

В.Л. Газе, младший научный сотрудник;
В.А. Лиховидова, агроном;
Е.В. ИONOва, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по науке,
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
(347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; email: vniizk30@mail.ru)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПРЯМЫМ И КОСВЕННЫМИ МЕТОДАМИ

Приведены результаты определения уровня устойчивости образцов озимой мягкой пшеницы к засухе в стрессовых условиях «засушник», а также изучена засухоустойчивость пшеницы по степени прорастания семян на осмотических растворах. В результате проведенных исследований выявлены образцы с наибольшей степенью устойчивости к засухе. По устойчивости к засухе наибольшие значения отмечено у образцов Аскет (79,3 %), 1377/06 (78,7%), Казачка (77,6%), Краса Дона (75,3%), Шеф (73,5%), Бонус (73,2%), 1232/13 (73,2%), 352/11 (71,6%), Лучезар (71,3%), 1237/13 (70,4%). Наиболее высокие значения индекса комплексной устойчивости отмечены у образцов 1377/06 (255,4 отн.ед.), Аскет (253,4 отн.ед.) Казачка (252,1 отн.ед.), 1232/13 (245,4 отн.ед.), Шеф (245,0 отн.ед.), Краса Дона (244,3 отн.ед.), Бонус (236,9 отн.ед.), Лучезар (236,2 отн.ед.), 352/11 (240,0 отн.ед.). Одним из косвенных методов является метод определения уровня устойчивости к комплексной засухе. Наибольшую степень устойчивости показали образцы Аскет (43%), 1237/13 (40%), Краса Дона (33,0%), 260/09 (31,0%), Казачка (31,0%), 1377/06 (31,0%).

В условиях модельной засухи по сравнению с оптимальными условиями у всех изучаемых образцов отмечено снижение показателя массы 1000 семян. Одной из реакций на недостаток влаги является снижение продуктивных стеблей с 1 м². Снижение продуктивных стеблей в опыте по отношению к контролю было в пределах от 4 до 45%. По массе зерна с главного колоса у всех изучаемых образцов отмечено снижение от 36 до 65%. Высокую зерновую продуктивность в острозасушливых условиях сформировали сорта Аскет (226,2г), Краса Дона (191,8г), Лидия (190,4г).

Ключевые слова: засухоустойчивость, образцы, косвенный метод, прямой метод, жаростойкость, комплексная засухоустойчивость, индекс комплексной устойчивости, урожайность.

V.L. Gaze, junior research officer;
V.A. Likhovidova, agronomist;
E.V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, deputy director on Science,

THE ASSESSMENT OF DROUGHT TOLERANCE OF WINTER SOFT WHEAT SAMPLES BY A DIRECT AND AN INDIRECT METHOD

The article presents the results of assessment of drought tolerance of winter soft wheat samples under stress conditions 'zasushnik', as well as the results of study of wheat drought resistance according to the degree of seed germination on osmotic solutions. As a result of the studies, there were identified the samples with the highest degree of resistance to drought. According to drought resistance, the most significant values were found in the samples 'Asket' (79.3%), '1377/06' (78.7%), 'Kazachka' (77.6%), 'Krasa Dona' (75.3%), 'Shef' (73.5%), 'Bonus' (73.2%), '1232/13' (73.2%), '352/11' (71.6%), 'Luchezar' (71.3%), '1237/13' (70.4%). The highest values of the index of complex stability were established in the samples '1377/06' (255.4 per-unit), 'Asket' (253.4 per-unit) 'Kazachka' (252.1 per-unit), '1232/13' (245.4 per-unit), 'Shef' (245,0 per-unit), 'Krasa Dona' (244,3 per-unit), 'Bonus' (236,9 per-unit), 'Luchezar' (236.2 per-unit), '352/11' (240.0 per-unit). One of the indirect methods is the method of determining the level of resistance to complex drought; the samples 'Asket' (43%), '1237/13' (40%), 'Krasa Dona' (33.0%), '260/09' (31.0%), 'Kazachka' (31.0%), '1377/06' (31.0%) showed the highest degree of resistance. In the conditions of model drought in comparison with the optimal conditions, all the studied samples showed a decrease of the trait '1000-kernel weight'. One of the reactions to lack of moisture is the reduction of productive stems from 1 m². The reduction of productive stems in the experiment in relation to the control variety ranged from 4 to 45%. The kernel weight per main head decreased from 36 to 65% was observed in all studied samples. The varieties 'Asket' (226.2 g), 'Krasa Dona' (191.8) and 'Lydia' (190.4 g) produced high grain yields in strongly arid conditions.

