

СТЕКЛОВИДНОСТЬ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. КОВАЛЕНКО, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0726-7499>,
E-mail: sa_kovalenko_83@mail.ru

В.П. КАДУШКИНА, <https://orcid.org/0000-0001-6363-9352>, E-mail: kadushkina1964@mail.ru

О. В. БИРЮКОВА, <https://orcid.org/0000-0001-8155-5371>, E-mail: biryukova.22@bk.ru

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ РОСТОВСКИЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»

Исследования проводили с целью оценки сортов яровой твёрдой пшеницы по стекловидности зерна и поиска генотипов с высокими и стабильными показателями стекловидности. Приведены данные по стекловидности зерна яровой твёрдой пшеницы в питомнике экологического сортоиспытания за 2016-2020 гг. Средний показатель стекловидности составил 87,4%. По сортам варьирование наблюдали от 84,2% у 3730 h 76 до 90,2-92,6% у Новодонской, Мелодии Дона, Донэлы М и Вольнодонской. Различия между крайними вариантами составили 8,4%. Варьирование по годам наблюдали от 57 до 100% с размахом изменчивости от 19% (Донэла М) до 38% (Д-2150). Расчет коэффициента вариации показал, что степень изменчивости признака колеблется от очень слабой до слабой. Коэффициенты вариации составляли от 1,7 у Мелодии Дона до 8,4 у 326 d 5 и Донэлы М. В ходе исследований установлено, что величина коэффициента корреляции стекловидности с урожайностью изменяется в зависимости от условий года. При этом в большинстве случаев она возрастала при более засушливом климате. Выявлена положительная корреляция стекловидности с урожайностью ($r=+0,15$ - $+0,66$), с содержанием белка и клейковины незначительна, и только в средний год для формирования стекловидности связь средняя положительная. Доказано, что в качестве исходного материала для гибридизации можно использовать сорта с относительно высокой и более стабильной стекловидностью – Николаша, Лилек, 311 d 50-2 и с максимальной стекловидностью – Вольнодонская, Мелодия Дона, Донэла М, Новодонская.

Ключевые слова: яровая твёрдая пшеница, селекция, сорт, стекловидность, пластичность, стабильность, корреляционная связь, урожайность.

VITREOUSNESS OF GRAIN OF SPRING HARD WHEAT IN CONDITIONS OF THE NORTH OF THE ROSTOV REGION

S.A. Kovalenko, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0726-7499>,
E-mail: sa_kovalenko_83@mail.ru

V.P. Kadushkina, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6363-9352>,
E-mail: kadushkina1964@mail.ru

O.V. Biryukova, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8155-5371>, E-mail: biryukova.22@bk.ru

FSBSI «FEDERAL ROSTOV AGRARIAN RESEARCH CENTER»

Abstract: *The research was carried out to evaluate spring durum wheat varieties by grain vitreous content and to search for genotypes with high and stable vitreous values. Data on the vitreous content of spring durum wheat grain for 2016-2020 are presented. The average vitreous index was 87.4%. The variation in varieties was observed from 84.2% in 3730 h 76 to 90.2-92.6% in Novodonskaya, Melodiya Don, Donela M and Volnodonskaya. The differences between the*

extreme options were 8.4%. The variation over the years was observed from 57 to 100% with a range of variability from 19% (Donela M) to 38% (D-2150). The calculation of the coefficient of variation showed that the degree of variability of the trait varies from very weak to weak. The coefficients of variation ranged from 1.7 for Don's Melody to 8.4 for 326 d 5 and Donela M. In the course of research, it was found that the value of the correlation coefficient of vitreous with yield varies depending on the conditions of the year. At the same time, in most cases, it increased in a more arid climate. A positive correlation of vitreous content with yield ($r=+0,15-+0,66$), with the content of protein and gluten is insignificant, and only in the average year for the formation of vitreous, the relationship is average positive. It is proved that as a starting material, it is possible to use varieties with a relatively high and more stable vitreous – Nikolasha, Lilek, 311 d 50-2 and with maximum vitreous – Volnodonskaya, Melodiya Dona, Donela M, Novodonskaya.

Keywords: spring durum wheat, selection, variety, vitreous, plasticity, stability correlation, yield.

