

Литература

1. Регіональна економіка: підручник / за ред. Є.П. Качана. Тернопіль: ТНЕУ, 2008. – 800 с.
2. Моргун, Ф.Т. Почвозащитное бесплужное земледелие / Ф.Т. Моргун, Н.К. Шижула. – М.: Колос, 1984. – 279 с.
3. Мельник, В.І. Проблеми та перспективи впровадження безвідвальної системи землеробства / В.І. Мельник // Пропозиція. – 2005. – № 10. – С. 46–50.
4. Мельник, В.І. Безвідвальна система землеробства – проблеми та перспективи впровадження / В.І. Мельник // ЕксклюзивАГРО. – 2007. – № 1. – С. 14–17.
5. Подопрігора, В.С. Борьба с сорняками при интенсивном земледелии / В.С. Подопрігора, А.Л. Ткаченко, А.В. Фисюнов. – К.: Урожай, 1985. – 152 с.
6. Альтшуллер, Г.С. Творчество как точная наука. 2-е изд., дополн./ Г.С. Альтшуллер. – Петрозаводск: Скандинавия, 2004. – 208 с.
7. Гегель, Г.В.Ф. Наука логики / Г.В.Ф. Гегель. – СПб.: Наука, 1997. – 800 с.
8. Шпаковский, Н. Эволюция технологий обработки почвы: историческая модель/ Н. Шпаковский // ТРИЗ-профи: Эффективные решения. – 2007. – № 2. – С. 62–65.
9. Власенко, А.Н. Проблемы и перспективы разработки и освоения технологии No-Till на черноземах лесостепи Западной Сибири/ А.Н. Власенко, Н.Г. Власенко, Н.А. Коротких // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – №9. – С. 16–19.
10. Коваленко, М.В. Влияние способов основной обработки почвы на её ферментативную активность / М.В. Коваленко, Г.К. Марковская // Вестник Казанского ГАУ. – 2013. – 1 (27). – С. 106–111.
11. Кулинцев, В.В. Эффективность использования пашни и урожайность полевых культур при возделывании по технологии прямого посева / В.В. Кулинцев, В.К. Дригидер // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 4. – С. 16–18.
12. Braun, M. Strip Till z siewem i nawożeniem / M. Braun // Agromechanika: Technika w Gospodarstwie. – 2011. – Nr. 1. – P. 22–23.
13. Celik, A. Strip tillage width effects on sunflower seed emergence and yield / A. Celik, S. Altikat, T.R. Way // Soil and Tillage Research. – 2013. – Vol. 131. – P. 20–27.
14. Гулов, В.А. Технология полосного земледелия Strip-Till / В.А. Гулов // Ваш сельский консультант. – 2011. – № 3. – С. 36–38.
15. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.02.2010 № 164 Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах // Офіційний вісник України. – 2010. – № 13. – С. 613.
16. Гребенников, А.М. Оценка взаимовлияния культур в смешанных посевах / А.М. Гребенников // Агрехимия. – 2003. – № 1. – С. 68–73.
17. Кашеваров, Н.И. Продуктивность совместных посевов кукурузы с соей / Н.И. Кашеваров // Кукуруза и сорго. – 2001. – № 2. – С. 9–11.
18. Шувар, І. Як часто ми забуваємо, що родючість ґрунту відновлюється вкрай повільно, а виснажується – досить швидко / І. Шувар // Зерно і хліб. – 2013. – № 4. – С. 27–29.
19. Impact of climate change on wheat productivity in mixed cropping system of Punjab / M. Ashfaq [et al.] // Soil and Environment. – 2011. – Vol. 30(2). – P. 110–114.
20. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review / E. Malezieux [et al.] // Agronomy for Sustainable Development. – 2009. – Vol. 29. – Is. 1. – P. 43–62.
21. Molla, A. Competition and Resource Utilization in Mixed Cropping of Barley and Durum Wheat under Different Moisture Stress Levels / A. Molla, R.K. Sharaiha // World Journal of Agricultural Sciences. – 2010. – Vol. 6(6). – P. 713–719.
22. Безодова, І.Л. Влияние минеральных удобрений на продуктивность гороха полевого усатого морфотипа в чистых и смешанных посевах / И.Л. Безодова, Н.Ю. Коновалова, Е.Н. Прядильщикова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – №6. – С. 21–22.
23. Nitisha, S. Biomass productivity of Green Manure crop Sesbania cannabina Poir (Dhaincha) in different Planting Density Stress / S. Nitisha, K. Girjesh // International Research Journal of Biological Sciences. – 2013. – № 2(9). – С. 48–53.
24. Green manure as a nutrient source for succeeding crops / L. Talgre [et al.] // Plant, Soil and Environment. – 2012. – № 6(58). – С. 275–281.
25. Ratushna, N. Methodical approaches to creation of new agricultural machinery according to requirements of market of high technology production [Text] / N. Ratushna, I. Mahmudov, A. Kokhno // Motrol: Motorization and power industry in agriculture. – 2007. – Vol. 9A. – P. 119–123.
26. Мельник, В.І. Распределение жидкостей под слоем почвы: монографія / В.І. Мельник // Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 441 с.
27. Мельник, В.І. Размер угодий хозяйства – основной фактор минимизации его потребности в тракторах и другой технике / В.І. Мельник // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 1. – С. 49–54.