Keywords: *drought resistance, samples, indirect method, direct method, heat resistance, complex drought resistance, integrated resistance index, yield.*

Введение. Хорошо известно, что потери хозяйственной части урожая наиболее велики, если растение подверглось стрессу на ювенильной стадии развития. Поэтому способность растений на начальных этапах своего развития эффективно использовать влагу в условиях недостаточного водоснабжения – один из важнейших биологических и хозяйственно-ценных признаков, а ростовая реакция проростков на стрессовые условия – один из наглядных показателей изменения их метаболизма [5].

В настоящее время существует множество физиологических методов оценки относительной засухоустойчивости полевых культур. К косвенным методам оценки

относительной засухоустойчивости относятся определение прорастания семян и роста проростков в растворах осмотиков, имитирующих недостаток влаги [2, 6].

К прямому методу оценки засухоустойчивости относится метод выращивания растений в условиях модельной засухи «засушник».

Материалы и методы. Исследования проводили в 2015-2017 гг. в лаборатории физиологии растений ФГБНУ «АНЦ «Донской». В качестве исходного материала использовали 20 образцов озимой мягкой пшеницы селекции АНЦ «Донской».

1. Изучение засухоустойчивости прямым методом оценки проводили на провокационном фоне «засушник» АНЦ «Донской» (метод В.В. Маймистова, 1984 г.). На площадке устанавливали стеллажи размерами 2,1 x 4м x 0,6 м, расположенные на высоте 0,6м от поверхности земли. Засыпали землей. Делали однометровые рядки с расстоянием между ними 0,15м. Делянки – трехрядковые площадью 0,45 м². Развитие растений пшеницы до IV этапа органогенеза (фаза рост стебля) проходило в опыте и в контроле в идентичных условиях. Начиная с этой фазы развития и до восковой спелости зерна, растения в опыте выращивали в условиях нарастающей засухи (30% ПВ и ниже), а в контроле – при оптимальном увлажнении (70% ПВ, полив). Образцы высевали в 4-х кратной повторности.

2. Определение засухоустойчивости косвенными методами проводили в лабораторных условиях по методике в изложении И.Н. Кожушко (1982). Определение устойчивости к комплексной засухе – по методике ВИР (1988). Определение жаростойкости методом термотестирования семян - по методике ВИР в изложении Г.В. Удовенко (1988).

Результаты. Процесс прорастания семян в полевых условиях часто осуществляется при дефиците влаги, свойства прорастающих семян в этом случае будут иметь решающее значение для всей дальнейшей жизнедеятельности растений [1,4]. В лабораторных исследованиях засухоустойчивость пшеницы определяли по степени прорастания семян на осмотических растворах. В качестве раствора осмотиков использовали растворы сахарозы. Высокий процент проросших семян отражает способность сорта использовать скудные запасы влаги в почве, что говорит о его засухоустойчивости в начальные стадии развития [1,3]. В результате исследований по определению уровня жаростойкости в начальные стадии развития, выявлено, что все анализируемые образцы имели высокий процент прорастания от 88,4 до 100%. Их можно отнести к I группе (высокожаростойкие) [9].

