

ОЦЕНКА АДАПТИВНОСТИ ГЕНОТИПОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ К ЗАСУШЛИВЫМ УСЛОВИЯМ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

И. Р. МАНУКЯН, кандидат биологических наук, доцент,
М. А. БАСИЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук,
Е. С. МИРОШНИКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук,
В. Б. АБИЕВ, младший научный сотрудник,
Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Владикавказского научного центра Российской академии наук
(363110, РСО-Алания, Пригородный район, с. Михайловское, ул. Вильямса, д. 1; тел.: 8 928 487-61-55)

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, засухоустойчивость, сахароза, осмотическое давление.

Успех селекции при создании засухоустойчивых сортов во многом зависит от правильной оценки степени устойчивости создаваемых сортов и гибридов. В последнее время большой интерес представляют методы ранней диагностики на семенах и проростках, поскольку они позволяют проводить оценку круглый год и анализировать большое количество селекционного материала. В статье приведены результаты лабораторных и полевых исследований селекционного материала озимой мягкой пшеницы мировой коллекции ВИР им. Вавилова на засухоустойчивость и продуктивность в условиях засухи. Определение устойчивости растений к дефициту влаги в лабораторном опыте проводилось по способности семян прорастать на высокоосмотических растворах сахарозы (10 %, 15 %, 20 %), что позволило выделить образцы с высокой водопоглощательной способностью. Критерием засухоустойчивости в полевых условиях явилась урожайность изучаемых сортов, сформированная в условиях полевой почвенной засухи, выраженная новым индексом (коэффициентом) продуктивности растений ИПР. Преимущество селекционного ИПР в объединении трех главных параметров продуктивности: длины колоса, числа зерен в колосе и веса зерна с колоса. По результатам лабораторного опыта все образцы были разделены на три группы по показателю всхожести семян на растворе сахарозы 10 %. В группу высокоустойчивых и с устойчивостью выше средней вошли 20 образцов. Результаты лабораторного опыта сопоставили с результатами полевых испытаний. Показатели ИПР выше 11 имели селекционные образцы Areal (15,1), Veldava (13,2), «Альбатрос одесский» (11,3). Выделенные образцы можно считать перспективными для дальнейшего использования в селекции на засухоустойчивость в условиях предгорной зоны Центрального Кавказа.

EVALUATION OF ADAPTABILITY OF WINTER WHEAT GENOTYPES FOR ARID CONDITIONS IN THE FOOTHILL ZONE OF THE CENTRAL CAUCASUS

I. R. MANUKYAN, candidate of biological sciences, associate professor,
M. A. BASIEVA, candidate of agricultural sciences,
E. S. MIROSHNIKOVA, candidate of agricultural sciences,
V. B. ABIYEV, junior researcher,
North Caucasian Research Institute of Mountain and Piedmont Agriculture – the Affiliate of Vladikavkaz Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences
(1 Williams Str., 363110, RNO-Alania, Prigorodny district, Mikhailovskoye village; phone 8 928 487-61-55)

Keywords: winter wheat, variety, drought resistance, sucrose, osmotic pressure.

The success of breeding in the creation of drought-resistant varieties depends largely on the correct assessment of the degree of stability of the varieties and hybrids created. In recent years, of great interest are the methods of early diagnosis on seeds and seedlings, as they allow to evaluate all year round and analyze a large number of breeding material. The article presents the results of laboratory and field studies of breeding material of winter wheat of the world collection of Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR) on drought resistance and productivity in drought conditions. Determination of plant resistance to moisture deficiency in the laboratory experiment was carried out on the ability of seeds to germinate in highly osmotic solutions of sucrose (10 %, 15 %, 20 %), that allowed to select samples with high water absorption capacity. The criterion of drought resistance in the field was the yield of the studied varieties, formed in the conditions of field soil drought, expressed by a new index (coefficient) of plant productivity of PPI. The advantage of the selection PPI in combining the three main parameters of productivity: the length of the ear, the number of grains in the ear and the weight of the grain from the ear. According to the results of laboratory experience, all samples were divided into three groups according to the index of seed germination on a 10 % sucrose solution. The group of highly stable and above average stability included 20 samples. The results of laboratory experience were compared with the results of field tests. Indicators of PPI above 11 had selection samples: Areal (15,1), Veldava (13,2), Albatros odesskiy (11,3). The selected samples can be considered promising for further use in breeding for drought resistance in the foothills of the Central Caucasus.

