных видов и сортов пшеницы.

Объекты и методы исследований. Объектами исследования служили сорта твёрдой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) - Президент и Шамъ и мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) - Алекс и Ормон, районированные и широко возделываемые на территории Республики Таджикистан. Эти сорта отличаются как по происхождению, так и по некоторым экологическим и морфофизиологическим особенностям.

Опыты по изучению воздействия NaCl на энергию прорастания и всхожести семян пшеницы проводились согласно общепринятой методике [6]. Опыты по изучению влияния хлоридного засоления почвы на параметры продуктивности проводились на экспериментальном участке Института ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан (г. Душанбе), расположенном в восточной части Гиссарской долины на высоте 834 м над ур. м. Растения выращивались в вегетационных сосудах (20 кг почвы). Посевы были произведены весной. Сосуды с растениями

были разделены на две группы: первая – растения выращивались в условиях достаточного полива, влажность почвы 80-85% от ППВ (предельная полевая влагоёмкость) - вариант «контроль», вторая – в тех же условиях на фоне почвенного хлоридного засоления (0,3% NaCl), вариант «опыт» (рисунок). Параметры продуктивности определяли по общепринятой методике [2].

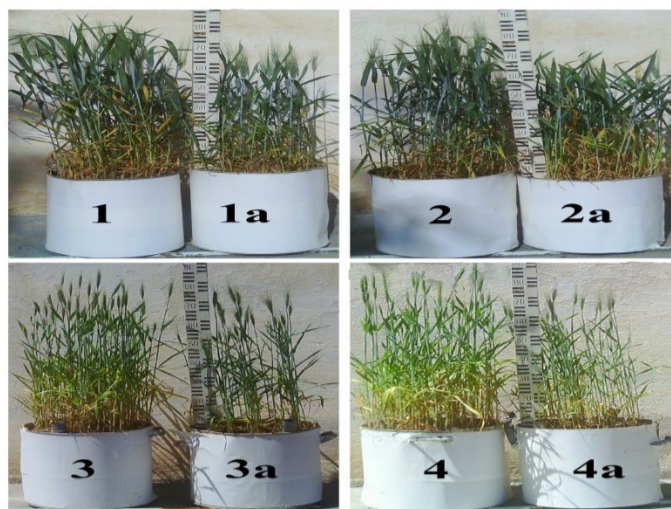


Рис. 1. Выращивание пшеницы в условиях хлоридного засоления почвы.

1 - сорт Президент; 2 - сорт Шамь (*Triticum durum* Desf.); 3 - сорт Алекс; 4 - сорт Ормон (*Triticum aestivum* L.), (контроль).
Варианты с буквой «а» на фоне 0,3% NaCl (опыт).

Результаты исследований. Достаточно оперативную информацию об адаптационных возможностях растений в условиях солевого стресса даёт изучение особенностей прорастания семян на фоне возрастающего засоления.

Таблица 1

Влияние различных концентраций NaCl на энергию прорастания семян сортов твёрдой и мягкой пшеницы

Виды и сорта пшеницы	Варианты опыта	Энергия прорастания (%), через			Динамика всхожести (%), через						Уменьшение от контроля, %
		3с.	4с.	5с.	3с.	4с.	5с.	6с.	7с.	8с.	
Президент	контроль *	80	90	95	80	90	95	95	95	95	0
	0,1M NaCl	-	55	65	-	55	65	80	90	90	5,3
	0,2M NaCl	-	-	40	-	-	40	50	60	70	26,2
	0,3M NaCl	-	-	-	-	-	-	20	30	30	68,4
	0,4M NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,5M NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Шамь	контроль*	85	90	95	85	90	95	95	95	95	0
	0,1M NaCl	-	70	75	-	70	75	75	80	80	15,8
	0,2M NaCl	-	-	50	-	-	50	50	55	60	36,9
	0,3M NaCl	-	-	-	-	-	-	20	25	30	68,4
	0,4M NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,5M NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Алекс	контроль*	85	85	90	85	85	90	95	95	95	0
	0,1M NaCl	-	60	70	-	60	70	70	75	75	21,1
	0,2M NaCl	-	-	20	-	-	20	50	60	60	36,8
	0,3M NaCl	-	-	-	-	-	-	10	15	15	84,2
	0,4M NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,5M NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ормон	контроль*	80	90	95	80	90	95	95	95	95	0
	0,1M NaCl	-	70	80	-	70	80	85	90	90	5,3
	0,2M NaCl	-	-	25	-	-	25	25	30	30	68,4
	0,3M NaCl	-	-	-	-	-	-	15	15	20	79,0
	0,4M NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,5M NaCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