Стекловидность является основой классификации товарного зерна в большинстве стран–экспортеров, как один из важных признаков мукомольных свойств. В России в соответствии с ГОСТом Р 52554-2006 для 1-го и 2-го классов минимальная стекловидность установлена 85%; для 3-его класса – 70%; для 4-ого и неклассной пшеницы – не ограничена. Этот признак тесно связан с технологическими свойствами зерна. С уменьшением процента стекловидности снижается размер частиц семолины. Кроме того, мучнистость зерна – отрицательный фактор для таких признаков, как варочные свойства и цвет пасты. Поэтому макаронной промышленности нужно сырьё с минимальным количеством мучнистых зёрен. Стекловидное зерно твёрдой пшеницы характеризуется повышенной углеводно-амилолитической активностью, оно более плотное по консистенции, имеет более мелкие крахмальные зёрна, тесно переплетённые клейковинными белками [1].

Стекловидность зерна – признак наследственный, хотя и зависит во многом от условий внешней среды. Основными метеорологическими факторами являются температурный режим в период вегетации, относительная влажность воздуха, водный режим [1-3]. Стекловидность повышается при уменьшении водных запасов в почве, на нее благоприятно влияют сбалансированный запас азота в почве [4] и оптимальная обеспеченность фосфором [5]. Данный показатель имеет связь с некоторыми признаками качества зерна и макарон [6, 7, 8].

Цель исследований – оценка сортов яровой твёрдой пшеницы по стекловидности зерна и поиск генотипов с высокими и стабильными показателями стекловидности.

Материал и методы исследований

Объектами исследований служили сорта экологического сортоиспытания ряда научных учреждений России: ФРАНЦ, Федерального национального центра зерна им. П.П. Лукьяненко и НИИСХ Юго-Востока. Исследования проводили в течение 2016-2020 гг. Опытные делянки площадью 5,3 м² размещали в 2 повторениях, предшественник – нут. Почва опытного участка – южный среднemocный карбонатный слабовыщелочный чернозём с различной мощностью гумусового горизонта (30-50 см). Метеорологические условия в годы проведения исследований были контрастными. Благоприятные годы для формирования зерна с высокой стекловидностью – 2017, 2018, 2019; средний – 2020; неблагоприятный – 2016 г. (Метеорологический пост СДСХОС п. Донская Нива). Показатель стекловидности определяли при помощи диафаноскопа по общепринятой методике (ГОСТ 10987-76, с изменениями в редакции 2018 г.). Статистическую обработку результатов проводили методом дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову (1973) с использованием компьютерной программы Excel. Параметры экологической пластичности рассчитывали по S. A. Eberhart, W. A. Russel [9] в изложении В. А. Зыкина и др. [10].

Результаты и их обсуждение

В годы исследований наиболее стекловидными были сорта Вольнодонская, Мелодия Дона, Донэла М, 326 d 5 и 311 d 50-2. Однако они существенно различались по проявлению этого признака. Например, у сорта Мелодия Дона стекловидность варьировала от 67% до

100%, у сорта Вольнодонская размах варьирования был меньше - 80-100%. Таким образом, сорта различаются не только по уровню проявления признака, но и по реакции на метеорологические условия года. Средний показатель стекловидности за 2016-2020 гг. составил 87,4%. По сортам варьирование наблюдали от 84,2% у 3730 h 76 до 92,6% у Вольнодонской (табл. 1). Различия между крайними вариантами составили 8,4%. По годам стекловидность варьировала от 57% до 100% с размахом изменчивости от 19% (Донэла М) до 38% (Д-2150). Расчет коэффициента вариации показал, что степень изменчивости невысока. Коэффициенты вариации изменялись от 1,7% у Мелодии Дона до 8,4% у Донэлы М и 326 d 5. Показатель стабильности по S.A. Eberhart, W.A. Russel свидетельствует о более низкой вариабельности признака у сортов Вольнодонская, Николаша, Лилек, Д-2150 и 311 d 50-2. Значение коэффициента регрессии (b_i) по стекловидности зерна находилось в пределах от 0,57 до 1,43. Наиболее отзывчивы на условия среды (по тесту Эберхарта-Рассела) по этому признаку сорта Донская элегия, Мелодия Дона, Д-2150, Лилек 4, 3719 h 14 ($b_i=1,11-1,43$). Их можно отнести к сортам интенсивного типа. Из них наиболее нестабильным по стекловидности был сорт 3719 h 14 ($S^2_i=34,64$).

Таблица 1

Стекловидность зерна и ее изменчивость у сортов яровой твёрдой пшеницы в экологическом сортоиспытании, 2016-2020 гг.