Положительная рецензия представлена С. А. Бекузаровой, доктором сельскохозяйственных наук, профессором кафедры растениеводства, земледелия, селекции и семеноводства Горского государственного аграрного университета, заслуженным изобретателем РФ.

Введение

Селекция озимой пшеницы на засухоустойчивость приобретает особое значение в условиях глобального потепления климата. Для предгорной зоны Центрального Кавказа изменения климата отразились в повышении температур и уменьшении количества осадков в осенне-зимний период. Зимы стали малоснежными и теплыми. Засухоустойчивость растений – сложный признак, зависящий от слаженности физиологических и биохимических процессов, отражающий свойство генотипа формировать продуктивность, близкую к потенциальной, в условиях недостатка влаги [2, 12].

Засухоустойчивость может быть обусловлена более мощной корневой системой, особенностью накопления и аттракции ассимилятов, скоростью прохождения фаз онтогенеза, экономному расходованию влаги растением и др. [5, 11].

Оценку селекционного материала по засухоустойчивости проводят непосредственно в поле в годы, отличающиеся засухой в период вегетации, по прямым признакам и продуктивности, в искусственных условиях засушлика или лабораторными методами [1]. Устанавливают влияние засухи на рост и величину репродуктивных частей растения, озерненность колоса, быстроту отмирания листьев, снижение продуктивности селекционных образцов относительно стандарта (сорта, имеющего высокую засухо- и жаростойкость), способность сохранять относительно высокий уровень урожайности в условиях дефицита воды [4, 9]. Существует целая группа показателей, позволяющая оценить степень засухоустойчивости по площади листового аппарата в период формирования и налива зерна, вододерживающей способности листьев, длине колосоптиля, интенсивности транспирации, способности семян прорасти на растворе сахарозы с высоким осмотическим давлением и др. [8]. Многие методы трудоемки, громоздки и неприемлемы в полевых условиях. При селекции на засухоустойчивость важно определить растения, способные на первых этапах развития экономно использовать влагу в условиях ее недостатка [10]. Определяя количество проросших семян на растворах с высоким осмотическим давлением, имитирующих условия физиологической сухости почвы, представляется возможным установить на ранних этапах онтогенеза относительную засухоустойчивость видов и сортов [6].

Цель и методика исследований

Целями данной работы явилось определение засухоустойчивости в лабораторных и полевых опытах, вычисление корреляционной сопряженности признака засухоустойчивости с зерновой продуктивностью озимой пшеницы, разработка системы показателей оценки засухоустойчивости и потенциальной продуктивности.

Исследования проводились в предгорной зоне Центрального Кавказа на опытных полях СКНИ-ИГПСХ ВНИЦ РАН. Почва опытного участка представлена среднемощным выщелоченным черноземом, подстилаемым галечником. Галечник способствует быстрому иссушению почвы и периодически повторяющейся почвенной засухе.

Для оценки полевой засухоустойчивости была исследована структура продуктивности селекционного материала, полученного в засушливом 2018 году (ГТК 1,1), когда влагообеспеченность посевов в начале марта – апреле была ниже обычной, запасы продуктивной влаги в почве составляли 11–18 мм, что недостаточно для растений в период закладки колоса, осадки составили 78 % от нормы. В мае количество осадков превысило норму на 35 %. Посевы были хорошо обеспечены теплом и влагой. Погодные условия 2018 можно охарактеризовать как засушливые в первой половине весенней вегетации (кущение – трубкование) с нарастающей почвенной засухой и влажные в период колошения – цветения.

