

М.А. Фоменко, доктор сельскохозяйственных наук
 А.И. Грабовец, член-корреспондент РАН, профессор
 Т.А. Олейникова, научный сотрудник

Федеральный Ростовский аграрный научный центр
 РФ, 346735, Ростовская область, Аксайский район, пос. Рассвет, ул. Институтская, 1
 E-mail: dzni@mail.ru

УДК 633.11:631.527

DOI: 10.30850/vrsn/2020/5/18-22

ОСОБЕННОСТИ СЕЛЕКЦИОННОГО УЛУЧШЕНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Исследования выполнены в 2005–2019 годах в ФГБНУ ФРАНЦ Ростовской области. Объектом выбран материал различных поколений селекции центра. Введение в селекционный процесс полукарликовых форм сопровождалось привлечением в ступенчатые скрещивания среднерослых сортов Тарасовская 29, Северодонская, Северодонская 5, Северодонская 12, максимально адаптированных к местным условиям. Также были использованы рекуррентные родительские формы из различных экологических ниш. Полевые опыты, учеты проводили в соответствии с методикой Государственной комиссии по сортоиспытанию (1971, 1989) и Методическим указаниям мировой коллекции Vir (1977). Селекцию озимой пшеницы вели общепринятыми методами, используя балк-метод и педигри. В основе создания сортов озимой пшеницы нового морфобиотипа Донмира, Акапелла, Былина Дона были использованы рекомбинанты предыдущих поколений. При различной напряженности стресс-факторов выявлены особенности формирования агроценозов новых фенотипов. С целью улучшения отдельных признаков использованы источники зимо-морозостойкости. Маркерный признак отбора на продуктивность и адаптивность в условиях засух — масса зерна с растения и колоса, индекс урожая. Дальнейшее развитие селекции полукарликовых сортов будет связано с увеличением емкости агроценоза. Исследования реализованы в создании 20 сортов озимой мягкой пшеницы, которые включены в Государственный реестр селекционных достижений РФ, с широким ареалом возделывания.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорт, урожайность, адаптивность, зимо-морозостойкость, засухоустойчивость, качество зерна.

M.A. Fomenko, *Grand PhD in Agricultural sciences*
 A.I. Grabovets, *Corresponding member of RAS, Professor*
 T.A. Oleynikova, *researcher*

Federal Rostov Agrarian Research Center
 RF, 346735, Rostovskaya oblast', Aksajskij rajon, pos. Rassvet, ul. Institutskaya, 1
 E-mail: dzni@mail.ru

FEATURES OF SELECTIVE IMPROVEMENT OF WINTER WHEAT IN THE ROSTOV REGION STEPPE ZONE

The research was carried out in 2005–2019 at the Federal Rostov Agrarian Research Center in the Rostov region. The material was the breeding material of various generations of the breeding center. The introduction of semi-dwarf forms into the selection process was accompanied by the involvement of medium-sized local varieties Tarasovskaya 29, Severodonskaya, Severodonskaya 5, Severodonskaya 12, which were adapted to local conditions as step crosses. Also recursive parental forms from various ekonish were used. Field experiments and censuses were carried out in accordance with the methodology of the State Commission for Variety Testing (1971, 1989) and the Methodological Instructions of the World Collection Vir (1977). Breeding of winter wheat was carried out by conventional methods using the bulk method and pedigree. The material was the selection material of different generations of FRANZ breeding. Recombinants of previous generations were used to create varieties of winter soft wheat of the new morphobiotype Donmira, Acapella, Bylina Don. Under different stress factors, the features of the formation of agrocnoses of new phenotypes were revealed. In order to improve individual characteristics, sources of winter and frost resistance were used. A marker sign of selection for productivity and adaptability in drought conditions is an increase in the weight of grain from the plant and ear, the yield index. Further development of breeding of semi-dwarf varieties will be associated with an increase in the capacity of the agrocnosis. The research was implemented in the creation of 20 varieties of winter soft wheat, which are included in the State register of breeding achievements, with a wide area of cultivation.

Key words: winter soft wheat, variety, crop capacity, adaptability, winter-frost resistance, drought resistance, grain quality.

