

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ И ЛИНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ К МОДЕЛИРУЕМОМУ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ ВОДНОМУ СТРЕССУ

THE RESISTANCE OF VARIETIES AND LINES OF WINTER WHEAT TO SIMULATED IN THE LABORATORY CONDITIONS OF WATER STRESS

Сандухадзе Б.И., Марченкова Л.А., Павлова О.В.,
Бугрова В.В. Мамедов Р.З., Чавдар Р.Ф., Орлова Т.Г.

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»
(ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»)
143026, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, пос.
Новоивановское, ул. Агрохимиков, дом 6
E-mail: mam-ramin@yandex.ru

В процессе исследования (2011–2018 годы) выполнена оценка устойчивости сортов и линий озимой пшеницы по реакции растений на водный стресс и определена их способность к мобилизации защитных механизмов. Полученные результаты свидетельствуют о высоком токсическом воздействии на растения переувлажнения, которое проявляется в депрессии проростков, загнивании и гибели семян. На фоне воздействия данного стресса выявлены образцы, контрастно реагирующие на избыточное переувлажнение. Главным диагностическим показателем данного метода является прорастаемость семян в условиях их искусственного затопления, которая, как и всхожесть и зараженность болезнями, во многом определяется погодными условиями. Анализ формирования семян озимой пшеницы за период исследований показал, что гидротермические условия были благоприятными, за исключением 2013 года (дожди во время уборки), а всхожесть колебалась в пределах 94–96%, в 2013 году — 90%. При многолетнем изучении спектра возбудителей семенной инфекции озимой пшеницы выявлен патогенный комплекс, представленный родами *Fusarium*, *Penicillium*, *Trichothecium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium* и *Rhizopus*, из которых наиболее распространены и опасны является фузариоз. Всхожесть во многом определяется уровнем фузариозной инфекции, который за годы исследований (2001–2018) не превышал 9%. На фоне анаэробного стресса выявлены сорта с многолетней устойчивой реакцией к длительному переувлажнению, среди которых — Немчиновская 17, Немчиновская 24 и Московская 39. Высоким потенциалом устойчивости к гипоксии характеризуются и линии, в наименьшей степени подверженные депрессии — Эритроспермум 3512/10 (Итал.988 x Памяти Федина), MV Abigel x Московская 39, (Soldier x Московская 39) x Московская 56, Эритроспермум. 689/16 (Немчиновская 17 x Московская 39) и др.

Ключевые слова: сорта, линии, озимая пшеница, водный стресс, затопление, прорастаемость, всхожесть, фузариоз.

Для цитирования: Сандухадзе Б.И., Марченкова Л.А., Павлова О.В., Мамедов Р.З., Чавдар Р.Ф., Орлова Т.Г., Бугрова В.В. УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ И ЛИНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ К МОДЕЛИРУЕМОМУ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ ВОДНОМУ СТРЕССУ. Аграрная наука. 2019; (5): 57–60.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-325-5-57-60>

Введение

Из многих требований, предъявляемых к современным сортам, на первое место выдвигается устойчивость к неблагоприятным факторам среды. Именно это свойство определяет уровень и стабильность урожайности. Известно, что погодно-климатические аномалии сопровождаются ощутимыми потерями сельскохозяйственной продукции во многих районах земного шара и имеют тенденцию возрастать. В результате мировой баланс производства и потребления зерна подвержен существенным колебаниям, достигая в отдельные периоды критического уровня. Адаптивность растений — это сложный признак, закрепленный генетически и проявляющийся лишь при действии стрессоров.

Sandukhadze B.I., Marchenkova L.A., Pavlova O.V.,
Mamedov R.Z., Chavdar R.F., Orlova T.G., Bugrova V.V.