УДК 633.14.324.634.5.(476).

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ В СВЯЗИ С СЕЛЕКЦИЕЙ НА ЦЕЛЕВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

**Э.П. Урбан, доктор с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию**

(Дата поступления статьи в редакцию 11.08.2015 г.)

Хлебопекарные свойства зерна отечественных сортов озимой ржи достаточно изменчивы и в значительной степени зависят от погодных условий в период его налива и созревания. Главная причина низкого качества муки из проросшего зерна – повышенная активность фермента α-амилазы, который переводит крахмал в водорастворимые вещества.

Исследованиями установлена широкая внутрисортная и межсортная изменчивость амилолитической активности сортообразцов озимой ржи, что дает возможность улучшения хлебопекарных качеств зерна ржи не только методами межсортной гибридизации, но и путем внутрисортных отборов.

Введение

В современном мировом производстве зерна озимая рожь играет значительно меньшую роль, чем другие зерновые культуры. Однако в земледелии ряда стран северной и центральной Европы рожь имеет важное значение. Основное производство ее сосредоточено в России, Польше, Германии, Беларуси и Украине. В этих странах

The baking properties of winter rye domestic varieties grain are rather unsteady and are largely dependent on the weather conditions during its filling and ripening. The main reason for the poor quality of flour from sprouted grain – the increased α-amylase ferment, which converts starch into water-soluble substances.

A wide inter and intravarietal variability of amylolytic activity of winter rye variety samples is determined by the researches which makes it possible to improve rye baking properties not only by intervarietal hybridization techniques but also by intravarietal selections.

производится около 80 % всего мирового сбора зерна этой культуры.

По хлебопекарным качествам рожь уступает пшенице, однако спрос на продовольственное зерно ржи и ржаной хлеб достаточно высок как в Беларуси, так и за рубежом. Это связано с физиологической ценностью белка в зерне озимой ржи. По содержанию ряда незаменимых аминокислот

кислот, по количеству витаминов В₂, Е зерно ржи значительно превосходит пшеницу.

В связи с новой мировой тенденцией в области здорового питания населения возрастает роль потребления хлеба из чистой ржаной муки или ее смеси с пшеничной (с большей долей ржаной муки). На Международном симпозиуме по ржи EUCARPIA в Германии (1996 г.), 3-ей Международной научно-практической конференции «Целебная сила ржи. Многофункциональное использование культуры», организованной Российской Гильдией пекарей и кондитеров (Москва, 2015 г.) указывалось о необходимости увеличения потребления ржаного хлеба, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с использованием ржаного сырья, учитывая его лечебные и профилактические свойства, питательную ценность и низкую калорийность, а также положительную роль волокон.

