

12. Mineev V.G., Pavlov A.N. *Agrokhimicheskie osnovy povysheniya kachestva zerna pshenitsy.* – M.: Kolos, 1984. – 228 s.

13. Torikov V.E. *Tekhnologiya vozdeystviya ozimoi pshenitsy.* – Bryansk, 1995. – 160 s.

14. Shpaar D., Ellmer F., Postnikov A. i dr. *Zernovye kul'tury / pod obshch. red. D. Shpaara.* – Mn.: FU Ainform, 2000. – 421 s.

15. *Agroklimaticheskie resursy Bryanskoj oblasti.* – L.: Gidrometeoizdat, 1972. – 90 s.



УДК 664.64.016:633.112.1

И.В. Пахотина, Ю.В. Колмаков, М.Г. Евдокимов
I.V. Pakhotina, Yu.V. Kolmakov, M.G. Yevdokimov

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

THE EFFECTIVENESS OF QUALITY ASSESSMENT SYSTEM OF DURUM WHEAT GRAIN

Ключевые слова: твердая пшеница, качество зерна, цвет макарон, оценка качества, метеорологические условия, линейные размеры, морфологические параметры зерновки.

Основой производства высококлассного зерна являются адаптированные сорта, способные формировать высокое качество зерна. В условиях юга Западной Сибири оценена информативность системы оценки качества зерна твердой пшеницы, начиная с ранних этапов селекции. Изучена сопряженность качества зерна твердой пшеницы с метеоусловиями вегетационного периода. Распределение осадков и температуры по месяцам вегетационного периода оказывает существенное влияние на формируемое качество зерна. Обилие осадков в июле – первой декаде августа вызывает снижение цвета макарон. Жаркая и сухая погода этого периода снижает массу 1000 зерен и урожайность, но повышает оценку готовых макарон. Максимально расширенная характеристика нового селекционного материала с привлечением доступных методов, в том числе определение признаков морфологии зерновки, обеспечивает идентификацию перспективных форм. Выделены лучшие линии твердой пшеницы из селекционных питомников, изученные в течение 4-6 лет. Комплексом высоких показателей качества отличается линия Горд. 04-3-1. Подтверждением перспектив выделенной по натуре, цвету макарон линии Горд. 05-21-11 является ее характеристика по признакам морфологии. Параметры морфологии зерновки в разной степени характеризуют такие

показатели качества зерна, как мукомольное достоинство и содержание белка.

Keywords: durum wheat, grain quality, pasta color, quality assessment, meteorological conditions, linear sizes, kernel morphological indices.

The basis of high quality grain production is adaptive varieties capable to form high quality grain. The system of durum wheat grain quality assessment from the beginning of selective breeding is evaluated under the conditions of the south of West Siberia. The association of durum wheat grain quality with the meteorological conditions of the growing season is studied. The patterns of precipitation and temperature during the growing season months affect greatly the grain quality being formed. Abundant rainfall in July through the first ten-days of August decrease pasta color. Hot and dry weather during this period decreases the thousand-kernel weight and crop yields though increases the quality of finished pasta. Maximum wide characterization of new breeding material with available methods including the determination of kernel morphological indices ensures the identification of promising forms. The best lines of durum wheat from breeding nurseries studied during 4-6 years have been identified. The line Gord. 04-3-1 is distinguished by high quality indices. The morphological characters of the line Gord. 04-3-1 confirm its prospects revealed by the grain-unit and pasta color. To a varying degree the kernel morphological indices characterize such grain quality indices baking property and protein content.

Пахотина Ирина Владимировна, к.с.-х.н., с.н.с., лаб. качества зерна, Сибирский НИИ сельского хозяйства, г. Омск. Тел.: (3812) 77-60-78. E-mail: ira.pakhotina.72@mail.ru.

Колмаков Юрий Владимирович, д.с.-х.н., с.н.с., зав. лаб. качества зерна, Сибирский НИИ сельского хозяйства, г. Омск. Тел.: (3812) 77-60-78. E-mail: sibniish@bk.ru.

Евдокимов Михаил Григорьевич, д.с.-х.н., с.н.с., зав. лаб. селекции твердой пшеницы, Сибирский НИИ сельского хозяйства, г. Омск. Тел.: (3812) 77-69-51. E-mail: sibniish@bk.ru.

Pakhotina Irina Vladimirovna, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Grain Quality Lab., Siberian Research Institute of Agriculture, Omsk. Ph.: (3812) 77-60-78. E-mail: ira.pakhotina.72@mail.ru.