НСР 0,05	4,8	5,2	
m, %	2,3	1,8	

Примечание: * семена замачивались в дистиллированной воде; с. – сутки.

Результаты лабораторных опытов показали, что энергия прорастания семян сорта Президент по сравнению с контрольным вариантом в среде с 0,1 М NaCl снизилась на 30%, с 0,2 М NaCl - на 55% и с 0,3 М - на 100% (табл. 1). Более высокие концентрации NaCl (0,4 – 0,5 М) практически полностью ингибировали процесс прорастания семян. Энергия прорастания семян сорта твёрдой пшеницы Шамь по сравнению с сортом Президент при концентрации 0,1 М и 0,2 М NaCl была выше на 10%. Несмотря на то, что энергия прорастания семян сортов мягкой пшеницы Алекс и Ормон при концентрации 0,1 М NaCl была на 5 и 15% выше по сравнению с сортами Президент и Шамь, при использовании 0,2 М NaCl она снизилась на 20-25%.

Таблица 2

Влияние различных концентраций NaCl на всхожесть семян сортов твёрдой и мягкой пшеницы

Виды и сорта пшеницы	Варианты опыта	Количество проростков (шт.), через						Уменьшение от контроля, %
		3с.	4с.	5с.	6с.	7с.	8с.	
Президент	контроль*	15	17	19	19	19	19	0
	0,1М NaCl	-	-	11	13	15	15	21
	0,2М NaCl	-	-	6	8	10	12	37
	0,3М NaCl	-	-	-	-	2	3	84
	0,4М NaCl	-	-	-	-	-	-	-
	0,5М NaCl	-	-	-	-	-	-	-
Шамь	контроль*	14	16	18	19	19	19	0
	0,1М NaCl	-	-	9	10	12	14	26
	0,2М NaCl	-	-	4	7	10	10	47
	0,3М NaCl	-	-	-	-	2	2	90
	0,4М NaCl	-	-	-	-	-	-	-
	0,5М NaCl	-	-	-	-	-	-	-
Алекс	контроль*	14	16	18	19	19	19	0
	0,1М NaCl	-	-	11	12	12	12	37
	0,2М NaCl	-	-	3	3	4	4	79
	0,3М NaCl	-	-	-	-	-	-	-
	0,4М NaCl	-	-	-	-	-	-	-
	0,5М NaCl	-	-	-	-	-	-	-
Ормон	контроль*	15	17	18	19	19	19	0
	0,1М NaCl	-	-	12	12	13	13	32
	0,2М NaCl	-	-	3	4	4	5	74
	0,3М NaCl	-	-	-	-	-	-	-
	0,4М NaCl	-	-	-	-	-	-	-
	0,5М NaCl	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: * семена замачивались в дистиллированной воде; с. – сутки.

Надо отметить, что в последующих фазах вегетации (начиная с фазы цветения) растения пшеницы пострадали меньше, чем на начальных этапах развития. Это свидетельствует о постепенной адаптации и возобновлении темпов роста сортов пшеницы к среднесолённым условиям почвы. Солевой стресс, независимо от генотипической особенности изученных растений, вызывал снижение почти всех показателей элементов структуры урожая (число зерен, масса зерна в одном колосе и масса 1000 зерен) по сравнению с контрольным вариантом, кроме числа пустых колосков.