В изменяющихся погодно-климатических условиях вегетации необходимы адаптивные пластичные сорта, формирующие стабильную урожайность и качество зерна. [4, 6, 7]

Ростовская область находится в зоне рискованного земледелия с тенденциями повторения засушливых периодов. Климатические изменения на юге России проявляются в виде повышения средней температуры, которая сопровождается колебаниями ее годовой и суточной амплитуд. Это выражается в проявлении как очень холодных, так и экстремаль-

но жарких периодов. Увеличение безморозного периода обуславливает продолжительность вегетации озимой пшеницы. Мягкие зимы сменяются сильными морозами, чередующиеся оттепелями. Весенне-летние засухи ведут к сокращению периода налива зерна и ускоренному созреванию при экстремально высоких температурах, что негативно влияет на количество и качество урожая зерна. [2, 6]

Задача исследований — усовершенствование принципов селекционных исследований по озимой мягкой пшенице в условиях флуктуации климата

в степной зоне Ростовской области с целью усиления адаптивности при достигнутом высоком уровне продуктивности и качестве продукции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2005–2019 годах в ФРАНЦ, расположенном в степи северо-западной зоны Ростовской области. В качестве объектов исследований использовали сорта и линии озимой пшеницы селекции ФРАНЦ. Возделывали сорта по общепринятой для региона технологии.

Климат зоны – континентальный, засушливый. Период исследований отличался высокой изменчивостью метеорологических условий. Среднесуточная среднегодовая температура варьировала от 9,26°C (2005) до 11,69°C (2016) при среднегодовой норме 6,9°C. Сумма температур воздуха >5°C была выше 2800°. В среднем осадков выпадало от 282 мм (2009) до 639 мм (2016) при среднемноголетнем значении 451. За период исследований отмечали почвенные и воздушные засухи (2006–2009, 2011–2013, 2018–2019 годы), образование ледяной корки на посевах (2006), поздние-весенние заморозки в период активной вегетации растений (2006, 2009, 2014), низкие температуры на глубине узла кушения до минус 17...18,5°C (2010, 2014).

Полевые опыты, учеты проводили в соответствии с методикой Государственной комиссии по сортоиспытанию (1971, 1989) и Методическими указаниями по изучению мировой коллекции Вир (1977). Селекцию озимой пшеницы вели общепринятыми методами, используя балк-метод и педигри.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Значимые достижения в увеличении продуктивности озимой пшеницы связаны с изменением архитектоники растений, снижением высоты соломины, увеличением доли зерна в общей продуктивности. [1] Введение в селекционный процесс полукарликовых форм сопровождалось привлечением в ступенчатые скрещивания среднерослых местных сортов *Тарасовская 29*, *Северодонская*, *Северодонская 5*, *Северодонская 12*, максимально адаптированных к местным условиям. Также были использованы рекуррентные родительские формы из различных экониш: *Альбатрос одесский*, *Украинка одесская*, *Селянка* (Украина), 109786, *Телец* (Болгария), *Martonvasar 12* (Венгрия), *Краснодарская 57*, *Донщина*, *Ермак*, *Зерноградка 11* (Россия) и другие, которые по морфобиотипу были близки идиотипу сорта. Все это способствовало созданию среднерослых и полукарликовых сортов селекции ФРАНЦ, адаптивных для разных регионов РФ.

Сочетание признака низкостебельности осложняется обратной взаимосвязью с зимостойкостью, продуктивностью, устойчивостью к болезням и другими свойствами. Вследствие длительных исследований отработана методология получения трансгрессивных морозостойких генотипов как скрещиванием средне морозостойких форм между собой, так и использованием морозостойких доноров. [2]

Для степной зоны с неустойчивой зимой актуальна выносливость растений к притертой ледяной кор-

ке, также к поздним весенним заморозкам, которые представляют опасность для вегетирующих озимых. Выявлена взаимосвязь между морозостойкостью генотипов и их устойчивостью к ледяной корке толщиной 2...4 см ($0,78 \pm 0,13$). По отношению к устойчивости при поздних весенних заморозках были выделены генотипы, толерантные к ним. Это сорта своей селекции *Тарасовская 97*, *Престиж*, *Августа*, *Северодонецкая юбилейная*, линии: Лют. 1629/91, Лют. 1026/96, также формы украинской селекции: *Фантазия одесская*, *Альбатрос одесский*.

Итогом селекционных исследований в 2003–2010 годах стало создание сортов различного назначения от среднерослых полунтенсивных *Донэко*, *Северодонецкая юбилейная*, *Августа* до полукарликовых *Авеста*, *Губернатор Дона* с морозостойкостью 82 %, как у стародавнего сорта *Тарасовская 29*, одного из лидеров по этому признаку в Южном федеральном округе РФ (табл. 1).