Kolmakov Yuriy Vladimirovich, Dr. Agr. Sci., Head, Grain Quality Lab., Siberian Research Institute of Agriculture, Omsk. Ph.: (3812) 77-60-78. E-mail: sibniish@bk.ru.

Yevdokimov Mikhail Grigoryevich, Dr. Agr. Sci., Head of Durum Wheat Selective Breeding Lab., Siberian Research Institute of Agriculture, Omsk. Ph.: (3812) 77-69-51. E-mail: sibniish@bk.ru.

Введение

Производство высококлассного зерна твердой пшеницы – значимая и важная задача. Его основой являются сорта, способные формировать хорошее качество зерна. Возделываемые современные сорта в определенной мере обладают некоторым потенциалом урожайности качественного зерна, но отличаются нестабильностью формирования. В связи с этим сохраняется значимость создания новых более урожайных и качественных сортов, обеспечивающих в условиях производства значительные объемы высококлассного зерна.

В непрерывном селекционном процессе необходимо вести изучение качества нового материала с максимально возможной эффективностью на основе системы поэтапной оценки. Изучение показателей качества зерна, их взаимосвязи и информативности позволяет объективно оценивать технологическую ценность создаваемых сортов [1, 2]. Дополнением в этой оценке могут быть морфологические признаки с линейными размерами зерновки, связанные с выходом муки. Так, зерно с мелкой бороздкой, выполненное по толщине, дает больший выход муки [3].

Размах петли бороздки, по данным В.А. Тюнина и Е.Р. Шрейдер, характеризует степень выполненности зерна и приспособленность сорта к колебаниям увлажнения в период вегетации [4].

Цель исследования – оценить эффективность системы оценки качества зерна яровой твердой пшеницы, выращиваемой в условиях юга Западной Сибири.

Задача исследования – изучить новый селекционный материал твердой пшеницы комплексом показателей качества и признаков морфологии зерновки, их взаимосвязь и с данными метеословий.

Объекты и методы

Исследования проводились в 2008-2014 гг. на селекционном материале разных питомников и 22 сортах экологического испытания (ЭСИ) из севооборота лаборатории селекции твердой пшеницы СибНИИСХ. Посев проводился 18-23 мая по пару сеялкой ССФК-7, нормой высева 4,5 млн всх. зерен. Прямое комбайнирование проводилось в начале полной спелости селекционным комбайном с последующим вентилированием образцов зерна без подогрева. Погодные условия в годы исследований были разнообразными: засушливые – 2008, 2010, 2012, влажные – 2009, 2013 гг. В лаборатории качества зерна СибНИИСХ изучение образцов из селекционного питомника 2-го года (СП-2) вели по следующим показателям: микронатура зерна, цвет микромакарон. Содержание белка в

зерне определяли по методике Базавлука [5], начиная с конкурсного испытания 1-го года (КСИ-1). Оценивали крупность и выполненность зерна по линейным размерам и морфологическим особенностям зерновки. В КСИ и ЭСИ изучали физические свойства зерна, содержание клейковины в зерне и ее качество [6], цвет и разваримость макарон по методикам Госкомиссии [7] и модифицированной методике СибНИИСХ [8].

Результаты и обсуждение

Как показывают исследования на выборке сортов экологического испытания, обилие осадков снижает натуру зерна. Корреляция суммы осадков за июль и август с натурой зерна отрицательная ($r = -0,46 \dots -0,74$). Засуха в период формирования генеративных органов твердой пшеницы вызывала образование более мелкого, но высокобелкового зерна. Зависимость массы 1000 зерен от температуры июля умеренная отрицательная, а содержания белка и клейковины в зерне положительная ($r = 0,43 \dots 0,61$). Умеренно повышенные температуры в течение вегетационного периода положительно сказались на цвете макарон, особенно в июле и середине августа, обилие осадков в июле – первой декаде августа вызвало значительное ухудшение этого признака ($r = -0,42 \dots -0,75$). Жаркая, сухая погода в июле – начале августа значительно снижала урожайность зерна. Корреляция урожайности зерна со средней температурой периода вегетации была значительная и сильная ($r = -0,58 \dots -0,92$), а с количеством осадков за III декаду июля, I декаду августа – значительная ($r = 0,56$ и $0,58$ соответственно).

Средние показатели качества по выборке сортов за годы исследований, используемые в расчетах сопряженности, представлены в таблице 1.

