

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-59-66

УДК 631.527: 633.112.1:581.5

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

М. А. Розова,
А. И. Зиборов,
Е. Е. Егизарян

Федеральное государственное
бюджетное научное учрежде-
ние
Алтайский научно-исследова-
тельский институт сельского
хозяйства
656910, Россия, г. Барнаул-51,
Научный городок, д. 35
e-mail: mrosova@yandex.ru

ИЗМЕНЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА СОРТА ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ХАРЬКОВСКАЯ 46 ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Ключевые слова:

*внутрисортовая изменчи-
вость, экотип, внутрисорто-
вой отбор, естественный
отбор, экология*

Поступление:

03.05.2017

Принято:

21.08.2017

Актуальность. Сорт ‘Харьковская 46’ является выдающимся достижением в селекции твердой пшеницы. Районированный в 1949 г., он до настоящего времени находится в Государственном реестре допущенных к использованию сортов. Многие сорта отечественной селекции прямо или косвенно имеют в своей родословной ‘Харьковскую 46’. Отбором из нее созданы сорта ‘Алтайка’ и ‘Алёнушка’. При длительном культивировании в определенных условиях под давлением естественного отбора произошли заметные изменения сорта. Их вероятными причинами могли быть сдвиги в соотношении его биотипических компонентов, сохранение одних и элиминация других биотипов, а также спонтанный мутационный процесс и гибри-дизация. Целью исследований явилось сравнение алтайского и украинского (харьковского) экотипов сорта ‘Харьковская 46’, а также сорта ‘Алтайка’ для установления характера (направления и величины) изменений агрономически значимых признаков под действием естественного отбора. Материал и методы. Исследования проведены в 2004–2015 гг. Сорт ‘Харьковская 46’ на момент начала исследований культивировался на Алтае более 30 лет, украинский экотип этого сорта был привезен из г. Харькова в 2002 г. Чтобы снизить до минимума вклад случайных факторов, изучаемые экотипы сорта высевались рядом в коллекционном питомнике (КТ) на 10-метровых делянках в однократной повторности и в конкурсном сортоиспытании (КСИ) на 25 м² в 4-кратной повторности. Результаты и выводы. При испытании в КТ было установлено, что украинский экотип сорта ‘Харьковская 46’ имеет вегетационный период на 2 дня длиннее алтайского экотипа за счет межфазного периода всходы-колошение, зерновую продуктивность – ниже на 9–13%, выше содержание белка (+0,6 абс.%), клейковины (+2,4 абс.%) и показатель ИДК (на 14 ед.п.). Выявленные особенности подтвердились в КСИ. Установлено также преимущество украинского экотипа сорта над алтайским по цвету макарон (+0,8 балла), потерям при варке (–0,6%) и общей оценке макарон (+0,4 балла). Сорт ‘Харьковская 46’ претерпел существенные изменения по продуктивности и параметрам качества зерна и макарон под действием естественного отбора при длительном культивировании в условиях Приобской лесостепи Алтайского края. Отобранный из сорта ‘Харьковская 46’ сорт ‘Алтайка’ существенно отличается от обоих экотипов родительской формы.

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-59-66

ORIGINAL ARTICLE

M. A. Rozova,
A. I. Ziborov,
E. E. Egiazaryan

Altai Scientific Research Institute of Agriculture
35 Nauchnyi gorodok, Barnaul-51, 656910, Russia
e-mail: mrosova@yandex.ry

Key words:

intravarietal variability, ecotype, intravarietal selection, natural selection, ecology

Received:

03.05.2017

Accepted:

21.08.2017

CHANGES OF PRODUCTIVITY AND QUALITY PARAMETERS OF SPRING DURUM WHEAT KHARKOVSKAYA 46 UNDER INFLUENCE OF ECOLOGICAL FACTORS