По устойчивости к засухе наибольшие значения отмечены у образцов Аскет (79,3 %) 1377/06 (78,7%), Казачка (77,6%), Краса Дона (75,3%), Шеф (73,5%), Бонус (73,2%), 1232/13 (73,2%), 352/11 (71,6%), Лучезар (71,3%), 1237/13 (70,4%), (рис 1)

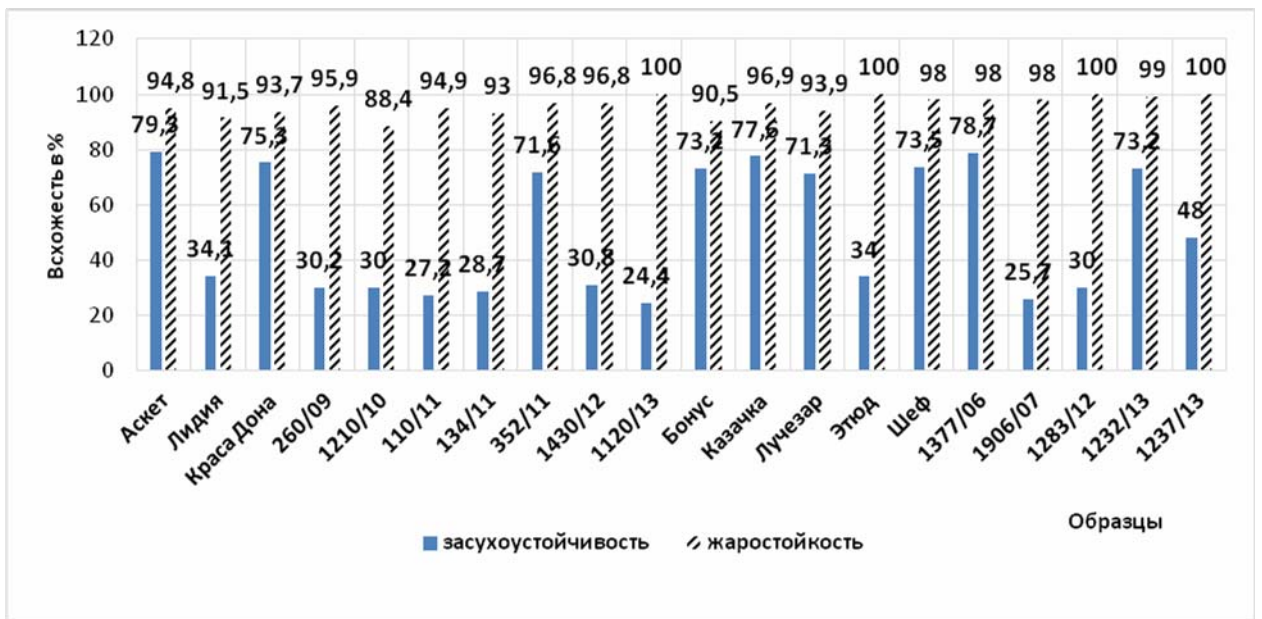


Рис. 1. Засухоустойчивость и жаростойкость образцов озимой мягкой пшеницы

Для надежной и объективной оценки засухоустойчивости образцов косвенными методами использовали методы, характеризующие растение с различных сторон, и дающие оценку нескольких свойств в их взаимодействии. Показателем засухоустойчивости сорта служит индекс устойчивости зародыша семян, который основан на суммарной оценке способности семян пшеницы прорасти в условиях физиологического дефицита влаги, а также после воздействия высокой температуры [2,6].

Наиболее высокие значения индекса отмечены у образцов 1377/06 (255,4 отн.ед.), Аскет (253,4 отн.ед.) Казачка (252,1 отн.ед), 1232/13 (245,4 отн.ед.), Шеф (245,0 отн.ед.), Краса Дона (244,3 отн.ед.), Бонус (236,9 отн.ед.), Лучезар (236,2 отн.ед.), 352/11 (240,0 отн.ед.) (рис.2).