Наиболее мелкое зерно формировалось в 2012 и 2009 гг., а самое крупное – в 2011 г. Уровень натуры 1-го класса не менее 770 г/л в среднем по выборке отмечен в 2008, 2010, 2011 и 2014 гг. Очень низкой натурой характеризовалось зерно урожая 2013 г. (717 г/л). По стекловидности ни в один год не было зерна, соответствующего требованиям 1-2-го классов (не менее 85%). По содержанию белка сорта в выборке различались на 2,96%, а разница между годами урожаев составила 3,09%. Такие же значительные отличия получены и по содержанию клейковины. Уровень этих показателей был не ниже требований 1-го класса. Самые худшие макароны по цвету были получены из зерна урожаев 2009 и 2013 гг. Различия по этому показателю как между сортами, так и по сортам и годам оказались не очень большими, что говорит об однородности матери-

ала, в связи с этим сложностью выявления форм с высокой цветовой оценкой. Более высокой оценкой цвета сухих и вареных макарон отличалось зерно в наиболее урожайном 2011 г.

Значительное влияние погодных условий на формирование качества зерна обуславливает более расширенное изучение нового селекционного материала всеми имеющимися методами, составляющими системы оценки, для выявления наиболее перспективных форм.

При изучении 150 образцов из СП-2 2009 г. нами было выявлено 11 с лучшим сочетанием высоких показателей качества и урожайности, из которых только 3 исследовались до 2014 г. Менее урожайная линия Гордиеформе 04-36-3 стабильно отличалась по выборке лучшим цветом сухих макарон с достоверным превышением стандарта на 0,2-0,7 баллов (табл. 2).

Остальные выделенные линии формировали урожайность практически на уровне сорта Жемчужина Сибири и превышали его по цвету макарон в среднем на 0,2 балла. Линия Горд. 04-3-1 стабильно формировала повышенное содержание белка в зерне и количество клейковины 1-го класса на уровне Жем-

чужины Сибири. Эта же линия отличалась крупным зерном и высокой натурой со стекловидностью на 6% выше, чем у стандарта.

Наиболее мелкозерной оказалась линия Горд. 03-38-2 (35,3 г), но с более предпочтительным содержанием белка и цветом готовых макарон. За годы исследований отмечено значительное варьирование по натуре, крупности и урожайности зерна.

С 2011 г. система оценки качества зерна на ранних этапах селекции была дополнена изучением линейных размеров и морфологических признаков зерновки [9]. Факторное решение показателей качества [10] зерна и макарон в СП-1 показало, что основной вклад в суммарную дисперсию внес фактор «морфологические признаки зерновки и натура зерна» (24,4-30,4%), второй по значимости фактор – «твердозерность и крупность зерна» (17,1-17,8%). При изучении материала в КСИ первый фактор интерпретирован как фактор морфологических признаков зерновки и твердозерности, который составлял 23,3% всей дисперсии, второй фактор характеризовал качество и цвет готовых макарон.

Таблица 1

Качество зерна твердой пшеницы по годам урожаев (среднее по 22 сортам)

Показатель качества зерна	Год							Максимальные различия по	
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	сортам	сортам и годам
Масса 1000 зерен, г	39,2	35,9	39,7	43,2	35,1	37,9	36,6	10,8	18,4
Натура зерна, г/л	777	726	800	774	762	717	794	93	156
Стекловидность, %	78	70	67	76	65	60	66	20	36
Содержание белка, %	17,58	16,18	14,49	14,98	15,96	15,38	15,14	2,96	5,64
Количество клейковины, %	34,6	31,3	28,9	29,8	31,5	31,2	30,2	9,7	11,9
Цвет сухих макарон, балл	3,37	2,39	3,29	3,47	3,06	2,66	3,01	1,2	1,7
Цвет вареных макарон, балл	3,38	2,50	3,34	3,38	3,03	2,64	3,03	1,2	1,8
Урожайность зерна, т/га	1,90	2,44	1,89	3,85	1,91	1,90	1,77	1,87	3,43

Таблица 2

Качество зерна и макарон перспективных линий, выделенных в 2009 г. из СП-2 (среднее за 2009-2014 гг.)

Показатель качества	Жемчужина Сибири, St	Горд. 03-38-2	Горд. 04-3-1	Горд. 04-36-3
Натура зерна, г	773	781	789	778
Масса 1000 зерен, г	36,3	35,3	39,0	39,8
Стекловидность, %	68	70	74	68
Белок, %	15,06	15,26	15,45	14,97
Содержание клейковины в зерне, %	30,4	29,5	30,6	28,8
Цвет сухих макарон, балл	3,08	3,28	3,28	3,33
Урожайность, т/га	2,87	2,73	2,68	2,43
min – min НСР ₀₅ = 0,35	1,58-5,07	1,50-4,38	2,00-4,38	1,36-4,00

Качество зерна и макарон перспективных линий, выделенных в 2011 г. из СП-2 (среднее за 2011-2014 гг.)