Background. Variety 'Kharkovskaya 46' is a distinguished achievement in breeding of durum wheat. Being released in 1949 it is still included in the Register of recommended varieties. Many varieties bred in the country have 'Kharkovskaya 46' directly or indirectly in their pedigree. Varieties 'Altaika' and 'Alyenushka' were selected from it. Many-years cultivation at definite environments under the pressure of natural selection led to remarkable changes in the variety with initial intravarietal diversity. Probable causes of the changes could be shifts in the frequencies of its biotypic components, conservation of some types and elimination of others, as well as spontaneous mutation process and hybridization. The objective of the research was a comparison of Altai and Ukrainian (from Kharkov) ecotypes of the variety 'Kharkovskaya 46' and also 'Altaika' to reveal the direction and the size of changes in agronomically valuable traits under natural selection. Material and methods. The research was carried out in 2004–2015. At the beginning of the research 'Kharkovskaya 46' of Altai reproduction was cultivated in the region for more than 30 years and Ukrainian ecotype of the variety was brought from Kharkov in 2002. To minimize the impact of random factors the ecotypes were sown on neighboring plots in a collection nursery on the 10 m² area without replications and in a competitive yield trial on the 25 m² plots in 4 replication design. Results and conclusions. Experiment in the collection nursery showed that the Ukrainian ecotype of 'Kharkovskaya 46' had 2 days longer period of growing than the Altai type due to the period emergence – heading. It also had 9 to 13% lesser grain productivity, higher protein and gluten content (+0,6 and +2,4 absolute per cent) and the 14 units higher index of gluten deformation (IDK). The observed peculiarities were confirmed in the competitive yield trial. The advantage of the Ukrainian ecotype over the Altai one for macaroni color (+0,8 points), cocking losses (–0,6%) and in total macaroni scores (+0,4 points), was also demonstrated. The variety 'Kharkovskaya 46' was undergone to significant changes in productivity, and grain and macaroni quality due to the effect of natural selection under many-year growing in the environments of Ob' forest-steppe of Altai territory. The variety 'Altaika' selected from 'Kharkovskaya 46' differs essentially from both ecotypes of the parental form.

Введение

В истории селекции практически каждой культуры можно отметить выдающиеся сорта. Для яровой мягкой пшеницы – это ‘Саратовская 29’, озимой мягкой пшеницы – ‘Безостая 1’, ‘Мироновская 808’, а для яровой твердой пшеницы – ‘Харьковская 46’. Созданный в 1949 году селекционерами П. В. Кучумовым и Е. Е. Ватулей в Украинском институте растениеводства им. В. Я. Юрьева сорт ‘Харьковская 46’ возделывали на обширной территории бывшего СССР (до 5 млн. га) благодаря широкой экологической адаптации сорта, высоким параметрам урожайности и, особенно, качества зерна. Большую роль в получении столь ценной комбинации признаков сыграла межвидовая гибридизация твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) с *T. turgidum* L. и *T. dicoccum* (Schrank) Schuebl., а также многолинейность сортового состава, так как были объединены 4 селекционные линии одного происхождения (Golik, Golik, 2008). ‘Харьковская 46’ активно использовалась в гибридизации, где ее роль в создании новых сортов твердой пшеницы трудно переоценить. Подавляющее число сортов отечественной селекции прямо или косвенно имеют в своей родословной ‘Харьковскую 46’. Также был проведен ряд успешных внутрисортных отборов, например, на Алтае так был создан сорт ‘Алтайка’, занимавший в бывшем СССР до 500 тыс. га. Сорт до сих пор используется в производстве в Республике Казахстан (State Register of breeding..., 2016). Более скороспелая форма была отобрана под названием «Алёнушка» (Dorofeev, Udachin, Semyenova et al., 1987). В процессе репродуцирования сорт подвергается воздействию многих неблагоприятных внешних факторов, налагающих свой отпечаток на его структуру (Briggs, Knowles, 1972). Изучение изменений, происходящих с сортами под действием естественных экологических факторов в процессе длительного культивирования, позволяет определить стабильность сорта в целом и его отдельных характеристик, установить направление и величину вызванных изменений, обосновать частоту проведения отборов элитных растений в семеноводстве. С самого основания в 1970 г. Алтайского селекционного центра и его подразделения по селекции твердой пшеницы сорт ‘Харьковская 46’ являлся определенной константой среди меняющегося селекционного материала. Сорт пересевался с

небольшими сортовыми прополками для поддержания сортовой чистоты. В 2002 г. из Украинского института растениеводства и селекции (г. Харьков) в распоряжение лаборатории поступил сортообразец ‘Харьковской 46’ украинской репродукции. Уже первые посевы показали различия между экологическими вариантами (далее экотипами) сорта. Исходя из начальной неоднородности сорта ‘Харьковская 46’, а также наблюдаемых различий между экотипами сорта, можно допустить с большой вероятностью, что под давлением естественного отбора произошло изменение биотипического состава сорта, повлекшее за собой изменение признаков и свойств сорта ‘Харьковская 46’. Поэтому была поставлена задача – провести сравнительное изучение этих двух экотипов, а также отобранного из ‘Харьковской 46’ сорта ‘Алтайка’ по параметрам продуктивности и качества зерна и макарон.