Семена этого года использовались для постановки лабораторного опыта. Лабораторный метод представляет особый интерес как метод ранней диагностики на семенах и проростках, поскольку позволяет проводить оценку круглый год и анализировать большое количество селекционного материала.

Материалом для исследований послужили 106 селекционных образцов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВИР им. Вавилова. За стандарт засухоустойчивости в полевом и лабораторном опытах взят сорт «Альбатрос одесский».

Критерием засухоустойчивости в полевых условиях является урожайность, сформированная в условиях полевой почвенной засухи, выраженная новым индексом (коэффициентом) продуктивности растений ИПР. Предлагаемый нами индекс продуктивности растений (ИПР) рассчитывается по трем главным параметрам продуктивности колоса: длине, числу зерен и весу зерна с колоса:

$$\text{ИПР} = \text{ЧЗ} \times \text{ВЗ} / \text{ДК},$$

где ЧЗ – число зёрен, шт.,

ВЗ – вес зерна с колоса, г,

ДК – длина колоса, см.

Полевую продуктивность определяли в мелкоделяночном посеве (площадь делянок – 1 м²), норма высева – 500 всхожих семян на 1 м², повторность трехкратная. Определение устойчивости растений к дефициту влаги в лабораторном опыте проводилось по способности семян прорасти на высокоосмотических растворах сахарозы (10 %, 15 %, 20 %, повторность трехкратная) [7]. О засухоустойчивости судили по показателям всхожести семян и длине корешков. Статистическую обработку эксперимен-

Таблица 1

Оценка селекционных образцов озимой пшеницы на относительную засухоустойчивость по способности семян прорасти на высокоосмотических растворах сахарозы

Table 1

Evaluation of breeding samples of winter wheat for relative drought resistance on the ability of seeds to germinate in highly osmotic solutions of sucrose

Сортообразец <i>Variety sample</i>	Контроль <i>Control</i>		10 %		15 %		20 %	
	Всхо- жесть, % <i>Germina- tion, %</i>	Длина ко- решков, см <i>Length of roots, cm</i>	Всхо- жесть, % <i>Germina- tion, %</i>	Длина ко- решков, см <i>Length of roots, cm</i>	Всхо- жесть, % <i>Germina- tion, %</i>	Длина ко- решков, см <i>Length of roots, cm</i>	Всхо- жесть, % <i>Germina- tion, %</i>	Длина ко- решков, см <i>Length of roots, cm</i>
Альбатрос одесский (ст.) <i>Albatros odesskiy (st.)</i>	100	6,0	93,9	2,5	89,2	1,2	59,5	0,5
Ареал <i>Areal</i>	100	5,8	88,0	1,2	—	—	—	—
Велдава <i>Veldava</i>	100	5,5	87,8	2,5	—	—	—	—
Малышка <i>Malyshka</i>	98,8	5,7	80,8	1,7	—	—	—	—
Дон 107 <i>Don 107</i>	97,5	4,3	80,0	1,4	—	—	—	—
Антонина <i>Antonina</i>	89,4	2,8	53,7	0,9	—	—	—	—
НСР ₀₅ SSD ₀₅	1,1	0,2	2,0	0,2				

тальных данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализа по Б. А. Доспехову (1985) [3].

Результаты исследований

Селекция на адаптивность к почвенно-климатическим условиям предгорной зоны Центрального Кавказа направлена на создание сортов озимой пшеницы, обладающих устойчивостью к биотическим (болезни и вредители) и абиотическим стрессовым (засуха почвенная и атмосферная, ливни, грозы, устойчивость к полеганию) факторам. Для оценки селекционного материала на засухоустойчивость нами был выбран метод проращивания семян на осмотических растворах сахарозы. Преимущество метода в его репрезентативности и информативности, т. к. параллельно можно получить фитопатологическую характеристику селекционных образцов и параметры всхожести семян.