Показатель качества	Жемчужина Сибири, St	Горд. 04-22-3	Горд. 05-21-11	Горд. 05-61-1
Натура зерна, г	785	768	793	778
Белок, %	14,45	15,65	13,85	14,28
Цвет сухих макарон, балл	3,17	3,58	3,33	3,25
Толщина зерновки, мм	2,75	2,80	2,70	2,85
Доля эндосперма, мм	1,21	1,07	1,13	1,10
Глубина бороздки, мм	1,28	1,36	1,25	1,42
Размах петли бороздки, мм	0,26	0,32	0,29	0,31
Урожайность, т/га НСР ₀₅ = 0,30	2,79	2,70	3,04	2,97

В 2011 г. из СП-2 отобрано 36 перспективных линий, из них только 6 изучалось в 2014 г. В таблице 3 показано качество зерна и макарон 3 наиболее выделившихся линий, которые формировали урожайность зерна на уровне стандарта, но с превышением по цвету макарон.

По совокупности показателей качества зерна стабильно выделялись линии Горд. 05-61-1 и Горд. 04-22-3, характеризующиеся лучшим цветом макарон. Линия Горд. 04-22-3 превышала стандарт по содержанию белка в зерне в среднем на 1,2%, но формировала пониженную натуру и более широкую бороздку. Эта линия характеризовалась достаточно однородной оценкой макарон по годам урожаев. Максимальные различия составили 0,3 балла, разброс оценок по цвету макарон у стандарта достигал 0,9 балла.

Линия Горд. 05-61-1 отличалась средними параметрами крупности и величины бороздки. При этом следует отметить, что варьирование глубины бороздки по годам было самым минимальным – 0,03 мм (у стандарта 0,29 мм).

Особенностью стандарта Жемчужина Сибири является большая вероятность формирования зерна с узкой и неглубокой бороздкой с повышенной долей эндосперма, что положительно влияет на мукомольные свойства сорта. По параметрам морфологии зерновка близка к стандарту линия Горд. 05-21-11, выделяющаяся высокой натурой зерна и неплохим цветом макарон.

Корреляционный анализ показал наличие связи натуре зерна с глубиной бороздки в зерновке в разные годы от слабой до сильной, размахом петли бороздки ($r = -0,32...-0,52$) и долей эндосперма ($r = 0,36...0,57$). Выявлена корреляционная связь содержания белка в зерне с толщиной зерновки и долей эндосперма от умеренной до слабо положительной. Таким образом, изученные параметры морфологии зерновки могут в разной степени характеризовать отдельные признаки качества зерна и макарон твердой пшеницы и в совокупности с ними

обеспечить надежную проработку селекционного материала и выявление перспективного.

Заклучение

Метеоусловия вегетационного периода оказывают значительное влияние на формирование качества зерна твердой пшеницы. По годам урожаев отмечается существенное варьирование натуре, белковости зерна, цвета макарон, других показателей качества и урожайности, затрудняющее выявление ценных форм по каждому в отдельности признаку.

Для надежной идентификации лучших форм необходимо расширить систему поэтапной оценки, в том числе и определением параметров морфологии зерновки.

По комплексу показателей качества и урожайности эффективного изучения материала выделена высококачественная селекционная линия Горд. 04-3-1. Другая перспективная линия Горд. 05-21-11 отличается лучшими признаками морфологии зерновки, натурой зерна, цветом макарон, составляющими системы оценки и высокой урожайностью.

Библиографический список

1. Васильчук Н.С. Селекция яровой твердой пшеницы: монография. – Саратов, 2001. – 119 с.
2. Бебякин В.М., Мартынов С.П. Компонентный анализ показателей качества урожая мягкой и твердой пшеницы в связи с селекцией // Сибирский вестник с.-х. науки. – 1985. – № 1. – С. 14-19.
3. Белоглазова М.В. Использование морфологических признаков зерна в селекции яровой пшеницы на качество: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 2005. – 17 с.
4. Тюнин В.А. Особенности технологии селекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к углеводно-белковому истощению семян и другим стрессам в условиях южного Урала: монография. – Челябинск: ГНУ Челябинский НИИСХ, 2010. – 120 с.
5. Базавлук И.М. Ускоренный метод полумикро-Къельдаля для определения азота в

растительном материале при генетических и селекционных исследованиях // Цитология и генетика. – 1968. – Т. 2. – № 2. – С. 249-250.

