УДК 633.112.1 «321»:631.524.7

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-49-53

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА РЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

С. Н. Гапонов, кандидат сельскохозяйственных наук, директор института, ORCID ID: 0000-0002-8138-5955;
Г. И. Шутарева, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-1159-2892;
Н. М. Цетва, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0001-9042-0831;
И. С. Цетва, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-0539-9482;
И. В. Милованов, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-4569-0300
ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»,
410010, г. Саратов, ул. им. Н. М. Тулайкова, 7; e-mail: raiser_saratov@mail.ru

Установлено, что вопрос о качестве зерна яровой твердой пшеницы является основным при создании новых сортов. В первую очередь это важно для производителей пищевой продукции (макаронные изделия, крупы) и зернового рынка в целом. Для создания востребованных сортов селекционерам необходимы методы оценки зернового материала на ранних этапах отбора экспериментального материала. Одним из таких экспресс-методов является метод оценки реологических свойств теста из муки (семолины) твердой пшеницы по шкале оценок миксографической кривой. Выяснено, что чем прочнее и эластичнее клейковина, тем устойчивее к переварке макаронные изделия, а значит, и их питательные и кулинарные свойства. Особенно это важно для производства тонких спагетти. Обнаружено, что у нового сорта яровой твердой пшеницы Памяти Васильчука реологические показатели при замесе теста не соответствуют ни одному из девяти баллов шкалы оценок миксографических кривых. Рассмотрена возможность увеличить шкалу оценок миксограмм до 10 баллов.

Ключевые слова: яровая твердая пшеница, сорт, миксограф, качество, шкала оценок миксограмм.

Для цитирования: Гапонов С. Н., Шутарева Г. И., Цетва Н. М., Цетва И. С., Милованов И. В. Усовершенствование метода реологической оценки качества зерна в селекции яровой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 49–53. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-49-53

IMPROVEMENT OF THE METHOD OF RHEOLOGICAL ASSESSMENT OF GRAIN QUALITY IN THE SPRING WHEAT BREEDING

S. N. Gaponov, Candidate of Agricultural Sciences, director of the institute, ORCID ID: 0000-0002-8138-5955;
G. I. Shutareva, Candidate of Biological Sciences, leading researcher of the laboratory of spring durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-1159-2892;
N. M. Tsetva, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory of spring durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0001-9042-0831;
I. S. Tsetva, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory of spring durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-0539-9482;
I. V. Milovanov, junior researcher of the laboratory of spring durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-4569-0300
FSBSI "RIA of the South-East",
410010, Saratov, N. M. Tulaykov Street, 7; e-mail: raiser_saratov@mail.ru

It was established that the question of the grain quality of spring durum wheat is the main one when developing new varieties. First of all, it is important for manufacturers of food products (pasta, cereals) and the grain market as a whole. To create popular varieties, the breeders need methods for evaluating grain material at the early stages of selecting experimental material. One of such express-methods is the method of assessment of the rheological properties of dough made from durum wheat flour (semolina) according to the rating scale of the mixographic curve. It has been found out that the stronger and more elastic gluten is, the more resistant to be overboiled pasta is, and therefore better their nutritional and culinary properties are. This is especially important for the production of thin spaghetti. It has been determined that the rheological indices of the new spring durum wheat variety "Pamyati Vasilchuka" during dough kneading do not correspond to any of the nine points on the rating scale of mixographic curves. There has been considered the possibility to increase the mixogram rating scale to 10 points.

Keywords: spring durum wheat, variety, mixograph, quality, mixogram rating scale.