FSBSI «Federal research center «Nemchinovka»
143026, Russia, Moscow region, Odintsovo district, p. Novoivano-
vskoye, st. Agrochemists, 6
E-mail: mam-ramin@yandex.ru

In the course of the study (2011–2018), the stability of winter wheat varieties and lines was assessed by the reaction of plants to water stress and their ability to mobilize protective mechanisms was determined. The results indicate a high toxic effect on plants waterlogging, which is manifested in depression of seedlings, rotting and seed death. On the backgrounds of exposure to this stress identified samples, clearly reacting to excessive waterlogging. The main diagnostic indicator of this method is the germination of seeds in the conditions of their artificial flooding, which, like germination and infection with diseases, is largely determined by weather conditions. Analysis of the formation of winter wheat seeds during the study period showed that hydrothermal conditions were favorable, except for 2013 (rains during harvesting), and germination ranged from 94 to 96 %, in 2013 — 90 %. A long-term study of the spectrum of pathogens of seed infection of winter wheat revealed a pathogenic complex represented by the genera *Fusarium*, *Penicillium*, *Trichothecium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium* and *Rhizopus*, of which the most common and dangerous is *Fusarium*. Germination is largely determined by the level of *Fusarium* infection, which over the years of research (2001–2018) did not exceed 9 %. On the background of anaerobic stress have been revealed the cultivars with the long-term and sustainable response to prolonged waterlogging, among them — Nemchinovskaya 17, Nemchinovskaya 24, and Moskovskaya 39. High capacity of resistance to hypoxia is characterized by lines and to a lesser extent prone to depression — Eritrospermum 3512/10 (Ital.988 x Pamyati Fedina), MV Abigel x Moskovskaya 39, (Soldier x Moskovskaya 39) x Moskovskaya 56, Erythrospermum 689/16 (Nemchinovskaya 17 x Moskovskaya 39), etc.

Key words: varieties, lines, winter wheat, water stress, flooding, germination, germination, *Fusarium*.

For citation: Sandukhadze B.I., Marchenkova L.A., Pavlova O.V., Mamedov R.Z., Chavdar R.F., Orlova T.G., Bugrova V.V. THE RESISTANCE OF VARIETIES AND LINES OF WINTER WHEAT TO SIMULATED IN THE LABORATORY CONDITIONS OF WATER STRESS. Agrarian science. 2019; (5): 57–60. (In Russ.)
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-325-5-57-60>

Наиболее значимым стрессовым фактором для озимых культур является переувлажнение растений в начальный период их роста и развития, происходящее при затоплении во время дождей и таяния снега. Длительное воздействие затопления приводит к ухудшению аэрации, негативному влиянию на развитие корневой системы, снижению всхожести, задержке и аномалиям роста, изреженности посевов, зараженности патогенными микроорганизмами, снижению зимостойкости, а иногда и к частичной или полной гибели растений [1, 2].

По данным ряда исследователей [3] в условиях избыточного увлажнения постоянно или временно подвергаются затоплению 30–40% пашни, но особенно остро эта проблема стоит в условиях Нечерноземья, главный поч-

венный тип которого — дерново-подзолистый. Для этих почв характерна высокая плотность, низкая водопроницаемость, слабая подвижность питательных веществ [4], а, следовательно, и более высокая вредоносность процесса вымокания.

Известно, что адаптационную способность к водному стрессу можно повысить путем создания устойчивых сортов. Однако процесс осложняется отсутствием достаточной устойчивости и надежных методов оценки.

Скрининг, проведенный рядом японских, китайских, австралийских ученых, а также в Международном центре пшениц и кукурузы (CIMMYT), свидетельствует о том, что современные сорта в основном неустойчивы к затоплению [5].

Мелиорация увлажненных земель — затратное мероприятие и поэтому самым рациональным методом ликвидации потерь считается создание невосприимчивых к избытку влаги сортов, при котором большое значение приобретает диагностика состояния растений на провакационных фонах.

Среди известных методов диагностики наше внимание привлекла методика идентификации устойчивости, предложенная Е.К. Белецкой [2], основанная на искусственном моделировании избытка влаги в лабораторных условиях путем затопления семян в воде. Эффективность такой оценки оправдана не только ее короткими сроками, но и тем, что растения в фазе проростков наиболее чувствительны к стрессам и различия, проявляющиеся между генотипами в этот период, сохраняются как генетический признак и у взрослых растений [6, 7].

Цель исследований — изучение реакции сортов и линий озимой пшеницы и ржи к искусственно моделируемому водному стрессу и выявление форм устойчивых к данному фактору.