Материал, методы и условия проведения исследований

Полевые исследования проведены в 2004–2015 гг. на стационаре лаборатории селекции твердой пшеницы Алтайского научно-исследовательского института сельского хозяйства, располагающемся в Приобской лесостепи Алтайского края. Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным среднемощным, среднесуглинистым, малогумусовым. Климат зоны характеризуется теплым, но недостаточно влажным летом. Вегетационный период лет исследований характеризовался значительными колебаниями гидротермических показателей (табл. 1). В целом наблюдаемые условия можно охарактеризовать в 67% случаев как недостаточно увлажненные. Недостаток влаги сильнее ощущался в первой половине вегетации, что типично для юга Западной Сибири и это наиболее жестко проявилось в 2006 и 2012 гг. Последний год был самым засушливым за обозначенный период, а прошедшие в середине колошения дожди оказали слабый эффект из-за высоких температур и сильной иссушенности почвы. Изучение экотипов сорта ‘Харьковская 46’ и сорта ‘Алтайка’ проводилось в двух блоках – в КСИ (2004–2007 гг.) и КТ (2005–2015 гг. за исключением 2007 г.). Делянки размещали по пару в КСИ в 4-кратной повторности и в КТ – в однократной. Посев твердой пшеницы проводили преимущественно в первой декаде мая сеялкой ССФК-7.

Делянки изучаемых экотипов размещали рядом, что снижало вероятность случайных ошибок. Уборку осуществляли комбайном Сампо-130 или Хеге-125 в конце восковой или начале полной спелости. Анализ параметров качества выполняли по соответствующим ГОСТам (GOST..., 2009; 2013; 2014; 2015). Данные обрабатывали с помощью дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (Dospikhov, 1979).

Таблица 1. Количество осадков и сумма температур за вегетационный период, 2004–2015 гг. (по данным Агрометеорологической станции Барнаула)
Table 1. Precipitations and temperature sums for growing period, 2004–2015 (according to the data of Agrometeorological station of Barnaul)

Годы	Количество осадков, мм			Сумма температур, °С		
	май-июнь	июль-август	май-август	май-июнь	июль-август	май-август
2004	123,9	80,7	204,6	1091	1100	2191
2005	97,0	139,3	236,3	960	1227	2187
2006	41,0	167,1	208,1	986	1067	2052
2007	120,1	53,5	173,6	893	1186	2079
2008	93,8	86,6	180,4	976	1188	2163
2009	107,1	116,6	223,7	844	1106	1950
2010	63,0	132,4	195,4	859	1087	1946
2011	61,8	78,2	140,0	988	1068	2055
2012	34,1	175,2	209,3	1038	1256	2294
2013	100,8	163,8	264,6	784	1157	1941
2014	71,7	170,4	242,1	881	1188	2070
2015	80,8	114,1	194,9	1003	1181	2184
Многолетнее	89	113	202	906	1144	2050

Результаты и обсуждение

Как показал опыт, естественный отбор в течение длительного времени вызвал существенные изменения сорта. Возделывание 'Харьковской 46' на Алтае на протяжении более 30 лет привело к формированию экотипа, отличного от оригинального варианта, представленного украинским сортообразцом. Несмотря на общее происхождение обоих экотипов, а также сорта 'Алтайки', они значительно различались по целому ряду признаков: продолжительности вегетационного периода, зерновой продуктивности, параметрам качества зерна и макарон.

При изучении в КТ продолжительность вегетационного периода у украинского экотипа 'Харьковская 46' составила 83 дня, у алтайского – 82, у 'Алтайки' – 86 дней. Близкие значения получены в КСИ (табл. 2). Интересно отметить, если по длительности периода всходы-колошение они отражают тенденцию, выявленную для всего вегетационного периода, то период колошение-восковая спелость был короче у наиболее позднего сорта 'Алтайки', что проявилось в течение трех лет из четырех.