Введение. В засушливой зоне юго-востока России твердая пшеница является важной продовольственной, экономически ценной культурой и служит незаменимым сырьем для производства высококачественных макаронных изделий, крупы и продуктов детского питания. К сожалению, за последние 60 лет ее посевы в России, в отличие от мировых тенденций, резко сократились. В 2019 г., по данным Министерства сельского хозяйства Саратовской области, под твердой пшеницей было высеяно всего лишь 63,5 тыс. га из 225 тыс. га общей площади яровых зерновых культур. Одна из главных причин сокраще-

ния посевов твердой пшеницы в Поволжье – более высокая требовательность этой культуры к условиям выращивания, особенно к уровню влагообеспеченности, в связи с тем, что она обладает меньшей устойчивостью к жаре и засухе (Васильчук, 2001). Колошение яровой твердой пшеницы, по среднемноголетним наблюдениям, наступает 16–18 июня, когда наступает пик дефицита влажности воздуха и запасов влаги в почве. В это время сорта озимой пшеницы проходят фазу налива и созревания и постепенно вытесняют яровую пшеницу, причем не только в Саратовской области. Отсюда и вторая причина – невысокие цены на

зерно при низкой урожайности делают яровую твердую пшеницу, по сравнению с озимой мягкой, менее экономически выгодной.

Для зоны рискованного земледелия, каким является наш регион, необходимы сорта, стабильно формирующие высокую урожайность зерна, конкурентоспособные и коммерчески ценные, адаптированные к жестким условиям Поволжья.

Со времени основания лаборатории (1984) перед сотрудниками была поставлена цель – создание засухоустойчивых сортов с высокими показателями продуктивности и качества зерна, что требовалось для производителей пищевой промышленности. Развитие селекции, выведение новых сортов, анализ огромного количества селекционного материала на уровне питомников младшего поколения, требовало использования экспресс-анализов на ограниченной по количеству массе зерна.

В настоящее время в своей работе мы применяем несколько методов оценки и определения классности зерна: традиционный прибор ИДК-1 и современный индекс плютена в качестве показателей качества клейковины; экспресс-метод, позволяющий оценить желтизну (b%) муки (семолины), поскольку для твердой пшеницы цвет макаронных изделий не менее важен, чем их качество (Гапонов и др., 2018). Также в нашей селекционной программе, как и в селекционных программах по твердой пшенице многих стран мира, есть показатель микроSDS-седиментации для оценки качества клейковины (Vasiljevic and Banasik, 1980) и метод определения реологических свойств

теста (Finney and Shogren, 1972; Peressini et al., 2000) на миксографе.

Материалы и методы исследований. Оценка реологических свойств теста на миксографе (по предложенной методике Н. С. Васильчука) подходит для яровой твердой пшеницы при небольшом количестве зерна и с учетом особенностей засушливого климата Поволжья. В условиях Саратова при высокой температуре и нехватке осадков формируется высокостекловидное зерно с очень сильной клейковиной (Васильчук, 1994).

По этой причине решили изменить методику оценки с учетом особенностей местного селекционного материала и прежде всего изменили положение пружины на плече рычага в положение «11». Также очень важными были и количество зерна (20–25 г), и количество анализов в день (30–35 номеров). Для примера: на анализ одного образца необходимо 10 г муки (семолины) влажностью 46,5% (при влажности 14% следует добавить в смесительный стакан 6,0 мл дистиллированной воды), время – около 16 минут. В таком единообразии условий проведения замеса теста можно проводить сравнительный анализ полученных результатов и по рисунку кривой миксограммы выставлять баллы. Из-за сложной конфигурации кривых миксограмм бывает довольно трудно их расшифровывать. От исследователя требуются определенные навыки и большой опыт. Для облегчения визуальной оценки кривых миксограмм мы дополнили используемую в США и Канаде 8-балльную шкалу, доведя ее до 9 баллов (рис. 1).