В таблице 1 приведены результаты проращивания семян озимой пшеницы на растворах сахарозы концентрацией 10 %, 15 % и 20 % с осмотическим давлением соответственно 600, 1000, 1400 кПа, имитирующих условия физиологической почвенной засухи. Метод позволяет на ранних этапах онтогенеза установить относительную засухоустойчивость селекционных образцов озимой пшеницы по количеству проросших семян на растворах с высоким осмотическим давлением. Стандартом является засухоустойчивый и жаростойкий сорт «Альбатрос одесский». По результатам опыта, ни один из иссле-

дуемых селекционных образцов не превзошел по засухоустойчивости стандарт.

Все исследуемые образцы не смогли прорасти на растворах сахарозы выше 10 %, тогда как семена сорта «Альбатрос одесский» показали всхожесть 60 % на растворе сахарозы с осмотическим давлением 1400 кПа, или 20 %, они также имели максимальную длину корешков: 6,0, 2,5, 1,2, 0,5 см соответственно (табл. 1). Всхожесть выше 80 % на растворе сахарозы 10 % показали образцы Areal и Veldava. Длина корешков составила 1,2 и 2,5 см соответственно. Всхожесть на уровне 80 % имели образцы Malyshka и «Дон 107», сорт «Антонина» показал всхожесть около 54 % на растворе сахарозы 10 % с длиной корешков 0,9 см, что почти в два раза ниже стандарта. По результатам лабораторного опыта, все 106 образцов были разделены на три группы по показателю всхожести семян на растворе сахарозы 10 % (табл. 2). Высокую засухоустойчивость на уровне стандарта имели 21,7 % образцов, среднюю засухоустойчивость – 54,7 %, низкую засухоустойчивость – 23,6 %.

Результаты лабораторного опыта сопоставили с результатами полевых испытаний. Для оценки продуктивности селекционных образцов, сформированной под влиянием ранневесенней почвенной засухи, проведен структурный анализ продуктивности и рассчитан ИПР для всех образцов. Преимущество селекционного индекса ИПР состоит в объединении трех главных параметров продуктивности: длины колоса, числа зерен в колосе и веса зерна с колоса. В таблице 3 приведены примеры расчета.



Таблица 2
Ранжирование селекционного материала озимой пшеницы
по признаку засухоустойчивости

Table 2
Ranking of breeding material of winter wheat on the basis of drought resistance