Наименование сорта	Стекловидность (среднее за 2016-2020 гг.), %	Лимиты по годам (min-max), %	Размах по годам, %	Коэффициент вариации (CV), %	b_i	S^2_i
Донская элегия, St	86,8	61-97	36,0	4,8	1,35	12,16
Новодонская	90,2	72-100	28,0	5,9	1,00	11,78
Вольнодонская	92,6	80-100	20,0	4,6	0,70	8,19
Мелодия Дона	91,6	67-100	33,0	1,7	1,23	15,09
Донэла М	92,0	81-100	19,0	8,4	0,57	62,71
4138/17	86,2	70-96	26,0	6,8	0,85	32,92
4215/17	86,6	69-97	28,0	7,6	0,92	43,08
326 d 5	87,2	76-98	22,0	8,4	0,69	33,25
Николаша	85,6	68-91	23,0	3,8	0,93	4,88
Лилек	86,8	67-97	30,0	4,1	1,05	3,06
Д-2150	85,0	57-95	38,0	2,2	1,43	7,98
Лилек 4	85,2	64-96	32,0	7,0	1,15	18,30
311 d 50-2	87,0	66-96	30,0	4,1	1,11	4,43
137 c 28	85,2	67-94	27,0	8,1	0,99	34,49
3719 h 14	86,8	65-99	34,0	6,9	1,14	34,64
3730 h 76	84,2	68-96	28,0	7,2	0,88	27,15
Среднее по сортам	87,4	-	28,4	-	-	-
Max	92,6	-	38,0	8,4	1,43	62,71
Min	84,2	-	19,0	1,7	0,57	3,06
Размах по сортам	8,4	-	19,0	6,7	-	-
НСР05	6,1	-	-	-	-	-

Слабой реакцией на среду обладали сорта Донэла М, 326 d 5, Вольнодонская, 3730 h 76. Близкими коэффициентами регрессии ($b_i= 0,59-0,70$) характеризовались Вольнодонская,

Донэла М и 326 d 5. Эти сорта лучше использовать на экстенсивном фоне, где они продемонстрируют максимум отдачи при минимуме затрат. Из сортов, не привывсивших среднее значение стекловидности по годам и сортам, наиболее высокой пластичностью обладали Д-2150 ($b_i= 1,43$) и Донская элегия ($b_i= 1,35$). Они относятся к сортам, которые хорошо отзываются на улучшение условий выращивания. На основании коэффициента регрессии пластичными можно также назвать сорта и генотипы Новодонская, 4138/17, 4215/17, Николаша, Лилек, 137 с 28 и 3730 h 76 (от $b_i= 0,85$ до $b_i= 1,05$). Из них наибольшую стекловидность по годам имел сорт Новодонская, но у него был более низкий показатель стабильности по сравнению с сортами Николаша и Лилек ($S^2_i=11,78$). Наибольший показатель стабильности отмечен у сорта Лилек ($S^2_i=3,06$). Поведение этого сорта более предсказуемо, чем у других сортов. Следовательно, в качестве исходного материала на повышение стекловидности представляют интерес сорта с относительно высокой и более стабильной стекловидностью – Николаша, Лилек, Д-2150, 311 d 50-2 и максимальной стекловидностью – Вольнодонская, Мелодия Дона, Новодонская. Все эти генотипы используются нами в селекционном процессе.

По результатам изучения питомника экологического испытания наблюдали тенденцию некоторого увеличения стекловидности зерна по годам, о чём свидетельствует линия тренда (рис.).