Материал и методы

Работа проведена в 2011–2018 годах. (В 2013 и 2014 годах анализы не проводились из-за неблагоприятных для озимой пшеницы метеословий.) Объектами исследования были более 100 сортообразцов озимой пшеницы селекции ФИЦ «Немчиновка» из конкурсных сортоиспытаний разных лет. В данной работе приведены результаты, полученные на 5 сортах озимой пшеницы — Немчиновская 17, Немчиновская 24, Немчиновская 57, Московская 39, Московская 56, в родословной которых имеется пластичный, адаптивный сорт озимой пшеницы Мироновская 808.

Работа проведена по методике Белецкой Е.К. (1976), которая заключается в том, что семена затапливают в воде в течение 4 суток, после чего помещают в рулоны увлажненной фильтровальной бумаги (ГОСТ 12038–84) и вместе с контрольным вариантом (без предварительного увлажнения) ставят в термостат при температуре 22–23° на 5 суток.

Главным диагностическим показателем данного метода является прорастаемость семян на фоне искусственно моделируемого водного стресса. На способность семян к прорастанию и всхожесть существенное влияние оказывают погодные условия и инфицированность болезнями, которые также, как и стрессы, вызывают деструктивные изменения семян. Годы проведения исследований характеризовались благоприятными гидротермическими коэффициентами, в связи с чем семена сортов и линий озимой пшеницы характеризовались высокими показателями прорастаемости и всхожести (рис. 1). Исключение составил только 2013 г., в котором обильные дожди в период уборки озимой пше-

ницы резко снизили всхожесть сортов из конкурсного сортоиспытания.

Средняя всхожесть изучаемых образцов находилась в пределах 90 (2013 год) — 96%. Коэффициенты вариации по годам не превышали 2%.

При определении спектра возбудителей семенной инфекции пшеницы на протяжении многих лет выявлены представители родов — *Fusarium*, *Penicillium*, *Trichothecium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Rhizopus*, *Mucor*.

В микобиоте семян ржи все годы доминировали представители рода *Alternaria* (до 90%), которые в подавляющем большинстве являются сапрофитами и лишь около 10–15% из них относятся к высокотоксичным формам, вызывающим гибель семян (черный зародыш). Из патогенной флоры преобладали возбудители фузариоза, который оказывает наиболее негативное влияние на прорастаемость и всхожесть семян. Род *Fusarium* на семенах озимой пшеницы в разные годы был представлен видами *oxysporum*, *culmorum*, *sporo-trichiella*, *heterosporum* и *avenaceum*, среди которых наиболее адаптивные к условиям региона — *oxysporum* и *culmorum*.

За период 2011–2018 годов (кроме 2013 года) налив и созревание семян проходило в благоприятных условиях, что привело к снижению инфицированности болезнями, в том числе и фузариозом, уровень зараженности которым находился в пределах 4–9% (рис. 2). Другие микромицеты существенной роли в патогенезе семян не играли.

Высокая прорастаемость и здоровый семенной материал в опыте дает основание считать, что они проведены корректно и достоверно.

Анализ изучаемого материала показал, что озимая пшеница высокочувствительна к данному стресс-фактору. Установлена высокая дифференцирующая способность данного метода, выявлены формы, контрастно реагирующие на затопление семян. В процессе работы установлено, что у растений озимой пшеницы в условиях избытка влаги происходит торможение прорастания, угнетение всходов, снижение длины coleoptile, отмечено ухудшение аэрации, загнивание семян и ненормальное их прорастание.

Экстремальное воздействие гипоксии на изучаемых сортах проявилось, прежде всего, в сильной депрессии прорастаемости и большом количестве загнивших, погибших семян (табл. 1).

Так, количество неполноценных семян колебалось от 20 до 39%, число нормально проросших — от 61 до 80%. Наименьшей степенью угнетения ростовых процессов характеризовались сорта Немчиновская 17, Немчиновская 24 и Московская 39 (табл. 2).

В качестве неустойчивого образца использовали в разные годы для сравнения номер коллекции К-63544 из США, устойчивость которого колебалась от 23 до 38%.