Низкая засухоустойчивость, всхожесть < 50 % <i>Low drought resistance, germination < 50%</i>	Средняя засухоустойчивость, всхожесть 50–80 % <i>Average drought resistance, germination 50–80 %</i>	Высокая засухоустойчивость, всхожесть > 80 % <i>High drought resistance, germination > 80%</i>
Хмельничанка, Лимаривна, Злука, Виадор, Сава, Зерда, Алауда, Кокер 9227, Ливиус, Клемсон, KS 8018-7-2, Геновева, Вояж, Сумай 3 аут, Табор, Солоха, Прасковья, Дуплет, Юннат одесский, Ольвия, Веха, Зерноградка 6, Дея, Мироновская шарозерная <i>Khmelnychanka, Limarivna, Zluka, Viador, Sava, Zerda, Alauda, Coker 9227, Livius, Clemson, KS 8018-7-2, Genoveva, Voyazh, Sumai 3 aut, Tabor, Solokha, Praskovya, Duplet, Yunnat odesskiy, Olviya, Vekha, Zernogradka 6, Deya, Mironovskaya sharozernaya</i>	Гордовита, Щедрая нива, Чародейка, Чигиринка, Спасовка, Благо, Гестия, Комерция, Зорепад, Княгиня Ольга, Лебидка одесская, Ластивка одесская, Здобуток, Эвклид, Повелия, Астелла, Бона Дея, Мальвина, Малышка, Станислава, Игнис, Шарлота, Солара, Ванда, Панна, Венистар, Гермес, PGMAR 1542, Ритер, Трансильвания, F 228 H 1-3, Ринго Стар, Рэд Ривер 68, KS-90-WGRC-1 N 89 L 356, Батум, Тесто, Норин 10, Дон 93, Лист 25, Батько, Шарада, Антонина, Украинка одесская, Кума, Таня, Зира, Безостая 1, Алексеич, Вид, Лидия, Чигит, Доля, Безостая 100, Граф, Дон 107, Караван, Ростовчанка, Карлик 1, Лелека, Вояж, Маркиз <i>Gordovitya, Shchedraya niva, Charodeyka, Chigirinka, Spasovka, Blago, Gestiya, Komertsynya, Zorepad, Knyaginya Olga, Lebidka odesskaya, Lastivka odeska, Zdobutok, Evklid, Povelija, Astella, Bona Dea, Malvina, Malyshka, Stanislava, Ignis, Sharlota, Solara, Vanda, Panna, Venistar, Germes, PGMAR 1542, Ritter, Transilvania, F 228 H 1-3, Ringo Star, Red River 68, KS-90-WGRC-1 N 89 L 356, Batum, Testo, Norin 10, Don 93, List 25, Batko, Sharada, Antonina, Ukrainka odesskaya, Kuma, Tanya, Zira, Bezostaya 1, Alekseich, Vid, Lidiya, Chigit, Dolya, Bezostaya 100, Graf, Don 107, Karavan, Rostovchanka, Karlik 1, Leleka, Voyazh, Markiz</i>	Альбатрос одесский, Альянс, Лазурная, Ареал Юбилейный, Пилиповка, Небокрай, Ватажок, Ареал, Голубка одесская, Златоглавая, Алакрис, Маркола, Велдава, Верита, Элтан, Вулкан, Сварог, Творец, Оксана, Трио <i>Albatros odesskiy, Alyans, Lazurnaya, Areal Yubileyniy, Pilipovka, Nebokray, Vatazhok, Areal, Golubka odesskaya, Zlatoglavaya, Alakris, Markola, Veldava, Verita, Eltan, Vulkan, Svarog, Tvorets, Oksana, Trio</i>

Таблица 3
Характеристика сортообразцов озимой пшеницы по продуктивности и селекционному индексу ИПР
Table 3

Characteristics of winter wheat variety samples by productivity and breeding index PPI

Сортообразец <i>Variety sample</i>	Высота растения, см <i>Plant height, cm</i>	Структура продуктивности <i>Productivity structure</i>				ИПР <i>PPI</i>
		Вес 1000 семян, г <i>Weight of 1000 seeds, g</i>	Длина колоса, см <i>The length of the ear, cm</i>	Число зерен, шт. <i>Number of grains, pcs</i>	Вес зерна колоса, г <i>Ear grain weight, g</i>	
Альбатрос одесский (ст.) <i>Albatros odesskiy (st.)</i>	80,0	46,5	8,0	43,0	2,1	11,3
Ареал <i>Areal</i>	88,0	42,5	11,0	64,0	2,6	15,1
Велдава <i>Veldava</i>	70,5	42,3	8,0	50,2	2,1	13,2
Малышка <i>Malyshka</i>	90,0	48,0	8,6	41,5	2,0	9,6
Дон 107 <i>Don 107</i>	75,0	40,4	9,0	41,1	1,7	7,8
Антонина <i>Antonina</i>	85,0	37,8	11,7	54,2	2,0	9,3
Коэффициент корреляции, r <i>Correlation coefficient, r</i>					0,88	

Таблица 4
Классификация сортообразцов озимой пшеницы по продуктивности и селекционному индексу
Table 4