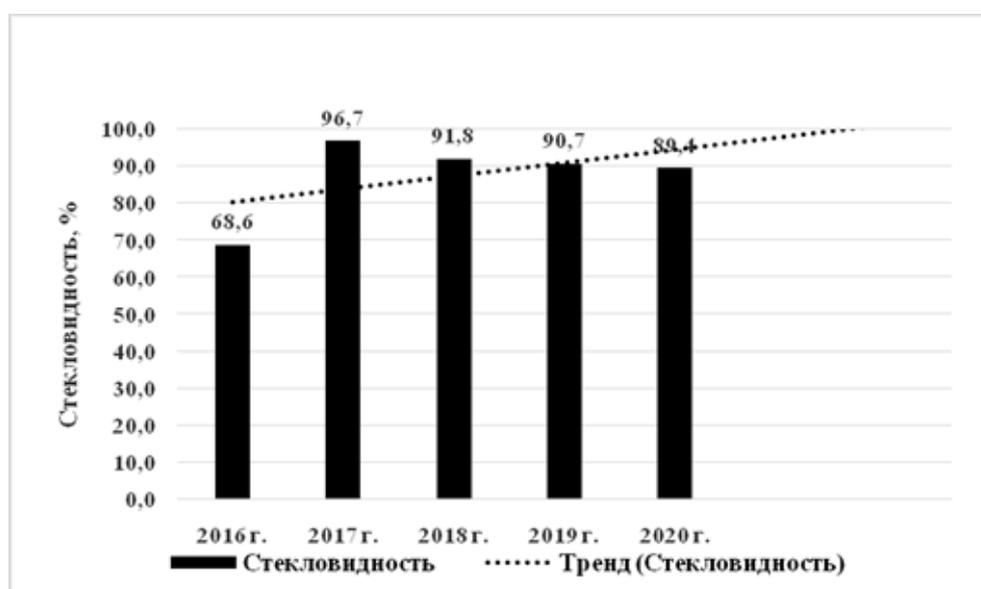


Рис. Среднее значение стекловидности сортов экологического сортоиспытания яровой твёрдой пшеницы

Коэффициенты корреляции стекловидности зерна с урожайностью и показателями качества зерна очень нестабильны. Только в благоприятные годы при формировании стекловидности наблюдали положительную связь с урожайностью ($r = +0,15...+0,66$), с крупностью зерна связь не прослеживается; с содержанием белка и клейковины зависимость от отрицательной до положительной, с массой 1000 зёрен – отрицательная (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты корреляции стекловидности зерна с урожайностью, показателями качества зерна яровой твёрдой пшеницы

Признак	Годы				
	2016	2017	2018	2019	2020
Урожайность, ц/га	-0,01	+0,31	+0,15	+0,66*	+0,19
Содержание белка, %	-0,05	-0,23	+0,17	-0,08	+0,37
Содержание клейковины, %	-0,1	-0,17	+0,10	+0,08	+0,47*
Масса 1000 зёрен, г	-0,01	-0,17	-0,17	-0,17	-0,32

*– достоверность при 05%-ном уровне значимости

Следует отметить, что полученные нами коэффициенты корреляции не совсем согласуются по некоторым признакам с ранее проверенными исследованиями. По нашим данным, между стекловидностью и содержанием белка и клейковины связь несущественна, что согласуется с данными Н.С. Васильчука (2001), С.В. Зверева и др., [1], однако тесная положительная связь отмечена В.С. Голиком [11]. С качеством клейковины в одном случае связь отрицательная (Васильчук (2001), в другом – она несущественна [11]. Некоторая противоречивость данных обусловлена тем, что исследования проводились в разных условиях и на различных наборах сортов. В то же время это ещё раз подтверждает сильную зависимость показателя стекловидности от условий выращивания.

Заключение

Таким образом, по результатам изучения показателя стекловидности у разных сортов яровой твёрдой пшеницы выявлено, что он зависит как от сорта, так и от условий года. Отмечена тенденция увеличения стекловидности по годам. Наиболее отзывчивыми на условия среды по показателю стекловидности оказались сорта Донская элегия, Мелодия Дона, Д-2150 и др. Из изученных сортов экологического сортоиспытания в качестве исходного материала на повышение стекловидности следует использовать сорта с высоким коэффициентом стабильности (Николаша, Лилек, Д-2150 и др.).

Литература

1. Зверев С.В., Панкратьева И.А., Политуха О.В., Игорянова Н.А., Зайцев В.Б. Стекловидность как показатель качества зерна пшеницы // Хранение и переработка зерна. – 2017. – № 11 (219). – С. 33-34.
2. Кадушкина В.П., Грабовец А.И., Коваленко С.А. Экологическая пластичность и продуктивность сортов и линий яровой твёрдой пшеницы в условиях Дона// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург. – 2020. – № 4 (84). – С. 34-38.
3. Кадушкина В.П., Грабовец А.И., Бирюкова О.В., Коваленко С.А. Качество зерна сортов яровой твёрдой пшеницы донской селекции // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2018. – № 4 (32). – С. 266-276.
4. Вьюшков А.А., Мальчиков П.Н., Сюков В.В., Шевченко С.Н. Селекционно-генетическое улучшение яровой твёрдой пшеницы. Самара, – 2012. – 266 с.
5. Лелли Я. Селекция пшеницы/ пер. с англ. Н.Б. Ронис. – М.: Колос, – 1980. – 384 с.
6. Гринько А.В., Вошедский Н.Н., Кулыгин В.А. Приёмы возделывания яровых зерновых культур в богарных условиях в Ростовской области. // Зернобобовые и крупяные культуры – 2020. – № 1 (33). – С. 72-81. DOI:10.24411/2309-348X-2020-11159
7. Волкова Л.В., Бебякин В.М., Лыскова И.В. Пластичность и стабильность сортов и селекционных форм яровой пшеницы по критериям продуктивности и качества зерна// Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 1. – С. 3-6.
8. Бирюкова О.В., Бирюков К.Н., Кадушкина В.П. Влияние агротехнических приёмов и экологических условий на качество зерна яровой твёрдой пшеницы. // Зернобобовые и крупяные культуры – 2020. – № 2 (34). – С.103-108. DOI:10.24411/2309-348X-2020-11177.
9. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties// Crop. sci. 1966. Vol.6, №1. P.36-40.
10. Зыкин В.А., Мешков В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчёт и анализ. Новосибирск, – 1984. – 24 с.
11. Голик В.С., Голик О.В. Селекция *Triticum durum* Desf. Харьков: Магда ЛТД, – 2008. – 519 с.