На следующем этапе разработаны схемы парных и насыщающих скрещиваний с использованием источников продуктивности и устойчивости к криогенным нагрузкам. Данное направление позволило создать и выделить продуктивные сорта с высокой морозостойкостью, устойчивостью к притертой ледяной корке и поздним весенним заморозкам в фазе стеблевания. Сорта *Донская лира*, *Донна*, *Золушка*, *Миссия*, *Магия*, *Донэра* характеризуются мощным продуктивным потенциалом (8...10 т/га) и высокой морозостойкостью (73...82 %) уровня высокорослых сортов *Северодонецкая юбилейная*, *Доминанта*, *Донэко*.

На современном этапе исследований созданы полукарликовые продуктивные сорта нового поколения *Вестница*, *Боярыня*, *Донмира*, *Акапелла* и *Былина Дона* с максимальной урожайностью в конкурсных испытаниях 8,6...10,2 т/га. Новые генотипы характеризуются сочетанием короткостебельности (70...95 см) с высокой морозостойкостью (77...84 %). Они имеют преимущества по устойчивости к полеганию от 4,7 до 4,9 баллов в сравнении с 3,0 баллами у среднерослых сортов *Донэко*, *Доминанта*.

Направленность селекции на создание низкорослых сортов для степной зоны, устойчивых к полеганию, дало определенные результаты. Процессы снижения высоты соломины были сопряжены с одновременным отбором форм с ранее достигнутым уровнем надземной биомассы. Приводим данные структурного анализа продуктивности генотипов, полученных в ходе непрерывного селекционного процесса, во время конкурсных сортоиспытаний в 2005 и 2018 годах, погодные условия которых характеризовались ограниченной годовой суммой осадков в период всходы-восковая спелость (382 и 362 мм соответственно).

Высота растений в конкурсных испытаниях в 2005 году, в среднем, составила 93,1 см, величина надземной биомассы – 1214 г/м² (табл. 2). За 14-летний период исследований изменилась выраженность признаков, определяющая продуктивность. В лимитированных условиях среды 2018 года, при селекционном снижении высоты соломины до 74,4 см, выделены формы с высокими значениями надземной биомассы (1498 г/м²). Хотя в 2018 году

Таблица 1.

Сорта озимой пшеницы различных этапов селекции ФРАНЦ

Сорт	Происхождение	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл	Морозостойкость, %	Год допуска/ регион РФ
Северодонецкая юбилейная	{{(Тарасовская 29 × Drina) × Краснодарская 57} × Альбатрос одесский}	80...120	3,0	78	2003/5, 6, 7, 8, 9
Августа	[(Альбатрос одесский × Харьковская 82) × Украинка одесская]	80...100	3,5	75	2006/5, 6
Губернатор Дона	[(Альбатрос одесский × Харьковская 82) × Украинка одесская]	67...99	4,3	77	2008/5, 6, 7, 8, 9
Авеста	Никония × [(Тарасовская 97 × Телец × Донская интенсивная)]	75...103	4,5	74	2009/6, 8
Доминанта	{{DZ-21, Румыния × (9372/78 × Астра)} × Одесская 133} × [(Тарасовская 29 × Дрина) × Альбатрос одесский]	90...120	3,0	82	2009/6, 9
Донэко	Тарасовская 87 × (Martonvasar 12, Венгрия × Тарасовская 87)	90...120	3,0	71	2010/5, 6, 7, 8, 9
Донская лира	F3 Прима одесская × (Martonvasar 12 × Тарасовская 87)	70...92	4,5	82	2011/5, 6, 7, 8
Донна	Тарасовская 97 × Прима одесская	70...97	4,5	75	2012/6
Золушка	(Martonvasar 12 × Тарасовская 87) × Тарасовская 97	78...98	4,5	73	2012/6, 8
Тарасовская 70	Северодонецкая юбилейная × Дон 95	94...125	3,5	77	2013/6, 7
Миссия	Северодонецкая юбилейная × Зерноградка 9	89...110	4,0	63	2013/6
Магия	{{DZ-21 × (9372/78 × Астра)} × Одесская 133} × Северодонецкая юбилейная	71...106	4,2	78	2013/6
Донэра	Северодонецкая юбилейная × Зерноградка 9	78...100	4,5	76	2015/5, 6, 7, 8
Вестница	Тарасовская остистая × Ермак	77...95	4,7	76	2016/6, 7
Боярыня	Доминанта × Ермак	80...95	4,8	83	2016/6, 7
Донмира	Престиж × Арфа	74...99	4,8	84	2019/6
Былина Дона	Донская лира × Тарасовская 97	70...98	4,9	77	–
Акапелла	1405/05 × Губернатор Дона	74...99	4,6	79	–