Рис. 1. Шкала для оценки миксограмм (балл 1–9)

Fig. 1. Mixogram rating scale (points 1–9)

Следует подчеркнуть, что все новые сорта яровой твердой пшеницы, созданные в ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока с 1984 г. и допущенные к использованию в производстве, по реологическим свойствам пасты в зависимости от погодных условий имеют оценку кривых миксограмм от 7 до 9 баллов и отвечают самым высоким требованиям мирового рынка. Среди них Саратовская 59 (1992), Саратовская золотистая (1993), Людмила (1995), Валентина (1998), Ник (2000), Елизаветинская (2003), Золотая волна (2003), Аннушка (2007), Николаша (2009) и Луч 25 (2011).

Результаты и их обсуждение. Мы усовершенствовали метод оценки реологических свойств теста на миксографе для муки (семолины) из твердой пшеницы согласно нашим климатическим условиям и техническим возможностям (Васильчук, 1994).

Конечно же, миксограф дает более грубые результаты, чем фаринограф, поскольку при замесе не учитывается водопоглощательная способность белков. Но при анализе данных по показателям фаринографа и миксографа по одному и тому же сорту обнаружилась тесная корреляция по их значениям (Васильчук,

2001). При интерпретации значений, характеризующих кривую миксограммы, мы попытались использовать сходство этих параметров с показателями, характеризующими кривую фаринограммы, в соответствии с международным стандартом ICC-Standard No. 115/1.

Прошло более 20 лет с момента внесения изменений в шкалу оценки качества зерна на миксографе до 9. Селекция – процесс ежедневный, ежегодный и постоянный. В настоящее время в «котел отбора» (и в качестве исходного материала) добавляются новые сорта и линии из многих селекционных центров РФ и мира. Весь материал досконально изучается, наилучшие включаются в программу скрещивания, при этом учитываются не только агроклиматические условия засушливого Поволжья, но и требования производства и рынка зерна яровой твердой пшеницы.

На создание сорта, прохождение испытания в ГСИ и его внедрение в производство уходит примерно 12–15 лет. Результатом такой длительной работы стал новый сорт яровой твердой пшеницы Памяти Васильчука, названный в честь нашего руководителя и учителя (Гапонов и др., 2017). Новый сорт, как и все предыдущие сорта лаборатории селекции яровой твердой пшеницы НИИСХ Юго-Востока, характе-

ризуется высокой потенциальной продуктивностью, засухоустойчивостью, устойчивостью к болезням и высокими качествами зерна. Но главной особенностью сорта являются реологические свойства теста в процессе замеса семолины, что очень важно при изготовлении продуктов для пасты (тонких спагетти) (Гапонов и др., 2018; Мальчиков и др., 2017). Уровень стабильности (RS) как один из показателей миксографической кривой позволяет оценивать упругость и устойчивость теста к разжижению. У нового сорта RS измеряется оценкой символа бесконечности (∞) во временном промежутке (16 мин) проведения анализа одного образца. Повторяемость рисунка миксограммы нового сорта за несколько лет конкурсного испытания позволяет предложить расширить шкалу оценки миксограммы до 10 баллов. Высокая упругость и устойчивость к разжижению теста объясняется многими факторами, в том числе показателем прочности клейковины прибора ИДК-1 (57–77 ед.) – I группа, что сложно достижимо у твердой пшеницы, а также показателем SDS-седиментации на уровне 51 мм (табл. 1).

На рисунках 2–4 приведены миксограммы, где цифрами отмечены показатели миксограмм, а в таблице 2 приведены их цифровые значения.

1. Показатели качества клейковины нового сорта яровой твердой пшеницы по сравнению со стандартом (Саратов, 2016–2019 гг.)