Classification of winter wheat varieties by productivity and breeding index

Классификация Classification	Продуктивность, кг/м ² Productivity, kg/m ²	Масса зерна колоса, г The weight of grains in spike, g	ИПР PPI
Низкая продуктивность Low productivity	< 0,7	< 1,5	< 7,0
Средняя продуктивность Average productivity	0,7–1,0	1,5–2,0	7,0–11,0
Высокая продуктивность High productivity	> 1,0	> 2,0	> 11,0

Таблица 5
Ранжирование сортообразцов озимой пшеницы по продуктивности и селекционному индексу
Table 5
Ranking of the genotypes of winter wheat production and breeding index

Низкая продуктивность Low productivity	Средняя продуктивность Average productivity	Высокая продуктивность High productivity
Хмельничанка, Лимаривна, Злука, Виадор, Сава, Зерда, Алауда, Кокер 9227, Ливиус, Клемсон, KS 8018-7-2, Геновева, Сумай 3 аут, Табар, Прасковья, Дуплет, Юннат одесский, Ольвия, Вежа, Зерноградка 6, Мироновская шарозерная Khmelnichanka, Limarivna, Zluka, Viador, Sava, Zerda, Alaуда, Coker 9227, Livius, Clemson, KS 8018-7-2, Genoveva, Sumai 3 aut, Tabor, Praskovya, Duplet, Yunnat odesskiy, Olviya, Vekha, Zernogradka 6, Mironovskaya sharozernaya	Гордовита, Щедрая нива, Чародейка, Чигиринка, Спасовка, Благо, Гестия, Комерцийна, Зорепад, Княгиня Ольга, Лебидка одесская, Ластивка одесская, Здобуток, Эвклид, Повелия, Астелла, Бона Дея, Мальвина, Малышка , Станислава, Игнис, Шарлота, Солара, Ванда, Панна, Венистар, Гермес, PGMAR 1542, Ритер, Трансильвания, F 228 H 1-3, Ринго Стар, Рэд Ривер 68, KS-90-WGRC-1 N 89 L 356, Батум, Тесто, Норин 10, Дон 93, Лист 25, Батько, Шарада, Антонина , Солоха, Украинка одесская, Кума, Таня, Зира, Безостая 1, Алексей, Вид, Лидия, Чигит, Доля, Безостая 100, Граф, Дон 107 , Караван, Ростовчанка, Карлик 1, Лелека, Вояж, Маркиз Gordovitya, Shchedraya niva, Charodeyka, Chigirinka, Spasovka, Blago, Gestiya, Komertsyina, Zorepad, Knyaginya Olga, Lebidka odesskaya, Lastivka odeska, Zdobutok, Evklid, Poveleya, Astella, Bona Dea, Malvina, Malyshka , Stanislava, Ignis, Sharlota, Solara, Vanda, Panna, Venistar, Germes, PGMAR 1542, Ritter, Transylvania, F 228 H 1-3, Ringo Star, Red River 68, KS- 90-WGRC-1 N 89 L 356, Batum, Testo, Norin 10, Don 93, List 25, Batko, Sharada, Antonina , Solokha, Ukrainka odesskaya, Kuma, Tanya, Zira, Bezostaya 1, Alekseich, Vid, Lidiya, Chigit, Dolya, Bezostaya 100, Graf, Don 107 , Karavan, Rostovchanka, Karlik 1, Leleka, Voyazh, Markiz	Альянс, Лазурная, Ареал Юбилейный, Пилиповка, Небокран, Ватажок, Ареал , Голубка одесская, Златоглавая, Алакрис, Маркола, Велдава , Верита, Элтан, Вулкан, Сварог, Творец, Оксана, Трио, Альбатрос одесский Alyans, Lazurnaya, Areal Yubileyniy, Pilipovka, Nebokray, Vatazhok, Areal, Golubka odesskaya, Zlatoglavaya, Alakris, Markola, Veldava, Verita, Eltan, Vulkan, Svarog, Tvorets, Oksana, Trio, Albatros odesskiy

ИПР имеет высокий коэффициент корреляции с параметрами продуктивности колоса, т. е. отражает зерновую продуктивность селекционных образцов. Показатели индекса выше 11 имели селекционные образцы Areal (15,1), Veldava (13,2), «Альбатрос одесский» (11,3). Для удобства пользования индексом предлагается классификация параметров продуктивности и значений индекса (табл. 4).