уменьшилась продуктивность колоса и крупность зерна в сравнении с данными показателями 2005 года. Взамен у новых генотипов отмечены большее количество продуктивных колосьев на единице площади (691 шт./м²) и емкость агроценоза (14465 зер/м²). Возросло и значение индекса урожая (38 %) с варьированием признака от 33 до 45 %.

Проблема селекции на устойчивость к засухе в степной зоне Ростовской области основывается на создании низкорослых форм с интенсивным накоплением надземной биомассы, что достигается

отбором генотипов с выраженным продуктивным кушением. В селекционно-эволюционном процессе создания новых форм внутри растения происходят изменения в накоплении и обмене метаболитов. Новые полукарликовые сорта *Губернатор Дона*, *Боярыня*, *Вестница* характеризуются достаточно большой площадью листьев (22,7...34,7 тыс. м²/га), достигающей уровня высокорослых сортов *Северодонецкая юбилейная*, *Донэко*. [3]

В условиях недостаточного влагообеспечения важнейшее значение приобретает пространственная ориентация листьев. В засушливом 2018 году генотипы растений сортов с горизонтальным расположением флаговых листьев сформировали в среднем урожайность 5,7 т/га, массу 1000 зерен 39,0 ± 2,05 г, озерненность колоса – 29,0 ± 7,7 зерен, продуктивность колоса 1,2 ± 0,05 г, индекс урожая 40 ± 3,4 %, емкость агроценоза 14276 ± 682 зер/м², что на 10...16 % выше аналогичных признаков сортов с вертикальным расположением листьев.

Определенную информацию засухоустойчивости растений несут такие признаки и свойства, как продолжительность жизнедеятельности верхних листьев, наступление фазы колошения, выполненность зерновки. Однако главным итоговим показателем оценки засухоустойчивости служит масса зерна с единицы площади и с растения. Данные маркеры отбора эффективны при работе с материалом на всех этапах селекционного процесса.

Таблица 2. Результаты конкурсных сортоиспытаний

Признак	2005	2018
Урожайность, т/га	4,8	5,6
Число продуктивных стеблей, шт/м ²	354	691
Продуктивная кустистость	2,0	3,43
Масса зерна с растения, г	3,75	3,56
зерна с колоса, г	1,36	0,96
1000 зерен, г	41,0	39,6
Число зерен в колосе, шт.	30,9	20,6
Вес воздушно-сухой надземной биомассы, г/м ²	1214	1498
Индекс урожая, %	35,6	38,0
Высота соломины, см	93,1	74,4
Емкость агроценоза, зер/м ²	9869	14465

Таблица 3.

Урожайность и элементы структуры урожая сортов озимой пшеницы (2014-2019)

Сорт	Урожайность, т/га			Количество продуктивных стеблей, шт/м	Продуктивность колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Озерненность колоса, шт.
	средняя	Opt.	Lim.				
<i>Дон 107</i> [®] , st.	6,00	8,33	4,28	615	0,98	35,6	
<i>Губернатор Дона</i> [®]	6,72	8,71	5,55	591	1,14	35,0	32,5
<i>Донстар</i> [®]	6,69	7,94	5,1	458	1,47	35,8	41,0
<i>Донэра</i> [®]	6,74	8,19	5,2	542	1,26	37,7	33,4
<i>Октава 15</i>	6,92	8,71	5,79	546	1,2	37,4	32,1
<i>Золушка</i> [®]	6,89	8,64	6,1	594	1,16	38,4	30,2
<i>Донская лира</i> [®]	6,94	9,03	5,9	532	1,32	34,4	38,4
<i>Вестница</i> [®]	6,85	9,04	4,4	639	1,08	32,7	33,0
<i>Боярыня</i> [®]	6,92	8,86	5,86	592	1,16	35,7	32,5
<i>Донмира</i> [®]	6,87	8,64	5,71	572	1,31	38,2	34,3
<i>Богема</i>	7,26	9,7	5,79	547	1,32	38,0	34,7
<i>Былина Дона</i>	7,41	10,2	5,97	616	1,21	37,4	32,4
<i>Акапелла</i>	7,37	10,1	5,78	590	1,26	39,6	31,8

Примечание. Значимые различия по f-критерию при $p < 0,05$, [®] – сорта, включенные в Госреестр селекционных достижений РФ (то же в табл. 4).

