

**ИЗУЧЕНИЕ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ ЛИНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ УЧАСТИИ ЧУЖЕРОДНОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА НА РАННИХ ЭТАПАХ ОРГАНОГЕНЕЗА ДЛЯ ОТБОРА АДАПТИВНЫХ ФОРМ**

*Павлова Ольга Викторовна*<sup>2</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией, e-mail: Silyanova69@mail.ru

*Марченкова Людмила Александровна*<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: ludmila.marchenkova@yandex.ru

*Чавдарь Раиса Федоровна*<sup>3</sup>, старший научный сотрудник

*Орлова Татьяна Григорьевна*<sup>4</sup>, старший научный сотрудник

*Гайнуллин Наиль Рифкатович*<sup>5</sup>, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией генетики и пребридинга

<sup>1,2,3,4</sup> ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»

*Чебаненко Светлана Ивановна*, канд. с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, svchebanenko@yandex.ru

*Савоськина Ольга Алексеевна*, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В работе представлены экспериментальные данные по оценке адаптивности линий озимой пшеницы, полученных с использованием чужеродного генетического материала видов *Triticum migushchovae*, *Triticum kiharae*, *Aegilops speltoides*, *Aegilops triuncialis*, *Secale cereale* и сорта Донская полукарликовая (*Aegilops squarrosa*).

**Ключевые слова:** линии, озимая пшеница, стрессоустойчивость, анаэробный стресс, солевой стресс, адаптивность, индекс устойчивости.

**Введение.** Одной из главных причин снижения урожайности высокопродуктивных сортов зерновых культур является их недостаточная устойчивость к неблагоприятным факторам среды. В современных условиях на фоне глобального изменения климата на планете данная проблема обострилась, что определило цели и задачи наших исследований. Среди абиотических стрессов негативно влияющих на процессы роста и развития озимой пшеницы ведущую роль играет затопление растений в воде, негативно влияющее на развитие корневой системы, задержке и аномалиям роста [1]. Серьезным препятствием на пути повышения урожайности зерновых культур является засоление почвы, приводящее к подавлению активности ростовых процессов, депрессии проростков, особенно надземной части растений [2]. Способность растений на ранних этапах органогенеза тормозить избыточное воздействие стрессовых ситуаций является одним из важнейших биологических и хозяйственно-полезных свойств.

Высокая изменчивость абиотических факторов среды обуславливает необходимость поиска исходного материала адаптированного к экстремальным условиям возделывания. С этой точки зрения особый интерес представляет использование в селекции чужеродных видов, потенциальных носителей генов устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам.

**Цель исследований** – изучение комплексного воздействия искусственно моделируемых стресс-факторов на адаптивность линий озимой пшеницы с генетически чужеродным материалом к гипоксии и засолению хлоридом натрия

**Материалы и методы.** Объектом исследования служили, созданные в лаборатории генетики и предбридинга ФИЦ «Немчиновка» [3] линии озимой пшеницы с генетическим материалом видов *Triticum migushchovae* (линия 96 из Болгарии), *Aegilops triuncialis* (линия 113), *Aegilops speltoides* и *Secale cereale* (линия 119), *Aegilops speltoides* (линия 145). В таблицах они обозначены как линии 96, 113, 119 и 145 и сорт D.

Уровень стрессоустойчивости образцов оценивали методом рулонной культуры на пятидневных проростках, выращенных в контрольных (дистиллированная вода) и стрессовых условиях с применением длительного затопления семян в воде [4] и 1%-ного раствора хлорида натрия [5].

В качестве диагностического признака использовали интенсивность ростовых процессов – соответственно по длине ростков и депрессии прорастаемости. При определении стрессоустойчивости использовали соотношение процента показателей опытных вариантов к контрольным.

Для комплексной оценки изучаемых показателей (определения адаптивности) применяли группировку сортов по индексу устойчивости «И», который представляет собой сумму показателей устойчивости к каждому стрессовому фактору ( $I_1 + I_2 \dots$ ), приведенных к единице. Проведено ранжирование линий по стрессоустойчивости на основе полученных показателей.