При использовании предложенной классификации целесообразно весь изучаемый селекционный материал распределить на группы. В таблице 5 представлена группировка исследуемых селекционных образцов по показателям продуктивности и индексу ИПР: низкая, средняя и высокая.

Доля сортообразцов с низкой продуктивностью составила 20,2 %, с высокой продуктивностью – 19,2 %, средней продуктивностью – 60,6 %. Сортообразцы со значениями ИПР > 11,0 (Areal, Veldava,

«Альбатрос одесский») относятся к группе высокопродуктивных, сортообразцы, имеющие значения ИПР от 7,0 до 11,0 (Malyshka, «Антонина», «Дон 107») относятся к группе со средней продуктивностью.

Выводы. Рекомендации

Селекция озимых зерновых культур для предгорной зоны Центрального Кавказа направлена на адаптивность сортов к условиям возделывания, высокую и стабильную продуктивность. Адаптивные, высокоурожайные сорта должны обладать устойчивостью к осенне-весенней засухе, полеганию и болезням. Успех селекции при создании засухоустойчивых сортов во многом зависит от правильной оценки степени устойчивости создаваемых сортов и гибридов.

Лабораторный метод проращивания семян озимой пшеницы на растворе сахарозы позволяет дать косвенную оценку образцов по засухоустойчивости.

При увеличении концентрации раствора и повышении осмотического давления отмечено снижение процента прорастания семян у всех изучаемых образцов. Экспериментальным путем установлено, что при концентрации раствора сахарозы 10 %, создающей осмотическое давление 6 атм, всхожесть выше 80 % показали образцы Areal и Veldava. Длина корешков составила 1,2 и 2,5 см соответственно. Всхожесть на уровне 80 % имели образцы Malyshka и «Дон 107».

Анализ сортов, проведенный в соответствии с отработанной методикой, позволил распределить

сорта озимой пшеницы по группам. Наибольшей относительной засухоустойчивостью характеризовались сорта Alyans, Lazurnaya, Areal Yubileyniy, Pilipovka, Nebokray, Vatazhok, Areal, Golubka odesskaya, Zlatoglavaya, Alacris, Markola, Veldava, Verita, Eltan, Vulcan, «Сварог», «Творец», «Оксана», «Трион», «Альбатрос одесский». Показатели ИПР выше 11 имели селекционные образцы Areal (15,1), Veldava (13,2), «Альбатрос одесский» (11,3). Выделенные образцы можно считать перспективными для дальнейшего использования в селекции на засухоустойчивость для предгорной зоны Центрального Кавказа.