При анализе элементов структуры урожая у современных сортов выявлено, что сорта нового морфотипа *Богема* и *Былина Дона*, формируют густой агроценоз за счет более продуктивного стеблестоя, в отличие от родительского сорта *Донская лира* (табл. 3).

Максимальная урожайность сортов составила 9,7 и 10,2 т/га, что выше родительской формы на 0,67 и 1,17 т/га соответственно. При средней озерненности колосьев, уступающей родительской форме, у данных генотипов более выполненное зерно, что характеризует их жаростойкость и засухоустойчивость. Средняя урожайность нового сорта *Акапелла* – 7,37 т/га, что выше на 0,65 т/га отцовского сорта *Губернатор Дона*. Сорт *Акапелла* отличается большим количеством зерен и большей массой зерна с колоса, при формировании равного продуктивного стеблестоя с исходной формой.

Для степи Ростовской области между урожайностью и накоплением белка определены разные по значимости отрицательные взаимосвязи ($r = -0,20... -0,69$). Уровень максимальной выраженности содержания белка у мягкой озимой пшеницы в каждой почвенно-климатической зоне обусловлен филогенетически. В наших исследованиях он варьирует по сортам от 12,9 до 19 %. При комбинационной изменчивости в популяциях возможно появление новых генотипов, превышающих по белковости родителей, и стремящихся по выраженности признака к филогенетическому «максимуму». Изучение типа их формообразования подтвердило перспективность работы с использованием среднебелковых и высокобелковых источников. Результатом селекционных исследований стало создание группы сортов, формирующих зерно стабильного качества. Современные сорта *Тарасовская 70*, *Миссия*, *Магия*, *Донэко*, *Донмира*, *Акапелла* отличаются постоянным высоким уровнем накопления белка и клейковины (табл. 4). Новый сорт *Донмира* получен скрещиванием сортов *Престиж* и *Арфа*, с хорошим

рейтингом электрофоретической формулы глиадина. У сорта появился новый аллель глиадина *Gli 1Д5* (нет у родителей), отвечающий за продуктивность. Количество белка в зерне сорта *Донмира* – 15,1 %, клейковины – 29,2 %. Выход хлеба – 920 см³.

Реализовать рассмотренные селекционные направления по созданию адаптивных морфобиотипов возможно при анализе значительного объема генотипов в селекционном питомнике (250...300 популяций в объеме 30...40 тыс. семей). При многолетнем давлении стрессоров среды формируются коадаптивные системы генов, определяющие экологические свойства пшеницы. Например, в популяции [(*Альбатрос одесский* × *Харьковская 82*) × *Украинка одесская*] в F3 выделен сорт *Августа* (полуинтенсивный, в Госреестре по 5, 6 регионам), в пятом поколении – сорт *Губернатор Дона* (максимальная урожайность 10,2 т/га, засухоустойчивый, регионы РФ – 5-9). В популяции (*Северодонецкая юбилейная* × *Зерноградка 9*) в F5 выделен высокобелковый сорт *Миссия* (регион допуска – 6), в F6 отобран сорт *Донэра* (8,2 т/га, содержание белка 14 %, регионы допуска – 2, 5-8).

Таблица 4.

Показатели качества зерна сортов пшеницы (2014 – 2018)

Сорт	Содержание в зерне, %		Объем альвеограммы, е.а.	Объемный выход хлеба, см ³
	белка	клейковины		
<i>Тарасовская 70</i> [®]	15,0	30,8	261	940
<i>Миссия</i> [®]	15,3	29,8	258	910
<i>Магия</i> [®]	14,7	29,6	274	840
<i>Донэко</i> [®]	15,1	30,4	270	940
<i>Донмира</i> [®]	15,1	29,2	265	920
<i>Былина Дона</i>	14,5	28,6	281	900
<i>Акапелла</i>	14,0	28,0	249	810

Выявленные закономерности создания адаптивных продуктивных генотипов реализованы в 20 сортах селекции ФГБНУ ФРАНЦ включенных в Госреестр, процесс продолжается непрерывно.