Различия между изучаемыми вариантами отмечены и по самому важному агрономическому показателю – урожайности (табл. 3). Если средняя урожайность за десятилетний

период украинского экотипа сорта 'Харьковская 46' составила 3,01 т/га, то алтайского, несмотря на его скороспелость, – 3,28 т/га. Сорт 'Алтайка' занял промежуточное положение – 3,12 т/га. Более точное сравнение (в 4-кратной повторности в КСИ) подтверждает различия между 'Харьковской 46' из Украины и двумя другими сортообразцами. Алтайский экотип 'Харьковской 46' слабо отличался от сорта 'Алтайка' по средней урожайности за 4 года, но в отдельные годы их урожайность имела статистически значимые различия. В данном случае взаимодействие 'генотип – среда' проявилось достаточно убедительно (см. табл. 3).

Изученные экотипы интересны в плане оценки селекционного прогресса по урожайности – они существенно уступают сортам последнего поколения. Так, например, сорт 'Памяти Янченко' за период с 2006 по 2015 гг. превзошел по урожайности украинский экотип 'Харьковская 46' на 0,62 т/га, алтайский – на 0,36 т/га, а сорт 'Алтайка' – на 0,46 т/га. При этом различия выявляли как в благоприятных, так и засушливых условиях, за исключением крайне сухого 2012 г., когда сортовые различия нивелировались, однако урожайность нового сорта была на уровне экотипов 'Харьковская 46' и выше, чем у сорта 'Алтайка'.

Таблица 2. Вегетационный период экотипов сорта Харьковская 46 и сорта Алтайка, дни (Барнаул, 2004–2007 гг.)

Table 2. Growing period of ecotypes of Kharkovskaya 46 and Altaika (Barnaul, 2004–2007)

Период	X-46 (У)*	X-46 (А)**	X-46 (А) к X-46 (У)	Алтайка	Алтайка к X-46 (У)
Всходы-восковая спелость	84	82	-2	86	+2
Всходы-колошение	44	42	-2	48	+4
Колошение-восковая спелость	40	40	0	38	-2

Обозначения: X-46 (У)* – украинский экотип сорта ‘Харьковская 46’, X-46 (А)** – алтайский экотип сорта ‘Харьковская 46’.

Таблица 3. Урожайность экотипов сорта Харьковская 46 и сорта Алтайка, т/га (Барнаул)

Table 3. Yield of ecotypes of Kharkovskaya 46 and Altaika, t/ha (Barnaul)

Годы	Харьковская 46 (У)	Харьковская 46 (А)	X-46 (А) к X-46 (У)	Алтайка	Алтайка к X-46 (У)
Коллекционный питомник					
2005	2,41	2,84	+0,43	2,14	-0,27
2006	2,82	2,92	+0,10	3,03	+0,21
2008	3,50	3,68	+0,18	3,30	-0,20
2009	4,40	4,95	+0,55	4,77	+0,37
2010	2,74	3,55	+0,81	3,15	+0,41
2011	3,78	3,70	-0,08	3,32	-0,46
2012	1,06	0,97	-0,09	0,78	-0,28
2013	3,00	3,29	+0,29	3,46	+0,46
2014	3,02	3,44	+0,42	3,32	+0,30
2015	3,35	3,50	+0,15	3,95	+0,60
среднее	3,01	3,28	+0,27	3,12	+0,11
КСИ					
2004	4,08	4,00	-0,08	4,46	+0,38
2005	1,96	3,03	+1,07	2,46	+0,50
2006	2,23	2,26	+0,03	2,56	+0,33
2007	3,04	3,52	+0,48	3,11	+0,05
среднее	2,83	3,20	+0,37	3,15	+0,32

Примечание: НСР₀₅ для КСИ 2004 г. – 0,29; 2005 г. – 0,16; 2006 г. – 0,25; 2007 г. – 0,20 т/га
У – украинский экотип, А – алтайский экотип