Благодаря заметному преимуществу зерна ржи перед пшеницей по количеству незаменимых аминокислот (лизин, валин, треонин и аргинин) ржаной хлеб является весьма желательным, а в некоторых случаях даже необходимым компонентом в рационе детского и диетического питания. Удельный вес его велик в лечебном питании при болезнях печени и желчного пузыря, при атеросклерозе, гипертонической болезни, ожирении, сахарном диабете и туберкулезе. Ржаные продукты незаменимы в питании детей, беременных и кормящих женщин.

В Республике Беларусь внутренняя потребность в продовольственном зерне ржи ежегодно составляет около 120 тыс. тонн. Однако хлебопекарная промышленность страны не всегда обеспечивается высококачественным зерном ржи.

На фоне энергетических и экономических проблем роль озимой ржи возрастает благодаря её высокой зимостойкости, адаптивности и способности произрастать на низкоплодородных песчаных и супесчаных почвах, площадь которых в Беларуси достигает 2,0 млн. гектаров.

Методика проведения исследований

В качестве объекта исследований использовали сорта озимой ржи отечественной селекции, включённые в Государственный реестр: *тетраплоидные* Пралеска, Пламя, Зазерская-3, Белая Вежа, Полновесная; *диплоидные* Офелия, Лота, Павлинка, Голубка.

Для оценки хлебопекарных свойств зерна ржи применяется показатель «число падения», который определяется по методу Хагберга-Пертена (ГОСТ 27676-88). Этот показатель характеризует вязкость мучного клейстера. С повышением активности ферментов и уменьшением количества пентозанов в зерне вязкость клейстера и, соответственно, число падения уменьшается. Согласно ГОСТу 16990-88 зерно ржи по качеству подразделяется на 4 класса.

Зерно ржи пригодно для хлебопечения при величине числа падения не менее 80 секунд. Рожь 1–3-го классов (группа А) предназначена для переработки в муку. Рожь 4-го класса (группа Б) – для кормовых целей и для переработки в комбикорма. Хорошее по технологическим качествам зерно должно иметь максимальную вязкость клейстеризованной водно-мучной суспензии на амилографе Брабендера 250–450 ед. а., а число падения (ЧП) по Хагбергу-Пертену – не менее 180–200 секунд. Величина ЧП ниже 100 секунд свидетельствует о повышенной амилолитической активности зерна (в основном вследствие прорастания) и его неудовлетворительных хлебопекарных свойствах.

Результаты исследований и их обсуждение

Учитывая основное назначение озимой ржи как продовольственное, одной из важных задач селекции является создание сортов с хорошими биохимическими и хлебопе-

карными качествами. Селекционный и исходный материал на всех этапах селекционного процесса оценивается по косвенным показателям качества: активности альфа – амилазы (число падения), высоте амилограммы, содержанию белка, массе 1000 зерен, натуре зерна. На завершающем этапе селекции в конкурсном сортоиспытании дополнительно проводится пробная выпечка хлеба.

Рожь – культура с очень коротким периодом послеуборочного дозревания, поэтому уже в период созревания зерно при повышенной влажности воздуха способно прорастать на корню. Повышенная активность протеолитических, а также амилолитических ферментов приводит к расщеплению крахмала зерна, вымыванию и использованию растущим зародышем сахаров, расщеплению белка. Эти процессы резко снижают потребительские качества зерна, ограничивают, либо делают его полностью непригодным для использования в хлебопекарной промышленности. Хлеб из такого зерна получается грубым, с неравномерной пористостью, повышенной влажностью и расплываемостью при подовой выпечке.

В процессе наших исследований установлено, что формирование массы 1000 зёрен, изменение числа падения в период налива, созревания и перестоя зерна ржи на корню имеет параболический характер. Наибольшего значения масса 1000 зёрен, а также число падения достигают в конце восковой спелости зерна ржи (таблица 1).

Корреляционным анализом экспериментальных данных установлено, что хлебопекарные качества зерна ржи в значительной мере определяются гидротермическими условиями в период формирования, налива и созревания зерна. Коэффициент корреляции между числом падения и количеством осадков за июль месяц в зависимости от сорта составил от –0,44 до –0,74.