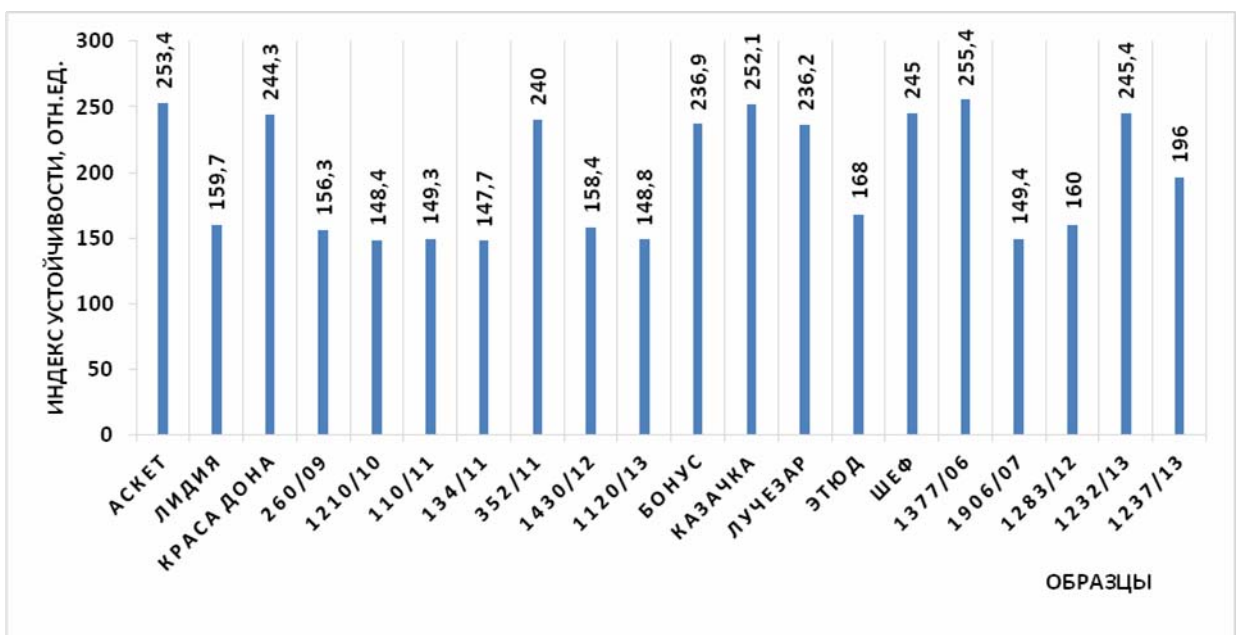


Рис. 2. Величина индекса комплексной засухоустойчивости сортов и линий озимой мягкой пшеницы в начальные стадии развития

Одним из косвенных методов является метод определения уровня к комплексной засухоустойчивости (применяется стрессовая нагрузка- проращивание семян на растворах осмотиков при температуре 30 С) [3;7]. Наибольшую степень устойчивости показали образцы Аскет (43%), Краса Дона (33,0%), 260/09 (31,0%), Казачка (31,0%), 1377/06 (31,0) (рис.3)