6. Межгосударственные стандарты. Зерно. Методы анализа. – М.: ИПК Изд-во стандартов. – 2001. – 107 с.

7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур // Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых. – М., 1988. – 121 с.

8. Синицын С.С. Новая методика массового определения макаронных свойств пшеницы // Селекция и семеноводство. – 1977. – № 2. – С. 30-34.

9. Пахотина И.В. Совершенствование системы оценки качества зерна селекционного материала яровой твердой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 2011. – 17 с.

10. Казакова И.Е. Оценка технологического качества зерна методом факторного анализа. – М.: Колос, 1979. – 144 с.

References

1. Vasil'chuk N.S. Seleksiya yarovoi tverdoi pshenitsy: monografiya // Saratov, 2001. – 119 s.

2. Bebyakin V.M., Martynov S.P. Komponentnyi analiz pokazatelei kachestva urozhaya myagkoi i tverdoi pshenitsy v svyazi s seleksiei // Sibirskii vestnik s.-kh. nauki. – 1985. – № 1. – S. 14-19.

3. Beloglazova M.V. Ispol'zovanie morfolo-gicheskikh priznakov zerna v seleksii yarovoi pshenitsy na kachestvo: avtoref. diss. ... kand. s.-kh. nauk. – Omsk, 2005. – 17 s.

4. Tyunin V.A. Osobennosti tekhnologii seleksii yarovoi myagkoi pshenitsy na ustoichivost' k uglevodno-belkovomu istoshcheniyu semyan i drugim stressam v usloviyakh yuzhnogo Urala: monografiya. – Chelyabinsk: GNU Chelyabinskii NIISKh, 2010. – 120 s.

5. Bazavluk I.M. Uskorenniy metod polumikro-K"el'dalya dlya opredeleniya azota v rastitel'nom materiale pri geneticheskikh i selektsionnykh issledovaniyakh // Tsitologiya i genetika. – Т. 2 – 1968. – № 2. – S. 249-250.

6. Mezhhgosudarstvennye standarty. Zerno. Metody analiza. – М.: ИПК Издатel'stvo standartov, 2001. – 107 с.

7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur // Tekhnologicheskaya otsenka zernovykh, krupyanykh i zernobobovykh. – М., 1988. – 121 s.

8. Sinitsyn S.S. Novaya metodika massovogo opredeleniya makaronnykh svoistv pshenitsy // Seleksiya i semenovodstvo. – 1977. – № 2. – S. 30-34.

9. Pakhotina I.V. Sovershenstvovanie sistemy otsenki kachestva zerna selektsionnogo materiala yarovoi tverdoi pshenitsy v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri: avtoref. diss. ... kand. s.-kh. nauk. – Omsk, 2011. – 17 s.

10. Kazakova I.E. Otsenka tekhnologicheskogo kachestva zerna metodom faktornogo analiza. – М.: Kolos, 1979. – 144 s.



УДК 633.111.1«321»:632.165:631.527

И.Ф. Дёмина, С.В. Косенко
I.F. Dyomina, S.V. Kosenko

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ПОЛЕГАНИЮ

THE RESULTS OF THE ASSESSMENT OF SOURCE MATERIAL OF SPRING WHEAT FOR LODGING RESISTANCE

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, селекция, исходный материал, сорта, урожайность, полегание, устойчивость к полеганию, высота растений, междоузлие, морфологические показатели соломины, корреляционный анализ.

За годы исследований было изучено 240 сортообразцов яровой мягкой пшеницы мировой коллекции ВИР в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья с целью подбора исходного материала, сочетающего устойчивость к полеганию с высокой урожайностью. По высоте стебля коллекционные образцы сгруппировали в 4

группы согласно классификации ВИР: 120-105 см – среднерослые (41 образец), 104-85 см – низкорослые (102 образца), 84-60 см – полукарлики (75 образцов), меньше 60 см – карлики (22 образца). Описаны погодные условия в годы проведения исследований. Приведены корреляционные связи между высотой растений и устойчивостью к полеганию, высотой растения и урожайностью в пределах изучаемых групп. Установлено, что устойчивость к полеганию зависит от высоты растения, морфологических показателей соломины (длины первого и второго междоузлий, диаметра междоузлия). Выявлено, что наиболее высокий коэффициент повышения устойчивости к полега-