Важным аспектом производства твердой пшеницы является качество зерна и макарон. При ее заготовке большое значение придается стекловидности, содержанию белка, клейковины, качеству клейковины и цвету зерна, определяющему цвет крупки и макарон. В нашем опыте стекловидность варьировала в широких пределах, что определяется погодными условиями налива, созревания зерна и уборки, а также обеспеченностью азотом. Для макаронной промышленности нижним допустимым пределом этого показателя является величина 70%, что связано с выходом крупки. В три года из десяти стекловидность была ниже этой границы, при этом два года были довольно влажными,

а третий – 2012, был самым засушливым с коротким периодом от колошения до созревания. В среднем за период изучения зерно исследованных экотипов сорта ‘Харьковская 46’ и сорта ‘Алтайка’ слабо различалось по общей стекловидности – 76, 74 и 75%. Суммарное содержание белка в зерне крайне важно для макаронной промышленности, так как оно во многом определяет качество конечной продукции (Hare, 2006; Golik V., Golik O, 2008; Clarke, 2010; Durum Wheat, 2012). Для производства высококачественных макарон на мировом рынке востребовано зерно, содержащее 13% белка и более.

Таблица 4. Содержание белка в зерне экотипов сорта 'Харьковская 46' и сорта 'Алтайка', % (Барнаул)

Table 4. Grain protein content of ecotypes of Kharkovskaya 46 and Altaika, % (Barnaul)

Сорт	2005	2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	\bar{x}
X-46 (У)	15,4	17,3	17,0	13,5	13,7	13,6	14,7	13,9	13,6	15,0	14,8
X-46(А)	14,1	18,0	15,4	13,0	13,4	12,8	14,4	13,0	12,9	14,7	14,2
Алтайка	15,9	15,6	16,6	12,6	13,0	12,8	15,1	12,9	12,9	14,7	14,2

Общеизвестно, что 'Харьковская 46' отличается стабильностью формирования зерна с высоким содержанием белка и клейковины (Dorofeev, Udachin, Semyenova et al., 1987). Условия Приобской лесостепи Алтайского края позволяют получать высокопротеиновое зерно. В наших исследованиях в большинстве случаев самые высокие показатели были у украинского экотипа 'Харьковской 46' – от 13,5 до 17,3% (табл. 4). Несколько ниже значения у алтайского экотипа – от 12,8 до 18,0%, и сорта 'Алтайка' – от 12,6 до 16,6%. Аналогичная ситуация наблюдается и по содержанию клейковины (табл. 5). Зерно украинского экотипа содержало клейковины на 2,4% больше, чем зерно

алтайского экотипа и на 1,7% больше, чем зерно сорта 'Алтайка'. Это превосходство отмечали в шести случаях из десяти. Согласно ГОСТ Р 52554–2006 (Gost..., 2006) качество клейковины по показателю ИДК не должно превышать 100 единиц прибора и этому критерию соответствовала клейковина алтайского экотипа 'Харьковской 46' (см. табл. 5). Показатель ИДК этого экотипа значительно ниже по величине показателей ИДК украинского экотипа 'Харьковской 46' и сорта Алтайка, которые в отдельных случаях превышали пороговое значение 100 ед. пр.

Таблица 5. Содержание клейковины в крупке и ИДК экотипов сорта Харьковская 46 и сорта Алтайка (Барнаул)

Table 5. Semolina gluten content and IDK of ecotypes of Kharkovskaya 46 and Altaika (Barnaul)

Год	Содержание клейковины, %			ИДК, ед. пр.		
	Харьковская 46 (У)	Харьковская 46 (А)	Алтайка	Харьковская 46 (У)	Харьковская 46 (А)	Алтайка
2015	35,5	31,6	35,3	105	90	105
2014	32,5	32,7	31,1	100	85	100
2013	34,2	32,5	31,8	105	85	100
2012	40,0	36,2	32,3	90	85	105
2011	40,7	36,7	37,0	100	85	100
2010	37,4	34,8	34,3	100	85	100
2009	32,6	29,1	34,0	90	80	95
2008	39,4	33,9	36,9	100	80	95
2006	36,3	42,9	36,2	95	100	100
2005	37,9	32,4	40,8	105	75	100
	36,7	34,3	35,0	99	85	100