1. Gluten quality indicators of the new spring durum wheat variety compared to the standard variety (Saratov, 2016–2019)

Сорта	Индекс глютена, %	ИДК-1, ед.	Микро-SDS-седиментация, мм	Миксограмма, балл (1–10)
Краснокутка 13, ст.	82,6	83	43	7,5
Саратовская золотистая	88,9	78	45	9
Валентина	94,8	78	49	9
Аннушка	85,1	84	54	9
Луч 25	89,4	81	48	8,5
Тамара (D-2138)	88,5	78	42	9
Памяти Васильчука (D-2136)	86,0	67	51	10
НСР _{0,05}	4,8	5	7	1,1

Рис. 2. Наивысшая оценка миксографической кривой по шкале S. Vasiljevic and O. J. Banasik

Fig. 2. The largest mixographic curve point according to the S. Vasiljevic and O. J. Banasik

Рис. 3. Дополнительный балл, предложенный Н. С. Васильчуком, с учетом климатических условий Саратова

Fig. 3. An additional point proposed by N. S. Vasilchuk, taking into account the Saratov climate

Рис. 4. Микрограмма нового сорта яровой твердой пшеницы Памяти Васильчука с оценкой в «10» баллов

Fig. 4. Mixogram of the new spring durum wheat variety "Pamyati Vasilchuka" with "10" points

2. Показатели микрографических кривых 2. Indicators of mixographic curves

Балл/показатели	PT(1)	PH(2)	BW(3)	MTV(4)	RS(5)
8	4,6	4,7	1,0	0,8	3,8
9	6,0	4,8	1,6	0,6	6,1
10	6,0	4,1	2,0	0,2	∞

Примечание: 1-PT (Peak time) – расстояние от начала записи кривой микрограммы до проекции ее пика на базовой линии;

2-PH (Peak height) – расстояние от пика кривой микрограммы до базовой линии;

3-BW (Band width) – ширина кривой микрограммы после 6 мин замеса от пика кривой;

4-MTV (Mixing tolerance value) – показатель устойчивости к разжижению;

5-RS (Range of stability) – устойчивость к замесу или уровень стабильности.

Сложнее всего на кривой микрограммы определить устойчивость к замесу или уровень стабильности (Range of stability, RS). Способ, предложенный S. Vasiljevic (Vasiljevic and Banasik, 1980) для наших условий мало пригоден, так как у наших сортов кривая микрограммы редко падает сразу после достижения пика при замесе теста. А это очень важно при измерении данного показателя. Поэтому мы пришли к выводу, что этот параметр лучше всего находить следующим образом. В месте пика следует ограничить верхний и нижний края кривой. От верхней точки отмерить вниз 2/3 ширины кривой, через эту точку провести горизонтальную линию до пересечения с центральной кривой и измерить полученный отрезок. У новой линии D-2136 (сорт Памяти Васильчука) измерить уровень стабильности за время проведения анализа практически невозможно, что наглядно демонстрирует рисунок 4.

Выводы

1. В настоящее время многие селекционные центры, занимающиеся изучением яровой твердой пшеницы на разных этапах селекции и созданием новых сортов, используют метод оценки качества зерна по реологическим свойствам теста на микрографе. Увеличение шкалы до десяти баллов расширит и уточнит диапазон применения сортов яровой твердой пшеницы в производстве продуктов специального изготовления (булгур, кус-кус, тонкие спагетти для пасты).

2. Применение данного метода в селекционных программах позволит проводить отборы на начальных этапах селекции, где ограничено количество изучаемого материала, а также может способствовать получению сортов с высокой продуктивностью и качественным зерном, что позволит стабилизировать производство и рынок яровой твердой пшеницы в Саратовской области.