Изучаемые сорта на протяжении многих лет отличались по уровню устойчивости к гипоксии, превосходя другие сорта по способности противостоять водному стрессу. Средняя устойчивость к затоплению за указанные годы варьировала в пределах 65–86%. Сорта характеризовались довольно стабильной реакцией по годам (69–80%) и сравнительно невысокой изменчивостью, как по сортам (от 6 до 17%), так и по годам (от 13 до 18%). Наиболее высокая способность сортов сопротивляться вредоносному воздействию водного стресса проявилась в 2015 и особенно в 2016 году, наименьшая — в 2011 году. Самой высокой адаптацией к гипоксии отличались сорта Немчиновская 17, Немчи-

Рис. 1. Всхожесть сортообразцов озимой пшеницы из конкурсного сортоиспытания за период 2011–2018 гг., %

Fig. 1. Germination of winter wheat variety samples from competitive variety testing for the period 2011–2018, %

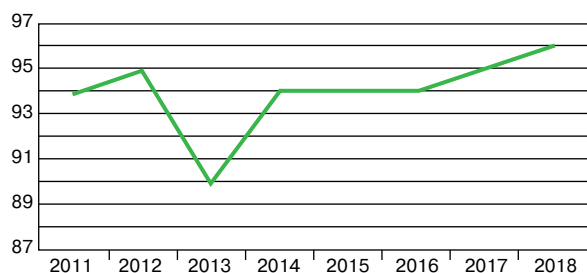
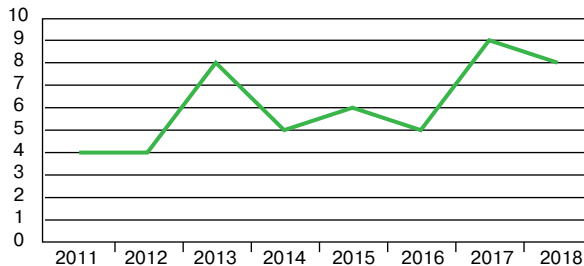


Рис. 2. Зараженность семян озимой пшеницы фузариозом за период 2011–2018 гг., %

Fig. 2. Contamination of winter wheat seeds with Fusarium for the period 2011–2018, %



новская 24 и Московская 39. Хорошие результаты на протяжении ряда лет (2011–2013 годы) показал и сорт Памяти Федины со средней устойчивостью 88%.

Использование вышеуказанных сортов в создании новых генотипов позволило получить перспективные линии, которые на фоне высокой дифференцирующей способности данного метода контрастно реагировали на затопление семян (табл. 3). Лучше всего противостоят водному стрессу линии, полученные при участии сортов Московская 39, Московская 56, Памяти Федины, Немчиновская 24, Немчиновская 17 и др. — Эр. 3512/10 (Ит. 988 х Памяти Федины), MV Abigel х Московская 39, (Soldier х Московская 39) х Московская 56, Эр. 689/16 (Немчиновская 17 х Московская 39) и др. Они характеризуются не только высоким уровнем устойчивости к избыточному переувлажнению, но и комплексом хозяйственно-ценных свойств. Следует отметить, что линии, отобранные на противостояние водному стрессу, по хозяйственно ценным признакам имеют положительные результаты.

Одна из линий Эритроспермум 3512/10 по комплексу хозяйственно ценных признаков была передана в 2018 году на Государственное сортоиспытание. Средняя урожайность этой линии за три года (2014, 2015, 2016 годы) в сортоиспытании озимой пшеницы составила 82,08 ц/га, что на 10 ц/га выше, чем у стандартного сорта Московская 39. Линия Эр.3512/10 обладает устойчивостью к полеганию 5 баллов при 4,8 балла у стандарта. Высота растений — 85 см, у стандарта — 108 см. По зимостойкости не уступает стандарту Московская 39 (82,9% и соответственно 82,6%). Слабо поражается бурой ржавчиной, септориозом и снежной плесенью. Вегетационный период на уровне стандарта — 324–325 суток.

Линия, полученная с Венгерским сортом Abigel и сортом Московская 39, проходит испытание в селекционных питомниках лаборатории, где характеризуется короткостебельностью (высота растений — 75 см), скороспелостью (созревает на 4–5 суток раньше стандарта), высоким содержанием белка — 17,7% и продуктивностью колоса.

Таблица 1.

Реакция сортов озимой пшеницы на воздействие водного стресса (среднее за 2011–2018 годы)

Table 1. The reaction of winter wheat varieties to the effects of water stress (2011–2018)

Сорта	Количество семян, %		
	нормально проросших	неполноценных	
		ненормально проросших	загнивших
Немчиновская 17	80	6	14
Немчиновская 24	76	5	19
Московская 39	70	7	23
Московская 56	69	5	26
Немчиновская 57	61	6	33
Среднее	71,2	5,6	24,0
CV, %	10,1	16,1	31,3

Таблица 2.