С увеличением осадков за указанный период число падения снижается. Влияние гидротермических условий на хлебопекарные качества зерна ржи обусловлено изменениями в нем активности амилолитических ферментов: во влажные годы их активность повышается. Это можно объяснить четырьмя причинами:

- 1) при повышении влажности и понижении температуры процесс созревания замедляется, к уборке зерновка остается не до конца созревшей, фермент α -амилаза имеет высокую активность;
- 2) повышенная влажность зерновки после созревания вызывает поступление гиббереллиновых кислот из зародыша через щиток в центральную часть и стимулирует появление фермента амилазы, который расщепляет крахмал до моносахаров для питания трогающегося в рост зародыша;
- 3) во влажных условиях более интенсивно развиваются на поверхности зерновки микроорганизмы, под воздействием которых разлагаются белки и углеводы, в том числе крахмал и пентозаны;
- 4) влажная погода способствует полеганию растений, что ухудшает условия налива и созревания зерновки.

В Республике Беларусь более половины посевных площадей заняты тетраплоидными сортами ржи. Неблагоприятные погодные условия в период созревания и уборки вызывали более высокое прорастание на корню изучаемых тетраплоидных сортов по сравнению с диплоидными, а сухая жаркая погода, недостаток влаги в почве способствовали значительному снижению массы 1000 зерен.

Оценка хлебопекарных качеств зерна по амилолитической активности в селекционной практике основана на определении вязкости водно-мучной суспензии в процессе клейстеризации.

В наших исследованиях высокая корреляционная зависимость ($r = 0,64-0,78$) между числом падения и по-

Таблица 1 – Характеристика сортов озимой ржи по показателям качества в процессе налива зерна (2008–2013 гг.)

| Название сорта | Молочная спелость | | Восковая спелость | |
|----------------------------|---------------------|-------------|---------------------|--------------|
| | масса 1000 зерен, г | ЧП, секунд | масса 1000 зерен, г | ЧП, секунд |
| <i>Тетраплоидные сорта</i> | | | | |
| Пралеска | 33,2 | 53,6 | 43,6 | 185 |
| Пламя | 32,8 | 51,1 | 44,5 | 205 |
| Зазерская-3 | 33,4 | 51,3 | 45,1 | 195 |
| Белая Вежа | 32,7 | 50,9 | 44,6 | 220 |
| Полновесная | 33,3 | 51,2 | 45,7 | 200 |
| Среднее | 33,1 | 51,6 | 44,7 | 201 |
| <i>Диплоидные сорта</i> | | | | |
| Офелия | 28,2 | 68,4 | 38,3 | 225 |
| Лота | 26,4 | 75,3 | 37,7 | 220 |
| Павлинка | 27,7 | 69,3 | 36,8 | 245 |
| Голубка | 28,2 | 74,5 | 35,5 | 225 |
| Среднее | 27,6 | 71,8 | 37,1 | 228,7 |

Таблица 2 – Варьирование показателя «число падения» сортов озимой ржи в зависимости от погодных условий в период налива и созревания зерна (2008–2013 гг.)

| Название сорта | Число падения, секунд | | | S | V, % |
|----------------------------|---------------------------|------------------------|--------------|-------------|-------------|
| | $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ | амплитуда варьирования | | | |
| | | min | max | | |
| <i>Тетраплоидные сорта</i> | | | | | |
| Пралеска | 184,4 ± 16,7 | 120 | 270 | 67,6 | 36,6 |
| Пламя | 180,6 ± 13,5 | 120 | 263 | 55,2 | 30,6 |
| Зазерская-3 | 200,0 ± 18,4 | 115 | 285 | 72,0 | 36,1 |
| Белая Вежа | 185,4 ± 16,1 | 125 | 203 | 50,5 | 27,2 |
| Полновесная | 160,8 ± 15,8 | 75 | 260 | 59,4 | 36,8 |
| Дубинская | 175,4 ± 14,3 | 90 | 260 | 49,3 | 28,3 |
| Среднее | 187,7 ± 15,8 | 107,7 | 260,1 | 58,9 | 31,6 |
| <i>Диплоидные сорта</i> | | | | | |
| Офелия | 210,5 ± 17,1 | 120 | 320 | 69,3 | 32,9 |
| Лота | 230,3 ± 16,6 | 100 | 335 | 57,2 | 24,7 |
| Павлинка | 230,0 ± 18,4 | 150 | 360 | 62,8 | 27,3 |
| Голубка | 220,8 ± 15,2 | 150 | 300 | 45,4 | 20,6 |
| Среднее | 229,2 ± 15,7 | 142 | 328,7 | 58,3 | 27,9 |