Таким образом, в основе создания сортов нового морфобиотипа *Донмира*, *Акапелла* и *Былина Дона* использованы рекомбинанты предыдущих поколений. При различной напряженности стресс-факторов были выявлены пути формирования агроценозов новых фенотипов: уменьшение высоты соломины, увеличение продуктивного стеблестоя и емкости агрофитоценоза. С целью улучшения отдельных признаков использованы источники зимостойкости. За маркерный признак отбора на продуктивность и адаптивность в условиях засух принимают увеличение массы зерна с растения и колоса, индекс урожая. Дальнейшее развитие селекции полукарликовых сортов пшеницы будет направлено на увеличение емкости агроценоза.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Беспалова, Л.А. Безостая 1 в адаптации короткостебельных сортов озимой мягкой пшеницы. Сб. мат. межд. конф. посв. 50-летию создания сорта озимой мягкой пшеницы Безостая 1. / Л.А. Беспалова, О.Ю. Пузырная, В.Р. Керимов, А.В. Новиков. – Краснодар – 2005. – С. 76–84.
2. Грабовец, А.И. Совершенствование методологии селекции пшеницы в условиях недостаточного увлажнения / А.И. Грабовец, М.А. Фоменко // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 2 (18). – С. 48–53.
3. Грабовец, А.И. Роль коадаптации при селекции пшеницы на адаптивность и продуктивность в условиях усиления флуктуации климата / А.И. Грабовец, М.А. Фоменко // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 4. – С. 9–12.
4. Жученко, А.А. Роль мобилизации растительных ресурсов. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы. – Т. 2. / А.А. Жученко – М. – 2004. – С. 725–732.
5. Парахин, Н.В. Влияние эндо- и экзогенных факторов на урожайность, содержание белка и клейковины в зерне современных сортов озимой пшеницы / Н.В. Парахин, А.В. Амелин, А.Ф. Мельник // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 3. – С. 51–64.
6. Прянишников, А.И. Адаптивная селекция: теория и практика отбора на продуктивность / А.И. Прянишников, И.В. Савченко, В.Н. Мазуров // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 3. – С. 29–32. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2018/3/29-32>.
7. Schmidhuber, J. Global food security under climate change / J. Schmidhuber, F. Tubiello // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2007. – 104. – S. 19703–19708. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701976104>.

LIST OF SOURCES

1. Bespalova, L.A. Bezostaya 1 v adaptacii korotkostebel'nyh sortov ozimoy myagkoj pshenicy. Sb. mat. mezhd. konf. posv. 50 – letiyu sozdaniya sorta ozimoy myagkoj pshenicy Bezostaya 1. / L.A. Bespalova, O.Yu. Puzyrnaya, V.R. Kerimov, A.V. Novikov. – Krasnodar – 2005. – S. 76–84.
2. Grabovec, A.I. Sovershenstvovanie metodologii selekcii pshenicy v usloviyah nedostatochnogo uvlazhneniya / A.I. Grabovec, M.A. Fomenko // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. – 2016. – № 2 (18). – S. 48–53.
3. Grabovec, A.I. Rol' koodaptacii pri selekcii pshenicy na adaptivnost' i produktivnost' v usloviyah usileniya fluktuacii klimata / A.I. Grabovec, M.A. Fomenko // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. – 2017. – № 4. – S. 9–12.
4. Zhuchenko, A.A. Rol' mobilizacii rastitel'nyh resursov. Ekologicheskaya genetika kul'turnyh rastenij i problemy agrosfery. T. 2. / A.A. Zhuchenko – M. – 2004. – S. 725–732.
5. Parahin, N.V. Vliyanie endo- i ekzogennyh faktorov na urozhajnost', sodержanie belka i klejkoviny v zerne sovremennyh sortov ozimoy pshenicy / N.V. Parahin, A.V. Amelin, A.F. Mel'nik // Zernovoe hozyajstvo Rossii. – 2015. – № 3. – S. 51–64.
6. Pryanishnikov, A.I. Adaptivnaya selekciya: teoriya i praktika otbora na produktivnost' / A.I. Pryanishnikov, I.V. Savchenko, V.N. Mazurov // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2018. – № 3. – S. 29–32. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2018/3/29-32>.
7. Schmidhuber, J. Global food security under climate change / J. Schmidhuber, F. Tubiello // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2007. – 104. – S. 19703–19708. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701976104>.