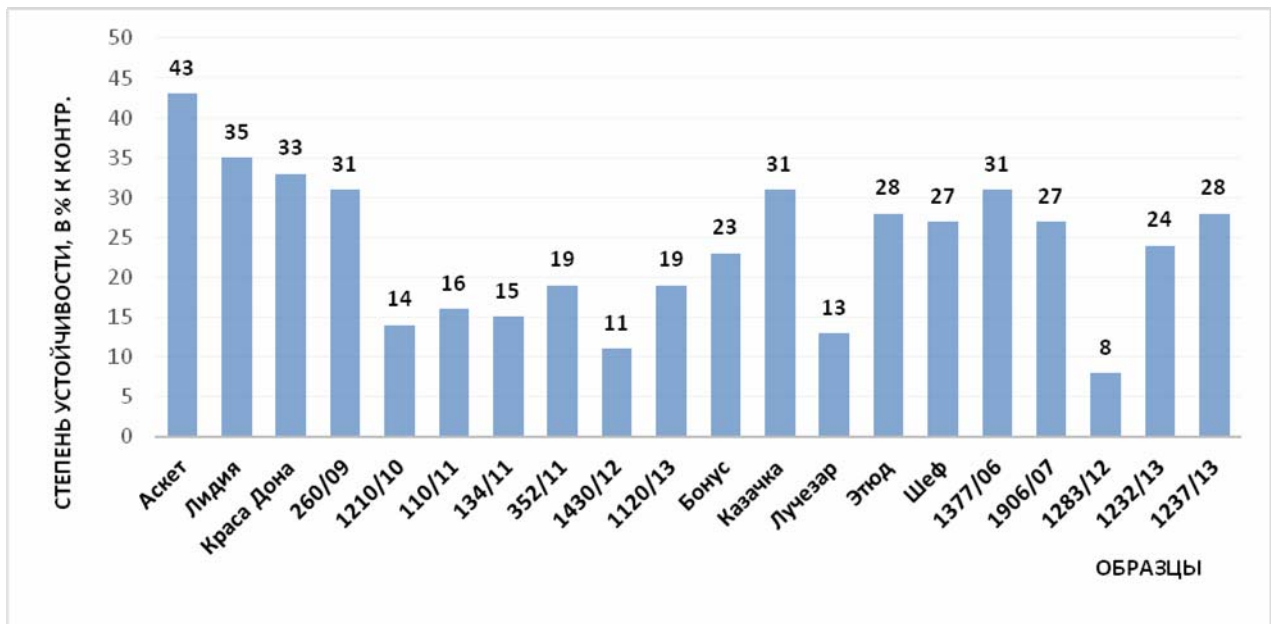


Рис. 3. Устойчивость выделившихся образцов озимой мягкой пшеницы к комплексной засухе

К прямому методу определения засухоустойчивости относится метод вегетационного опыта «засушник». Растения выращиваются в опыте в условиях недостаточной водообеспеченности, а в контроле – при оптимальном увлажнении [8,4, 10]. Реакция растений на недостаток влаги и уровень снижения продуктивности была различной (см. таблицу).

Изменение структуры урожая озимой пшеницы в зависимости от условий выращивания «засушник»

№ п/п	СОРТ	Густота продуктивного стеблестоя, шт/м ²			Кол-во зерен главного колоса, шт.			Масса зерна главного колоса, г			Масса 1000 семян, г			Урожайность зерна, г/м ²		
		Опыт	Конт-роль	% к контр олю	Опыт	Конт-роль	% к контр о-лю	Опы т	Конт-роль	% к контро -лю	Опыт	Конт-роль	% к контр	Опыт	Конт-роль	% к контр о-лю
1	Аскет	290	314	92	28	32	88	0,78	1,21	64	26,3	32,9	80	226,2	379,9	60
2	Лидия	280	321	87	25	29	86	0,68	1,08	63	23,7	39,1	61	190,4	357,5	53
3	Краса Дона	295	325	91	25	27	93	0,69	1,21	57	28	44,5	63	203,6	393,3	52
4	260/09	277	307	90	18	27	67	0,42	1,02	41	22,2	37,5	59	116,3	313,1	37
5	1210/10	266	351	76	17	28	61	0,40	0,97	41	21,6	34,9	62	106,4	340,5	31
6	110/11	264	291	91	19	30	63	0,47	1,05	45	18,9	34,6	55	124,1	305,6	41
7	134/11	169	297	57	20	28	71	0,43	0,85	51	19,7	30,9	64	72,7	235,5	31
8	352/11	284	312	91	16	28	57	0,39	0,98	40	19,2	35,2	55	110,8	305,8	36
9	1430/12	160	291	55	19	25	76	0,40	1,14	35	20,1	45,2	44	64	331,7	19
10	1120/13	261	294	89	23	30	77	0,54	1,20	45	20,1	43,2	46	140,9	352,8	40
11	Бонус	257	290	89	19	29	66	0,40	0,90	44	19,9	36,1	55	102,8	261	39
12	Казачка	277	304	91	25	29	86	0,56	1,10	51	22,0	41,2	53	155,1	334,4	46
13	Лучезар	276	309	89	23	31	74	0,50	1,10	45	23,0	39,8	58	138	339,9	41
14	Этюд	281	294	96	24	28	86	0,60	1,04	58	25,7	39,2	66	168,6	305,8	55
15	Шеф	284	304	93	29	34	85	0,59	0,97	61	26,4	43,3	61	167,6	294,9	57
16	1377/06	267	290	92	25	27	92	0,59	1,00	59	22,6	36,0	63	157,5	290,0	54
17	1906/07	281	310	91	22	29	76	0,57	1,00	57	20,3	36,2	56	160,2	310	52
18	1283/12	264	304	87	21	30	70	0,56	1,21	46	20,6	40,5	51	147,8	367,8	40
19	1232/13	272	299	91	25	29	86	0,57	1,00	57	22,9	41,1	56	155,0	299	52
20	1237/13	271	299	91	21	28	75	0,47	1,25	38	22,4	49,0	45	127,4	377,8	34