Характеристика сортов озимой пшеницы по устойчивости к затоплению семян (2011–2018 годы)

Table 2. Characteristics of winter wheat varieties by resistance to seed flooding (2011–2018)

Сорта	Устойчивость к затоплению по годам, %						CV, %
	2011	2012	2015	2016	2017	Ср.	
Немчиновская 17	81	86	88	94	83	86,4	5,8
Немчиновская 24	69	73	90	87	74	78,6	10,6
Московская 39	73	70	68	66	76	70,6	8,5
Московская 56	61	61	68	88	66	68,8	16,6
Немчиновская 57	59	60	65	64	75	64,6	9,8
Среднее	68,6	70,0	75,8	79,8	70,6	73,0	10,2
CV, %	13,1	15,1	16,0	17,6	16,4	15,6	

Линия, полученная от скрещивания английского сорта Soldier с сортами нашей селекции: Московская 39 (характеризуется высоким качеством белка) и Московская 56 (характеризуется высокой зимостойкостью и пластичностью), изучается в селекционном питомнике, где отличается мощным листовым аппаратом, зимостойкостью, короткостебельностью и устойчивостью к болезням.

Особый интерес представляют сорта Немчиновская 24 и Немчиновская 17, которые проявляют устойчивость к бурой ржавчине (без поражения на протяжении 10–15 лет). Линии, полученные от скрещивания с их участием, также характеризуются высокой устойчивостью к этим болезням и высокой устойчивостью к полеганию.

В большинстве комбинаций, где были использованы высокобелковые сорта Московская 39 и Московская 40, есть линии с содержанием белка более 17,1%, что подтверждает эффективность использования этих сортов в

качестве доноров высокого содержания белка.

Таким образом, в процессе исследования выполнена оценка устойчивости сортов и линий озимой пшеницы селекции ФИЦ «Немчиновка» по реакции на водный стресс в условиях искусственного моделирования процесса затопления и определена их способность к мобилизации защитных механизмов. Получены данные о высоком токсическом воздействии на растения избыточного переувлажнения, которое проявляется в депрессии проростков, загнивании и гибели семян.

Результаты исследований свидетельствуют о многолетней стабильной устойчивости сортов озимой пшеницы к данному стресс-фактору.

Самой высокой способностью противостоять гипоксии характеризовались сорта Немчиновская 17, Немчиновская 24 и Московская 39, и линии, полученные при их участии — Эр. 3512/10 (Ит. 988 х Памяти Федина), MV Abigel x Московская 39, (Soldier x Московская 39) x Московская 56, Эр. 689/16 (Немчиновская 17 x Московская 39) и др.

Отобранные по адаптивным свойствам сорта немчиновской селекции можно использовать в селекционном процессе для дальнейшего улучшения создаваемых форм.

Таблица 3.

Реакция линий озимой пшеницы из конкурсного сортоиспытания 2017 и 2018 годов на устойчивость к гипоксии

Table 3. The reaction of winter wheat lines from competitive testing in 2017 and 2018 for resistance to hypoxia

№ п/п	Линии и их родители	Прорастаемость, %		Устойчивость к гипоксии, %
		О	К	
1	Эритроспермум 3512/10 (Ит. 988 х П.Федина)	86	93	92,0
2	MV Abigel x Московская 39	79	97	81,4
3	(Soldier x Мос-39) x Московская 56	72	98	73,5
4	Эритроспермум 689/16 (Нем-17 x Мос-39)	69	94	73,4
5	Эритроспермум 156/16 (Zmina x Мос-40)	72	99	73,0
6	Эритроспермум 128/13 (Soldier x M-56 x M-40)	67	95	70,5
7	(NE 82557 x M-56) x M-40	69	98	70,4
8	MV Baka x Немчиновская 85	61	88	69,3
9	MV Abigel x Московская 39	64	95	67,4
10	MV Abigel x Немчиновская 85 x (Ит. 988 х П. Федина)	62	94	67,0
11	Эритроспермум 2294/12 (Лют. 982/08 x Мос-56)	63	95	66,0
12	(NE 82557 x Мос-56) x Немчиновская 24	60	96	62,5
13	MV Baka x Немчиновская 17	55	92	59,8
14	(NE 82557 x Московская 56) x Московская 39	55	96	57,9
15	266-16	48	97	49,5
16	(Kolo x Московская 40) x Московская 56	48	99	48,5
17	STH 796 x Московская 56	22	97	22,7
18	Turniya (Польша)	21	94	22,3
19	Sobr x Немчиновская 24	17	94	18,1
20	Sobr x Немчиновская 24	17	98	17,3
21	Sobr x Немчиновская 24	16	94	17,0
	Среднее	52,1	95,6	54,7
	CV, %	41,0	2,7	41,3