**Результаты и их обсуждение.** В процессе изучения установлено, что на фоне хлоридного и анаэробного стрессов, создаваемых в лабораторных условиях, происходит сильное угнетение растений яровой и озимой пшеницы, отражающее совокупность метаболических процессов. Выявлена различная степень устойчивости изучаемых линий в зависимости от действующего фактора и генетических особенностей изучаемых форм.

Исследования показали высокую чувствительность озимой пшеницы к анаэробному стрессу, вредоносность которого сказалась на депрессии прорастаемости. Средняя прорастаемость семян линий озимой пшеницы составила 42 % с диапазоном 7-82 % (таблица 1).

Избыточное переувлажнение привело к большому количеству загнивших семян – 46% (от 5 до 86%), а количество неполноценных семян составило 58 %.

Самой высокой способностью противостоять гипоксии на фоне затопления семян характеризовались линии 90-19w, 92-19w, 16-19w, 36-9w и 63-19w (таблица 2). Причем первые четыре по данному показателю превосходили устойчивый стандартный сорт Московская 39, показатели которого также превышали средние данные (45 %).

**Таблица 1 Депрессивное воздействие анаэробного стресс-фактора на проростки линий озимой пшеницы**

Сортообразцы	Нормально проросших семян, шт.	Число семян, шт.		
		ненормально проросших	загнивших	всего неполноценных
Московская 39	46	4,5	56	54
90-19w	91	2	7	9
16-19w	64	13	23	36
92-19w	53	7	40	47
36-19w	50	22	28	50
63-19w	47	0	53	53
48-19 w	40	55	5	60
9-19 w	20	0	80	80
20-18 w	17	7	86	93
128-18w	14	11	85	96
среднее	44,2	12,2	46,2	57,8
CV, %*	53,1	135,7	66,5	

\*CV – коэффициент вариации (%)

**Таблица 2-Адаптивность и реакция линий озимой пшеницы на устойчивость к анаэробному и хлоридному стресс-факторам**

Линия,	Происхождение линий	Устойчивость к стресс-факторам, %		Индекс устойчивости И <sup>1</sup> + И <sup>2</sup>
		засолению И <sup>1</sup>	затоплению И <sup>2</sup>	
Московская 39* (ст.)		49,4	49,5	0,99
90-19w	(119x96/90) x 119	46,6	96,8	1,43
92-19w	(119x96/90) x D	43,3	58,2	1,02
16-19w	(113x119) xDxDxD	28,6	67,4	0,96
36-19w	(96/90x113) x Dx96/90	31,3	52,1	0,83
48-19w	(113x119) xDx D	36,4	42,1	0,79
63-19w	(113x96/90) x 96/90	21,9	49,5	0,71
9-19w	(113x119) x D	37,5	22,7	0,60
128-18w	(96/90x 113) xDxD	45,8	4,5	0,50
20-18w	(96/90x113) x96/90x 96/90	32,0	7,4	0,39
Среднее		37,3	45,0	0,82
CV, %		24,0	62,8	36,1

CV – коэффициент вариации (%)

\* Московская 39; \*\* D- Донская полукарликовая

На вариантах с обработкой семян хлоридом натрия отмечено высокое токсичное воздействие солевого стресса, проявившееся в сильном торможении начальных ростовых процессов (депрессия длины ростков). Лучшие результаты показали линии 90-19w, 92-19w и 128-18w. Стандартный сорт Московская 39, хотя и уступал первым двум линиям, но также отличался высокими адаптивными характеристиками.

При сравнении действий анаэробного и хлоридного стрессов отмечены значительные различия по диапазону изменчивости признака устойчивости, который существенно выше на анаэробном (от 4 до 97 %), чем на солевом варианте (29 до 40 %).

На основе кумулятивного эффекта, полученного при суммарном воздействии стресс-факторов, отобраны линии с самой высокой способностью противостоять неблагоприятным факторам среды, среди которых 90-19w, 92-19w и 36-19w, превысившие средний индекс устойчивости 0,82.