Снижение количества продуктивных стеблей с 1 м² является реакцией растений на недостаток влаги в почве. В опыте по отношению к контролю снижение числа продуктивных стеблей было в пределах от 4 до 45%. Максимальное снижение отмечено у образцов 134/11 и 1430/13 (на 43-45% соответственно). Минимальное снижение зафиксировано у образцов Этюд (на 4%), Шеф (на 3%), Аскет и 1377/06 (на 8 %).

В процессе нарастания засухи у изучаемых образцов выявлена различная степень снижения зерновой продуктивности. У линий 1210/10 и 352/11 в условиях модельной засухи в сравнении с контролем отмечено максимальное снижение числа зерен с главного колоса (снижение на 39 и 43 %), а у образцов Краса Дона и 1377/06 снижение данного показателя было минимальным и составило 7 и 8 % соответственно.

В условиях провокационного фона у образцов наблюдается снижение массы зерна с главного колоса от 36 до 65 %. Наименьшее отмечено у сортов Аскет (на 36%), Лидия (на 37%) и Шеф (на 39%). В острозасушливых условиях у изучаемых образцов наблюдалось снижение массы 1000 семян. Максимальное снижение в опыте по сравнению с контролем было у линий 1237/13 и 1430/12 (на 65 и 66% соответственно), а наименьшее у сорта Аскет (на 20%). Одним из наиболее важных и результативных показателей функционирования всех систем растения является урожайность зерна, определяющая реакцию растений на недостаточное водообеспечение. Наибольшее снижение зерновой продуктивности отмечено у образцов 1210/10 и 134/11 (на 69%), 1430/12 (на 81%), а наименьшее – у сортов Аскет (на 40%), Шеф (43%), Этюд (на 45%), 1377/06 (на 46%), Лидия (на 47%), Краса Дона, 1906/07 и 1232/13 (на 48%). Высокую зерновую продуктивность в острозасушливых условиях сформировали сорта Аскет (226,2г), Краса Дона (191,8г), Лидия (190,4г).

Выводы. По результатам проведенных исследований установлено, что прямые и косвенные методы дают практически идентичные результаты при определении степени засухоустойчивости изучаемых образцов. Высокий уровень засухоустойчивости при использовании вегетационного и лабораторных методов отмечен у образцов Аскет, Краса Дона, Шеф, Этюд и линий 1377/06, 1906/07, 1232/13.