казателями амилографа Брабендера свидетельствует о достаточной согласованности числа падения с максимальной высотой амилограммы. Выявлен почти параллельный характер изменчивости между величинами рассматриваемых показателей.

В благоприятные годы как диплоидные, так и тетраплоидные сорта характеризуются высокими значениями как числа падения, так и высоты амилограммы. При этом диплоидные сорта во все годы исследований характеризовались более высокими значениями числа падения (таблица 2). Так, у сорта озимой тетраплоидной ржи Полновесная в зависимости от погодных условий в течение 6 лет исследований число падения изменялось от 75 до 280 с, у сорта Дубинская – от 90 до 260 с. Во влажные годы в период налива и созревания зерна относительно высокостебельные сорта ржи более склонны к полеганию, которое, в свою очередь, вызывает прорастание в колосе, что резко снижает технологические качества зерна.

Установлено, что лучшими по хлебопекарным качествам являются сорта диплоидной ржи Павлинка, Голубка,

Лота, тетраплоидной – Пралеска, Пламя, Зазерская-3, которые формировали зерно с числом падения 180,6–230,0 с. Эти сорта могут быть улучшителями партий зерна с недостаточными хлебопекарными качествами.

В условиях Беларуси в период формирования и созревания зерна ржи часто складываются неблагоприятные погодные условия (дожди, вызывающие полегание посевов, повышенную влажность воздуха и почвы), способствующие прорастанию зерна в колосе, что резко снижает хлебопекарные и семенные качества зерна. Поэтому на всех этапах селекционного процесса мы проводим оценку и отбор исходного гибридного материала на устойчивость к прорастанию зерна в колосе. Активность амилолитических ферментов в зерне – критерий, который используется многими селекционерами для оценки исходного материала и выявления генотипов, детерминирующих устойчивость к прорастанию.

В процессе наших исследований выявлено, что размах варьирования показателей числа падения, высоты амилограммы у сортообразцов конкурсного сортоиспытания достаточно широкий (таблица 3).

Таблица 3 – Межсортовое варьирование показателей амилолитической активности зерна озимой ржи конкурсного сортоиспытания

| Показатель амилолитической активности | Амплитуда варьирования | | $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ | V, % | S |
|---------------------------------------|------------------------|-----|---------------------------|------|------|
| | min | max | | | |
| Диплоидные сортообразцы | | | | | |
| Число падения, секунд | 155 | 287 | 223,0 ± 6,2 | 12,8 | 28,5 |
| Высота амилограммы, ед. а. | 170 | 465 | 274,8 ± 15,9 | 26,5 | 72,8 |
| Тетраплоидные сортообразцы | | | | | |
| Число падения, секунд | 179 | 312 | 264,4 ± 6,4 | 11,1 | 29,3 |
| Высота амилограммы, ед. а. | 190 | 460 | 323,4 ± 13,7 | 19,9 | 64,3 |

Широкая внутрисортовая изменчивость амилолитической активности сортообразцов озимой ржи указывает на значительные возможности повышения хлебопекарных качеств селекционным путем.

Так как в популяциях озимой ржи наблюдается значительная внутривидовая изменчивость по этому признаку, в селекции на устойчивость к прорастанию нами используются: метод беккроссов, индивидуальный и индивидуально-семейный отборы устойчивых генотипов, а также парные скрещивания сестринских растений с последующей проверкой их потомств. Одним из ориентировочных показателей, предопределяющим мукомольные качества озимой ржи, является натурный вес зерна.