Таким образом, полученные экспериментальные данные показали, что солевой стресс вызывает достаточно широкий спектр изменений не только ростовых процессов, но и формирования элементов структуры колоса и зерновой продуктивности.

Общая всхожесть семян в контрольном варианте у всех испытанных сортов достигала 95%. В опытном варианте с 0,1 М NaCl у сортов Президент и Ормон она составляла 90%, у сортов Шамь и Алекс - 80 и 75% соответственно. В варианте опыта с 0,2М NaCl самый высокий показатель всхожести семян был установлен у сорта Президент – 70%, а самый низкий - у сорта Ормон- 30%. В варианте опыта с 0,3 М NaCl всхожесть семян сортов Президент и Шамь была на уровне 30%, а у сортов Алекс и Ормон - 15 и 20% соответственно. Уменьшение общей всхожести семян в варианте с 0,3М NaCl у сортов твёрдой пшеницы Президент и Шамь составляло 68%, а у сортов мягкой пшеницы Алекс и Ормон 84,2 и 79% соответственно.

Всхожесть семян сортов твёрдой пшеницы Президент и Шамь при солевом стрессе, особенно при 0,2 М NaCl, была в 2-2,5 раза выше, чем у сортов мягкой пшеницы Алекс и Ормон. Если при использовании 0,3 М NaCl всхожесть семян сортов мягкой пшеницы оставалась на уровне 10-15%, то семена твёрдой пшеницы вообще не проросли (табл. 2).

Результаты наших полевых экспериментов показали, что среднее хлоридное засоление почвы (0,3% NaCl) оказало существенное ингибирующее воздействие на основные параметры роста, развития и общей биомассы твёрдых и мягких сортов пшеницы во всех фазах вегетации.

Уже в начале всходов было заметно, что в варианте без внесения NaCl (контроль) всходы появились на 4-5 дней раньше, чем в варианте с внесением 0,3% NaCl (опыт).

Результаты наших вегетационных опытов показали, что под воздействием 0,3% почвенного хлоридного засоления происходили заметные количественные изменения в параметрах продуктивности изученных сортов твердой и мягкой пшеницы (табл. 3). Так, в условиях засоления длина главного стебля у сортов Президент и Шамь снизилась на 18%, а у сортов Алекс и Ормон на 12 и 13% соответственно (рисунок). Масса одного растения при солевом стрессе уменьшилась у сорта Президент на 23,5%, у сорта Шамь на 36,6%, у сорта Алекс это составило почти 18%, а у сорта Ормон - 27%. Длина колоса у сортов твёрдой пшеницы сократилась на 16 и 19%, а у сортов мягкой пшеницы на 17 и 11% соответственно. Особо ощутимые различия наблюдались в массе колоса. В варианте засоления падала масса колоса сортов Президент и Шамь на 35% и 50% соответственно. У сортов мягкой пшеницы Алекс и Ормон это снижение составило 17 и 28%. По числу колосков в колосе, как между вариантами, так и между сортами заметных различий не обнаружено. Однако по массе и числу зерен в одном колосе, массе одного зерна и пустых колосков между вариантами опыта наблюдались значительные изменения и, засоление почвы ухудшило структурные параметры колоса, что и привело к падению хозяйственной продуктивности растений в целом. В итоге все это отразилось на абсолютной массе 1000 зёрен. Особенно это четко можно наблюдать на примере сорта Президент, у которого под воздействием солевого стресса этот показатель снизился почти на 38%, в то время как у сорта Шамь на 27%, а у сортов мягкой пшеницы Алекс и Ормон на 19,5 и 21,2% соответственно.

В целом, на основании результатов наших вегетационных опытов можно прийти к выводу, что сорта мягкой пшеницы оказались относительно солеустойчивее, чем сорта твёрдой пшеницы. Многочисленные литературные сведения свидетельствуют о том, что их устойчивость генетически детерминирована. Это связано, по всей видимости, с тем, что, как было показано на синтетических генотипах, солеустойчивость D-генома возрастает прямо пропорционально ploидности пшеницы [4,7,9].