Указанные образцы представляют большой интерес для селекции в качестве источников устойчивости к стрессам, так как они имеют лучшую приспособительную реакцию к стрессовым ситуациям.

**Заключение.** В процессе исследования на фонах искусственно моделируемых стрессов (затопление семян в воде и засоление хлоридом натрия) оценены адаптивные свойства линий озимой пшеницы с чужеродным генетическим материалом. Установлена высокая токсичность изучаемых стрессов, приводящих к существенной депрессии ростовых процессов. Отмечены различия и по диапазону изменчивости признака устойчивости, который существенно выше на анаэробном, чем на солевом варианте. Показана специфическая реакция на стрессовые агенты и выявлены генотипы с широким диапазоном адаптивности к токсическому действию стрессоров, среди которых линии - 90-19w, 92-19w и 36-19w. Они представляют интерес для селекции как источники высокой адаптивности к абиотическим стресс-факторам.

#### **Библиографический список**

1. Гончаров Б.П., Немчинова З.Ф., Ревут И.В., Смородин П.И. Исследование влияния различных приемов основной обработки почвы и почвенные условия жизни растений // Физиологические проблемы мелиорации и обработки почвы. - Л.: 1970. – В. 22. - С. 126-140.
2. Удовенко Г.В. Солеустойчивость культурных растений. - Л.: Колос, 1977. - 216 с.
3. Лапочкина И.Ф., Баранова О.А., Шаманин В.П., Волкова Г. В., Гайнуллин Н.Р., Анисимова А.В., Галингер Д.Н., Гладкова Е.В., Ваганова О.Ф. Создание исходного материала яровой мягкой пшеницы для селекции на устойчивость к стеблевой ржавчине (*Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici*), в том числе и к расе Ug99, в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. - 2016.- №3. - С. 320-328.
4. Белецкая Е.К., Остапюк Е.Д. Оценка устойчивости озимых культур к вымоканию и ледяной корке // Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. Методическое руководство. - Л.:1988. - С.182-186.

5. Семушкина Л.А., Хазова Г.В., Удовенко Г.В. Применение анализа изменения ростовых процессов для диагностики солеустойчивости растений. / Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды / Л.: Колос, 1976. с. 238-343.

***STUDY OF STRESS RESISTANCE OF WINTER WHEAT LINES  
OBTAINED WITH THE PARTICIPATION OF FOREIGN GENETIC  
MATERIAL AT THE EARLY STAGES OF ORGANOGENESIS FOR THE  
SELECTION OF ADAPTIVE FORMS***

***Pavlova Olga Viktorovna***<sup>2</sup>, candidate of agricultural Sciences, head. laboratory, e-mail: Silyanova69@mail.ru

***Marchenkova Lyudmila Aleksandrovna***<sup>1</sup>, candidate of agricultural Sciences, leading researcher, e-mail: ludmila.marchenkova@yandex.ru

***Chavdar Raisa Fedorovna***<sup>3</sup>, senior researcher

***Orlova Tatiana Grigorevna***<sup>4</sup>, senior researcher

<sup>1,2,3,4</sup> ***FSBI «Federal research center «Nemchinovka»***

***Chebanenko Svetlana Ivanovna***, candidate of agricultural Sciences, e-mail: svchebanenko@yandex.ru, Of the Russian state agrarian University-MTAA named after K. A. Timiryazev

***Savoskina Olga Alekseevna***, doktor of agricultural Sciences, Of the Russian state agrarian University-MTAA named after K. A. Timiryazev

***Abstract:*** The paper presents experimental data on the assessment of the adaptability of winter wheat lines obtained using foreign genetic material of species *Triticum migushchovae*, *Triticum kiharae*, *Aegilops speltoides*, *Aegilops triuncialis*, *Secale cereale* and varieties of Don semi-dwarf (*Aegilops squarrosa*).

***Keywords:*** lines, winter wheat, stress resistance, anaerobic stress, salt stress, adaptability, stability index.