Библиографические ссылки

1. Васильчук Н. С. Особенности оценки качества клейковины твердой пшеницы на микрографе // Селекция и семеноводство. 1994. № 3. С. 31–33.
2. Васильчук Н. С. Селекция яровой твердой пшеницы. Саратов: Новая газета, 2001. 124 с.
3. Гапонов С. Н., Попова В. М., Шутарева Г. И. и др. Получение новых источников яровой твердой пшеницы – гарантия создания новых стрессоустойчивых сортов // Аграрный вестник Юго-Востока. 2018. № 3(20). С. 30–31.
4. Гапонов С. Н., Попова В. М., Шутарева Г. И. и др. Ученый по призванию (к 70-летию со дня рождения Н. С. Васильчука) // Зерновое хозяйство России. 2017. № 3(51). С. 71–72.
5. Гапонов С. Н., Попова В. М., Шутарева Г. И. и др. 25 лет сорту Саратовская золотистая // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 57–60. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-57-60.
6. Мальчиков П. Н., Розова М. А., Шаболкина Е. Н. и др. Характеристика сортов разных этапов селекции в России и селекционных линий яровой твердой пшеницы по качеству клейковины. // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6(54). С. 55–60.
7. Finney K. F., Shogren M. D. A ten-gram mixograph for determining and predicting functional properties of wheats flours // Baker's Digest. 1972. No. 46(2). Pp. 32–42, 77.
8. Peressini D., Sensidoni A., Pollini C. M., Cindio B. Rheology of wheat doughs for fresh pasta production: influence of semolina-flour blends and salt content // J. of Texture Studies. 2000. Vol. 31, iss. 2. Pp. 163–182. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2000.tb01415.x>.
9. Vasiljevic S., Banasik O. J. Quality testing methods for durum wheat and its products // North Dakota State University: Fargo ND. 1980. Pp. 51–62.

References

1. Vasil'chuk N. S. Osobennosti ocenki kachestva klejkoviny tvyordoj pshenicy na miksografe [Features of estimation of gluten quality of durum wheat on a mixograph] // *Selekciya i semenovodstvo*. 1994. № 3. S. 31–33.
2. Vasil'chuk N. S. Selekcija yarovoj tvyordoj pshenicy [Spring durum wheat breeding]. Saratov: Novaya gazeta, 2001. 124 s.
3. Gaponov S. N., Popova V. M., Shutareva G. I. i dr. Poluchenie novyh istochnikov yarovoj tvrdoj pshenicy – garantiya sozdaniya novyh stressoustojchivyh sortov [Obtaining new sources of spring durum wheat is a guarantee to develop new stress-resistant varieties] // *Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka*. 2018. № 3(20). S. 30–31.
4. Gaponov S. N., Popova V. M., Shutareva G. I. i dr. Uchenyj po prizvaniyu (k 70-letiyu so dnya rozhdeniya N. S. Vasil'chuka) [Scientist by vocation (to the 70th anniversary of N. S. Vasilchuk)] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2017. № 3(51). S. 71–72.
5. Gaponov S. N., Popova V. M., Shutareva G. I. i dr. 25 let sortu Saratovskaya zolotistaya [The variety "Saratovskaya zolotistaya" is 25] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2018. № 5(59). S. 57–60. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-57-60.
6. Mal'chikov P. N., Rozova M. A., Shabolkina E. N. i dr. Harakteristika sortov raznyh etapov selekcii v Rossii i selekcionnyh linij yarovoj tvrdoj pshenicy po kachestvu klejkoviny [Characteristics of the varieties of different breeding stages in Russia and spring durum wheat breeding lines according to gluten quality] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2017. № 6(54). S. 55–60.
7. Finney K. F., Shogren M. D. A ten-gram mixograph for determining and predicting functional properties of wheats flours // *Baker's Digest*. 1972. No. 46(2). Pp. 32–42, 77.
8. Peressini D., Sensidoni A., Pollini C. M., Cindio B. Rheology of wheat doughs for fresh pasta production: influence of semolina-flour blends and salt content // *J. of Texture Studies*. 2000. Vol. 31, iss. 2. Pp. 163–182. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2000.tb01415.x>.
9. Vasiljevic S., Banasik O. J. Quality testing methods for durum wheat and its products // North Dakota State University: Fargo ND. 1980. Pp. 51–62.

Поступила: 27.11.19; принята к публикации: 16.01.20.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Гапонов С. Н. – концептуализация исследования; Шутарева Г. И. – подготовка опыта; Цетва Н. М. – выполнение лабораторных опытов; Цетва И. С. – сбор и анализ данных; Милованов И. В. – интерпретация данных, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.