References

1. Zverev S.V., Pankrat'eva I.A., Polituha O.V., Igoryanova N.A., Zajcev V.B. Steklovidnost' kak pokazatel' kachestva zerna pshenicy [Vitreous as an indicator of the quality of wheat grain]. *Hranenie i pererabotka zerna - Grain storage and processing*, 2017, no. 11 (219), pp.33-34 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32799193>
2. Kadushkina V.P., Grabovec A.I., Kovalenko S.A. Ekologicheskaya plastichnost' i produktivnost' sortov i linij yarovoj tvordoj pshenicy v usloviyah Dona [Ecological plasticity and productivity of varieties and lines of spring durum wheat in the conditions of the Don]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, Orenburg, 2020, no. 4 (84), – pp.34-38 (In Russian). 10.37670/2073-0853-2020-84-4-34-38 <https://elibrary.ru/item.asp?id=43933973>
3. Kadushkina V.P., Grabovec A.I., Biryukova O.V., Kovalenko S.A. Kachestvo zerna sortov yarovoj tvordoj pshenicy donskoj selekcii [Grain quality of spring durum wheat varieties of the Don selection]. *Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii - Scientific Journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems*. 2018, no. 4 (32), pp. 266-276 (In Russian). DOI: 10.31774/2222-1816-2018-4-266-276 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36499425>

4. V'yushkov A.A., Mal'chikov P.N., Syukov V.V., Shevchenko S.N. *Selekcionno-geneticheskoe uluchshenie yarovoj tyjorodj pshenicy - Shevchenko S. N. Selection and genetic improvement of spring durum wheat*. Samara, 2012, 266 p. (In Russian) <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27002816>
5. Lelli YA. *Selekciya pshenicy - Selection of wheat* / translation from English by N.B. Ronis. Moscow: Kolos, 1980, 384 p. (In Russian) <https://search.rsl.ru/ru/record/01001027825>
6. Grin'ko A.V., Voshedskij N.N., Kulygin V.A. Methods of cultivation of spring crops in rainfed conditions in the Rostov region. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2020, no. 1(33), pp.72-81. DOI:10.24411/2309-348X-2020-11159 (In Russian)
7. Volkova L.V. Bebyakin V.M., Lyskova I.V. Plastichnost' i stabil'nost' sortov i selekcionnyh form yarovoj pshenicy po kriteriyam produktivnosti i kache-stva zerna [Plasticity and stability of varieties and breeding forms of spring wheat according to the criteria of productivity and quality of grain]. *Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk - Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2010, no. 1, pp. 3-6. (In Russian) <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12975264>
8. Biryukova O.V., Biryukov K.N., Kadushkina V.P. Influence of agronomic practices and environmental conditions on grain quality of spring durum wheat. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no.2 (34), pp.103-108. DOI:10.24411/2309-348X-2020-11177. (In Russian)
9. Eberhart S.A., Russel W.A. *Stability parameters for comparing varieties*. Crop. sci. 1966. Vol.6, no1. pp.36-40.
10. Zykin V.A. Meshkov V.V., Sapega V.A. *Parametry ekologicheskoy plastichnosti sel'skohozyajstvennyh rastenij, ih raschyot i analiz - Parameters of ecological plasticity of agricultural plants, their calculation and analysis*. Novosibirsk, 1984, 24 p. (In Russian)
11. Golik V.S., Golik O.V. *Selekciya Triticum durum Desf. - Selection of Triticum durum Desf.* Har'kov: Magda LTD, 2008, 519 p. (In Ukraine)