Таблица 3

Влияние хлоридного засоления почвы на основные параметры продуктивности сортов пшеницы

Параметры	<i>Triticum durum</i> Desf.				<i>Triticum aestivum</i> L.				Достоверность разности по Стюденту, $t =$
	Президент		Шамь		Алекс		Ормон		
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	
Длина стебля, см	72,4	59,0	73,0	59,7	71,7	63,4	68,8	59,8	5,61
Масса одного растения, г	3,37	2,58	3,58	2,27	3,82	3,14	2,62	1,91	0,22
Длина колоса, см	6,2	5,2	6,4	5,2	8,3	6,9	9,0	8,0	0,48
Масса одного колоса, г	1,44	0,94	1,55	0,78	1,70	1,41	1,62	1,16	0,014
Число колосков в колосе, шт	15,1	11,9	17,0	13,6	18,1	14,6	21,0	17,6	0,73
Число зёрен в одном колосе, шт	27,2	20,2	33,6	23,6	30,0	26,6	33,8	29,2	0,91
Масса зёрен одного колоса, г	1,25	0,58	1,19	0,61	1,29	0,92	1,23	0,84	0,16
Масса одного зерна, мг	0,046	0,028	0,043	0,026	0,042	0,039	0,026	0,022	0,003
Число пустых колосков в колосе, шт	1,4	1,8	1,1	1,6	1,4	1,6	1,0	1,2	0,12

Абсолютная масса 1000 зёрен, г	46,0	28,7	35,4	25,8	43,0	34,6	36,4	28,7	3,15
--------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Литература:

1. **Балнокин, Ю.В.** Роль N^+ и K^+ в поддержании оводненности тканей органов у галофитов сем. *Chenopodiaceae* различных экологических групп [Текст] Ю.В. Балнокин, Н.А. Мясоедов, З.Ш. Шамсутдинов, Н.З. Шамсутдинов // Физиология растений, 2005, т. 52, № 6, с. 882-890.
2. **Доспехов, В.Н.** Методика полевого опыта. [Текст] М.: Агропромиздат, 1985, 351 с.
3. Мамонов Л.К. Физиолого-биохимические и генетико-селекционные исследования растений в Казахстане. [Текст] Алматы, 2010. – с. 5-20 .
4. **Сабиржанова, И. Б.** Механизм быстрого ростового ответа на натрий-хлоридное засоление у растений, различающихся по солеустойчивости: дисс. к. б. н. - Уфа, 2005, 137
5. **Строгонов, Б.П.** Метаболизм растений в условиях засоления: 33-е Тимирязевское чтение [Текст] М.: Наука, 1973. - 51 с.
6. Третьяков Н.Н. Практикум по физиологии растений. [Текст] М.: Агропромиздат, 1990. - 270 с.
7. **Шихмуратов, А.З.** Биоресурсный потенциал и эколого-генетические аспекты устойчивости представителей рода *Triticum* L. к солевому стрессу: авторефер. дисс. ... докт. биол. наук: - Владикавказ, 2014. - 37 с.
8. Ghafoor A., Qadir M., Murtaza Gh. Salt- affected soil: principles of management. [Текст] Lahore, Pakistan, 2004. – 304 p.
9. Ashraf M. Breeding for salinity tolerance in plants [Текст] Crit. Rev. Plant Sci., 1984, v. 13, pp. 17-42.
10. Flovers T.J. Improving crop salt tolerance [Текст] J. Exp. Bot., 2004, v. 55, pp. 307-319.
11. Rengasamy P. Word salinization with emphasis on Australia [Текст] J. Exp. Bot., 2006, v. 57, pp. 1017-1023.
12. Szaboles I. Salt and salinization [Текст] Handbook of Plant and Crop Stress. Morcel Dekker, New York, 1994, pp. 3-11.
13. Zhu J.K., Hasegawa B., Bressan R.A. Molecular Aspects of Osmotic Stress in Plants [Текст] Crit. Rev. Plant. Sci., 1997, v. 16, pp. 253-277.