Цвет лепешки и макарон у 'Харьковской 46' хороший и только возрастающие требования и прогресс, достигнутый в селекции на этот признак, несколько снижают его оценку. В среднем за 10 лет цвет лепешки оценивался на 3,6–3,8 балла. Разница экотипов сорта 'Харьковская 46' и сорта 'Алтайка' по этому признаку была небольшой, со слабым преимуществом украинского экотипа. Оценка в КСИ показала, что по натуре

зерна и стекловидности исследованные экотипы 'Харьковской 46' и сорт Алтайка близки, но по содержанию белка и клейковины, ее силе и цвету макарон они значительно различаются (табл. 6). По содержанию белка и клейковины лучшие характеристики у украинского экотипа, по ИДК – у алтайского экотипа. Потери при варке меньше и общая оценка макарон выше у украинского экотипа. Сорт 'Алтайка' занимает по всем признакам промежуточное положение.

Таблица 6. Показатели качества зерна и макарон экотипов сорта Харьковская 46 и Алтайки, КСИ (Барнаул, 2004–2007 гг.)

Table 6. Quality parameters of grain and macaroni of ecotypes of Kharkovskaya 46 and Altaika, competitive yield trial (Barnaul, 2004–2007)

	Натура, г/л	Стекловидность, %	Белок, %	Клейковина, %	ИДК, ед.пр.	Цвет макарон, балл	Потери, %	Общая оценка, балл
Х-46 (У)	811	94	16,4	37,7	99	3,8	6,4	4,1
Х-46 (А)	799	94	15,8	32,6	81	3,0	7,0	3,7
Алтайка	805	94	15,8	34,3	96	4,0	6,7	3,9

Проведенное изучение двух экотипов сорта ‘Харьковская 46’ и сорта ‘Алтайка’ позволяет с уверенностью сделать вывод об их различиях как по длине вегетационного периода, так по урожайности и показателям качества зерна. Внутрисортная неоднородность зерновых культур – явление признанное (Pogorelova, 1984; Gulyaev, Dubinin, 1987; Yudin, 2002; Vuryakov, 2008). Для внутрисортной изменчивости ‘Харьковской 46’ есть несколько оснований, самое первое из которых кроется в ее происхождении. Объединенные при создании сорта селекционные линии вполне могли давать естественные гибриды, так как пшеница обладает определенной степенью открытого цветения. В полевых условиях мы наблюдали не только межсортные гибриды, но и межвидовые, например, с мягкой пшеницей. К тому же длительное возделывание в регионах ее производства, характеризующихся высокой инсоляцией, большим количеством тепла, могло вполне привести к возникновению и накоплению естественных мутантов. Естественные гибриды и мутантные формы

также могли скрещиваться между собой. Условия выращивания (факторы естественного отбора), способствовали выживанию более приспособленных биотипов. Для выявления степени дивергенции экотипов необходимо применение биохимических и генетических методов.

Созданный методом внутрисортного отбора сорт ‘Алтайка’ существенно отличается от обоих экотипов ‘Харьковская 46’, в первую очередь, более продолжительным периодом вегетации и оригинальным соотношением периодов всходы-колошение и колошение-восковая спелость. В сравнении с исходным сортом, репродуцируемым в Украине, он имеет большую урожайность, меньшее содержание белка и клейковины, при этом уступает по продуктивности алтайскому экотипу ‘Харьковская 46’, несколько лучше последнего по содержанию клейковины, но хуже по качеству. Различия с украинским экотипом по качеству у сорта ‘Алтайка’ выражены меньше, чем с алтайским экотипом ‘Харьковская 46’.

References/Литература

- Golik V.S., Golik O.V. Breeding of *Triticum durum* Desf. Kharkov: Magda LTD. 2008, 519 p. [in Russian] (Голык В. С., Голык О. В. Селекция *Triticum durum* Desf. Харьков: Магда ЛТД. 2008. 519 с.).
- State Register of breeding achievements, recommended for cultivation in Republik of Kazakhstan. 2016. Source: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V090005759> [in Russian] (Государственный реестр селекционных достижений, рекомендуемых к использованию в Республике Казахстан. 2016. Электронный ресурс: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V090005759>).
- Dorofeev V. F., Udachin R. A., Semyanova L. V. et al. World's wheats. Ed.: V. F. Dorofeev. Leningrad: VO Agropromizdat. Leningradskoe otделение, 1987, 590 p. [in Russian] (Дорофеев В. Ф., Удачин Р. А., Семенова Л. В. и др. Пшеницы мира / Под ред. В.Ф. Дорофеева. Л.: ВО Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. 560 с.).
- Briggs F.N., Knowles P.F. Scientific bases of plant breeding. Moscow: Kolos, 1972. 399 p. [in Russian]. (Бриггс Ф., Ноулз П. Научные основы селекции растений. Москва: Колос, 1972. 399 с.)
- GOST 27839–2013. Wheat flour. Methods for evaluation of gluten content and quality. M.: Standartinform, 2014, 18 p. [in Russian] (ГОСТ