Литература

1. Кожушко Н.Н. Изучение засухоустойчивости мирового генофонда яровой пшеницы для селекционных целей // Л.: ВИР, 1991. 92 с.
2. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям Методическое руководство. ВИР, 1988. 25с.
3. Способ определения засухоустойчивости растений // а.с.791328.1980. БИ №48. Осипов Ю.Ф., Федулов Ю.П., Чуваева А.Л., Каленич В.И.

4. Ионова Е. В. Устойчивость сортов и линий озимой пшеницы к водному и температурному стрессам // *Зерновое хозяйство России*. 2011. №3(15). С. 19-26.
5. Терлецкая Н.В. Изучение устойчивости фотосинтетического аппарата мягкой пшеницы и ее диких сородичей к абиотическим стрессорам *in vitro* и *in vivo* / Н.В. Терлецкая, Н.В. Зобова, В.Ю. Ступко и др. // Монография Алматы, 2017. – 172с
6. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (методическое руководство). Всесоюзный НИИ растениеводства имени Н. И. Вавилова (ВИР). – Л., 1988. – 228 с.
7. Krupnov V. A., Germantsev L. A., Krupnova O. V. The effect of a temperature increase on the grain weight of the spring wheat in the Volga regions // *Ann. Wheat Newslett. KSU, USA*. 2001. V. 47. P. 145.
8. Кравченко Н. С. Ионова Е.В. Степень адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы в условиях провокационного фона («засушник») // *Зерновое хозяйство России*. 2015. №5(41). С. 7-10.
9. Кравченко Н. С., Лиховидова В.А., Скрипка О.В. Качество зерна и засухоустойчивость сортов озимой мягкой пшеницы // *Зерновое хозяйство России*. 2018. №1(55). С. 52-56.
10. Ионова Е.В., Скворцова Ю.Г. Изменение посевных качеств озимой пшеницы при различных условиях выращивания (засушник) // *Зерновое хозяйство России*. 2013. №4(28). С. 27-29.

Literature

1. Kozhushko N.N. Study of the drought resistance of the world gene pool of spring wheat for breeding purposes. L.: VIR, 1991. 92 p.
2. Diagnostics of plant resistance to stresses / Methodological recommendations. VIR, 1988. P. 25
3. Method for determination of plant drought resistance // auth. cert.791328.1980. BI №48. / Osipov Yu.F., Fedulov Yu.P., Chuvaeva A.L., Kalenich V.I.
4. Ionova E.V. Stability of varieties and lines of winter wheat to water and temperature stresses // *Grain Economy of Russia*. 2011. №3 (15). P. 19-26.
5. Terletskaia N.V. Study of the stability of the photosynthetic apparatus of soft wheat and its wild relatives to abiotic stressors *in vitro* and *in vivo* / N.V. Terletskaia, N.V. Zobova, V.Yu. Stupko, et. al. // The monograph. of Almaty, 2017. 172p.
6. Diagnostics of plant resistance to stresses (methodical recommendations). L.: All-Union Scientific Research Institute of Plant Industry named after N.I. Vavilov (VIR), 1988. 228 p.
7. Krupnov V. A., Germantsev L. A., Krupnova O. V. The effect of a temperature increase on the

grain weight of the spring wheat in the Volga regions // Ann. Wheat Newslett. KSU, USA. 2001. V. 47. P. 145.

8. Kravchenko N.S., Ionova E.V. Degree of adaptability of varieties of winter soft wheat under conditions of a provocative background ("zasushnik") // Grain Economy of Russia. 2015. No. 5 (41). P. 7-10.

9. Kravchenko N.S., Likhovidova V.A., Skripka O.V. Grain quality and drought resistance of winter wheat varieties // Grain Economy of Russia. 2018. No. 1 (55). P. 52-56.

10. Ionova E.V., Skvortsova Yu.G. Change in the sowing qualities of winter wheat under different growing conditions ("zasushnik") // Grain economy of Russia. 2013. № 4 (28). Pp. 27-29.