Литература

1. Газе В. Л., Лиховидова В. А., Ионова Е. В. Определение уровня засухоустойчивости образцов озимой мягкой пшеницы прямым и косвенными методами // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 2. С. 25–29.
2. Грабовец А. И., Фоменко М. А. Изменение климата и методология создания новых сортов пшеницы и тритикале с широкой экологической пластичностью // *Достижения науки и техники АПК*. 2015. Т. 29. № 15. С. 16–19.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М., 1985. – 351 с.
4. Дубинина О. А. Устойчивость озимой пшеницы к основным стрессовым факторам окружающей среды и погодных условий // *Зерновое хозяйство России*. 2017. № 1 (49). С. 23–26.
5. Лиховидова В. А., Газе В. Л., Ионова Е. В., Марченко Д. М. Влияние почвенной и воздушной засухи на развитие корневой системы сортов и линий озимой мягкой пшеницы // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 4 (58). С. 39–42.
6. Малокозова Е. И. Основные направления селекции яровой пшеницы на засухоустойчивость // *Земледелие*. 2018. № 3. С. 37–39.
7. Парфенова Е. С., Шамова М. Г., Набатова Н. А., Псарева Е. А. Оценка относительной засухоустойчивости сортов озимой ржи способом проращивания на растворе сахарозы // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2018. № 11-2. С. 347–351.
8. Патуринский А. В. Оценка засухоустойчивости и потенциальной продуктивности пшеницы и ячменя // *Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции*. 2018. С. 197–201.
9. Розова М. А., Зиборов А. И. Корреляционные связи урожайности яровой твердой пшеницы с элементами ее структуры в зависимости от уровня продуктивности генотипов и погодных условий в приобской лесостепи Алтайского края // *Вестник Алтайского ГАУ*. 2016. № 2 (136). С. 44–49.
10. Савченко И. В. Выведение новых сортов и гибридов сельскохозяйственных растений // *Вестник Российской Академии наук*. 2017. Т. 87. № 4. С. 318–321.
11. Сухоруков А. А. Влияние различных типов засухи на урожайность сортов озимой пшеницы // *Молодой ученый*. 2015. № 22.2. С. 12–14.
12. Хоменко Л. А., Сандецкая Н. В. Источники комплексной устойчивости пшеницы мягкой озимой (*Triticum aestivum* L.) в селекции на адаптивность // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14. № 3. С. 270–276.

References

1. Gaze V. L., Likhovidova V. A., Ionova E. V. Determination of the level of drought resistance samples of soft winter wheat with direct and indirect methods // *Grain economy of Russia*. 2018. No. 2. Pp. 25–29.
2. Grabovets A. I., Fomenko M. A. Climate change and methodology of creation of new varieties of wheat and triticale with wide ecological plasticity // *Achievements of science and technology of agroindustrial complex*. 2015. Vol. 29. No. 15. Pp. 16–19.
3. Dospekhov B. A. Methodology of field experiment (with bases of statistical processing of research results). – M., 1985. – 351 p.
4. Dubinina O. A. Stability of winter wheat to the main stress factors of the environment and weather conditions // *Grain economy of Russia*. 2017. No. 1 (49). Pp. 23–26.
5. Likhovidova V. A., Gaze V. L., Ionova E. V., Marchenko D. M. Effect of soil and air drought on root development of varieties and lines of winter soft wheat // *Grain economy of Russia*. 2018. No. 4 (58). Pp. 39–42.

6. Malokostova E. I. Main directions of selection of spring wheat for drought resistance // *Agriculture*. 2018. No. 3. Pp. 37–39.
7. Parfenova E. S., Shamova M. G., Nabatova N. A., Psareva E. A. Assessment of the relative drought resistance of winter rye varieties by the method of germination on sucrose solution // *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2018. No. 11-2. Pp. 347–351.
8. Paturinsky A. V. Assessment of drought resistance and potential productivity of wheat and barley // *Science and education: experience, problems, prospects of development: materials of the international scientific and practical conference*. 2018. Pp. 197–201.
9. Rozova M. A., Ziborov A. I. The correlation of the yield of spring durum wheat with elements of its structure depending on the level of genotype productivity and weather conditions in the forest steppe of the Altai Territory // *Herald of the Altai State Agrarian University*. 2016. No. 2 (136). Pp. 44–49.
10. Savchenko I. V. Breeding new varieties and hybrids of agricultural plants // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. 2017. T. 87. No. 4. Pp. 318–321.
11. Sukhorukov A. A. Influence of various types of drought on the yield of winter wheat varieties // *Young scientist*. 2015. No. 22.2. Pp. 12–14.
12. Khomenko L. A., Sandetskaya N. V. Sources of complex resistance of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in selection for adaptability // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Vol. 14. No. 3. Pp. 270–276.