- 27839-2013. Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины М.: Стандартиформ, 2014. 18 с.).
- GOST R 54895-2012 Grain. Method for test weight determination ГОСТ Р 54895-2012, М.: Standartinform, 2013, 12 p. [in Russian] (ГОСТ Р 54895-2012. Зерно. Метод определения натурности. М.: Стандартиформ, 2013. 12 с.).
- GOST ISO520-2014. Cereals and pulses. Determination of 1000 kernel weight. М.: Standartinform, 2015, 12 p. [in Russian] (ГОСТ ISO520-2014 Зерновые и зернобобовые. Определение массы 1000 зерен. М.: Стандартиформ, 2015. 12 с.).
- GOST 10987 – 76 Grain. Methods of vitreousness determination. М.: Standartinform, 2009, 4 p. [in Russian] (ГОСТ 10987-76 Зерно. Методы определения стекловидности. М.: Стандартиформ, 2009. 4 с.).
- Dospekhov B. A. Methods of field experiments. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – М.: Kolos, 1979. – 416 s. (Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.)
- Durum Wheat. Chemistry and Technology / eds. M. Sissons, J. Abecassis, B. Marchylo, M. Carcea. St. Paul, Minnesota: AACC International Inc., 2012, 300 p.
- Clarke J. M. Forty-six years of genetic improvement in Canadian durum wheat cultivars / J.M. Clarke, F.R. Clarke, C.J. Pozniak // Can. J. Plant Sci., 2010, vol. 90, pp. 791–801.
- Hare R. Agronomy of the durum wheats Kamilaroi, Yallaroi, Wollaroi and EGA Bellaroi // Primefact, 2006, no. 140, pp. 1–8.
- GOST R 52554–2006 Wheat. Technical prerequisites. М.: Standartinform, 2006, 9 p. [in Russian] (ГОСТ Р 52554–2006 Пшеница. Технические условия. М.: Стандартиформ, 2006. 9 с.).
- Gulyaev G. V., Dubinin A. P. Breeding and seed science. Moscow: Agropromizdat, 1987, 352 p. [in Russian] (Гуляев Г. В., Дубинин А. П. Селекция и семеноводство. М: Агропромиздат, 1987. 352 с.).
- Buryakov V. A. Formation of the productivity of varieties and lines of winter wheat of different morphotypes in environments of Middle Volga Region // Aftoref. diss. ... kand. s.-kh. nauk. Penza, 2008, 21 p. [in Russian] (Буряков В. А. Формирование продуктивности сортов и линий озимой пшеницы разных морфобиотипов в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Пенза, 2008. 21 с.).
- Pogorelova L. G. Intravarietal variation of Moskovskaya 35 spring wheat in grain quality // Aftoref. diss. ... kand. s.-kh. nauk. Nemtchinovka, 1984, 18 p. [in Russian] (Погорелова Л. Г. Внутрисортная изменчивость яровой пшеницы Московская 35 по качеству зерна: Автореф. дис...канд. с.-х. наук. Немчиновка, 1984. 18 с.).
- Yudin A. A. Intravarietal variation and family selection as methods of breeding and seed production (based on the spring bread wheat variety Tulunskaya 12) // Aftoref. diss. ... kand. s.-kh. nauk. Tulun, 2002. 19 p. [in Russian]. (Юдин А. А. Внутрисортная изменчивость и семейственный отбор как методы селекционно-семеноводческой работы (на примере сорта яровой мягкой пшеницы Тулунская 12) // Автореф. дис ... канд. с.-х. наук. Тулун, 2002. 19 с.).