ЛИТЕРАТУРА

1. Удовенко Г.В., Ткачев М.В. Устойчивость сортов озимой ржи к вымоканию в связи с их физиологическими особенностями // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. — 1970. — Т. 43.
2. Белецкая Е.К. Определение устойчивости пшеницы и ржи к избытку влаги на первых этапах их роста. Методическая рекомендация. — Киев, 1976.
3. Колбасина Э.И., Жильцова В.В. Жизнеспособность семян озимой пшеницы и ржи в условиях затопления // Физиология и биохимия культурных растений. — 1978. — Т. 10. — № 4. — С. 383.
4. 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.
5. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур. — М.: Дрофа. — С. 214–215.
6. Удовенко Г.В. Устойчивость растений к абиотическим стрессам // Физиологические основы селекции. Теоретические основы селекции, Т. II. — Ч. I. — СПб., ВИР. — 1995. — С. 293–352.
7. Fleming A.L. Foy C. // Agron. J. — 1968. — V. 60. — № 2.

ОБ АВТОРАХ:

Сандухадзе Б.И., доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, главный научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой пшеницы
Марченкова Л.А., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории семеноведения и сертификации семян
Павлова О.В., кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией семеноведения и сертификации семян
Мамедов Р.З., кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции и первичного семеноводства озимой пшеницы
Чавдарь Р.Ф., старший научный сотрудник лаборатории семеноведения и сертификации семян
Орлова Т.Г., старший научный сотрудник, лаборатории семеноведения и сертификации семян
Бугрова В.В., старший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой пшеницы

REFERENCES

1. Udovenko G.V., Tkachev M.V. The resistance of winter rye varieties to vromokaniyu due to their physiological features // Proceedings of applied botany, genetics and breeding. 1970. T. 43.
2. Beletskaya E.K. Determination of the resistance of wheat and rye to excess moisture in the early stages of their growth. Methodical recommendation. Kiev, 1976.
3. Kolbasina E.I., Zhiltsova V.V. Winter seed viability wheat and rye in conditions of flooding // Physiology and Biochemistry cultivated plants. 1978. Vol. 10. № 4. P. 383.
4. Goncharov B.P., Nemchinova Z.F., Revut I.V., Smorodin P.I. Study of the influence of various methods of basic tillage and soil conditions of plant life // Physiological problems of land reclamation and tillage. L.: 1970. B. 22. P. 126–140.
5. Koshkin E.I. Physiology of crop stability. P. 214–215.
6. Udovenko G.V. Plant resistance to abiotic stress // Physiological basis of selection. Theoretical foundations of selection. T. II. H. I. SPb., VIR. 1995. P. 293–352.
7. Fleming A.L. Foy C. // Agron. J. 1968. V. 60. № 2.

ABOUT THE AUTHORS:

Sandukhadze B.I., Full Doctor in Agricultural Sciences, Academician of Ras, Chief Researcher of the Laboratory of Selection and Primary Seed Production of Winter Wheat
Marchenkova L.A., PhD in Agricultural Sciences, Leading Researcher
Pavlova O.V., PhD in Agricultural Sciences, Head of Laboratory
Mamedov R.Z., PhD in Agricultural Sciences, Head of Laboratory of Selection and Primary Seed Production of Winter Wheat
Chavdar R.F., Senior Researcher of The Laboratory of Seed Science and Seed Certification
Orlova T.G., Senior Researcher of The Laboratory of Seed Science and Seed Certification
Bugrova V.V., Senior Researcher of The Laboratory of Selection and Primary Seed Production of Winter Wheat