Из научных исследований, а также из практики переработки зерна ржи известно, что выход муки и отдельные показатели качества в значительной степени связаны с величиной природы зерна. При государственных закупках ржи в зависимости от показателей природы зерна производятся скидки и надбавки к цене, установленной для базисных кондиций зерна. Минимальной нормой природы зерна для ржи, идущей в переработку на муку, является 650 г/л для тетраплоидной и 700 г/л – для диплоидной ржи.

В полной мере и надежно хлебопекарные свойства ржаной муки можно выявить лишь прямым методом с помощью пробной выпечки хлеба в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Качество хлеба оценивается не ранее чем через 4 часа после выпечки, но не позднее чем через 24 часа.

Среди показателей, по которым определяется качество хлеба при пробной лабораторной выпечке, одним из главных является объемный выход хлеба, рассчитанный на 100 г муки, взятой для выпечки. Чем выше объем, тем более пористым, «пышным» будет хлеб. В соответствии с требованиями он должен быть не менее 300 см³. Такой хлеб лучше пропитывается пищеварительными соками и усваивается организмом.

У подового хлеба важный показатель – показатель формоустойчивости, определяемый как отношение высоты хлеба к его среднему диаметру.

Выпеченный хлеб при пробной лабораторной выпечке обязательно оценивается по внешнему виду по пятибалльной системе. При этом учитывается форма хлеба (правильная или неправильная), состояние поверхности корки (гладкая, неровная, бугристая, с трещинами).

Важный показатель, характеризующий качество мякиша хлеба, – это пористость. Под пористостью понимается отношение объема пор мякиша к общему объему хлебного мякиша, выраженное в процентах.

При органолептической оценке физико-механических свойств мякиша обращается внимание на эластичность

(упругость), или наоборот, заминаемость, комкуемость при разжевывании и липкость. Важно, чтобы мякиш не заминался, был светлым, равномерным по окраске и пористости, тонкостенным, мелкопористым с хорошей эластичностью. При определении качества хлеба очень большое значение имеет его вкус и аромат. Наличие нежелательных оттенков аромата и вкуса хлеба является признаком недоброкачественного хлеба. К дефектам хлеба, вызванным качеством муки, относят посторонний запах, хруст на зубах, горький полынный вкус, заминаемость мякиша, расплываемость подового хлеба, пониженный объем хлеба и низкая пористость мякиша.

Хлебопекарные качества ржаной муки существенно зависят от состояния углеводно-амилазного комплекса. Мякиш хлеба, выпеченного из проросшего зерна, легко заминается, неэластичен, зачастую с пустотами в мякише и отрывом верхней корки от мякиша. На вкус такой хлеб сладковатый, верхняя корка темного цвета. Главная причина низкого качества муки из проросшего зерна – повышенная активность фермента α -амилазы, который переводит крахмал в водорастворимые вещества.

Выводы

Хлебопекарные свойства зерна отечественных сортов озимой ржи достаточно изменчивы и в значительной степени зависят от погодных условий в период его налива и созревания.

В благоприятные годы зерно как диплоидных, так и тетраплоидных сортов характеризуется высокими значениями числа падения и высоты амилограммы, при этом диплоидные сорта во все годы исследований характеризовались более высокими значениями числа падения.

Зерно тетраплоидной ржи более крупное. По массе 1000 зерен сорта тетраплоидной ржи в 1,3–1,5 раза превышают диплоидные сорта. Средневзвешенная масса 1000 зерен тетраплоидных и диплоидных сортов равна соответственно 47,7 и 36,0 г. Тетраплоидная рожь средне-натурная, а диплоидные сорта – высоконатурные. Пределы изменения природы зерна тетраплоидной ржи – 680–700 г/л, а диплоидной – 732–742 г/л.

Широкая внутрисортовая и межсортовая изменчивость амилолитической активности дает возможность улучшения хлебопекарных свойств зерна ржи не только методами межсортовой гибридизации, но и путем внутрисортовых отборов.

Литература

1. Урбан, Э.П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания / Э.П. Урбан. – Минск: Беларуская навука, 2009. – 269 с.
2. Roggen – Getreide mit Zukunft. Herausgeber: Roggenforum e. V.– Rastatt: Verlag, 2007. – 192 p.