

Е.Н. Шаболкина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник;
А.А. Бишарев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник;
Л.В. Пронович, научный сотрудник,
ФГБНУ «Самарский НИИСХ им. Н.М. Тулайкова».
(446254, Самарская обл., ул. Карла Маркса, 41, п.Безенчук, 8 (84676) 2-11-40; E-mail: samniish@mail.ru)

ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ РЖИ В СТЕПНОМ ЗАВОЛЖЬЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА

В настоящее время возрастает роль потребления хлеба из чистой ржаной муки или её смеси с пшеницей (с большей долей ржаной муки). Поэтому актуальной проблемой в условиях Среднего Поволжья остается создание урожайных сортов озимой ржи с высокими биохимическими и хлебопекарными свойствами. Исследования проводили в течение 2012-2015 годов на экспериментальной базе Самарского НИИСХ. Представлены результаты исследований по созданию сортов озимой ржи различного направления, адаптированных к условиям Среднего Поволжья. Для установления объективной оценки качества озимой ржи проведено комплексное изучение как биохимических, так и технологических показателей. Изучены хлебопекарные достоинства и подбор оптимальной методики тестоведения. Наибольшая урожайность зерна и отличное качество за 2012-2015 годы отмечены у сорта озимой ржи Безенчукская 110. Корреляционным анализом установлено, что на качество зерна и элементы продуктивности озимой ржи значительное влияние оказывают осадки и температурный режим в различные периоды вегетации. Методика тестоведения ржаного хлеба требует особых подходов. Существенное улучшение качества хлеба как по объемному выходу, так и по пористости, формоустойчивости и органолептическим показателям было получено при использовании безопасного метода лабораторной выпечки ржаного хлеба по методике Центральной лаборатории Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Для выпечки хлеба отличного качества из ржаной муки необходимо учитывать все нюансы, связанные с рецептурой и с процессом тестоведения. Результаты исследований показывают, что в условиях Среднего Поволжья возможно выращивание высокопродуктивных сортов озимой ржи с хорошими технологическими свойствами.

Ключевые слова: озимое рожь, селекция, сорта, качество, хлебопекарные свойства.

E.N. Shabolkina, Candidate of Agricultural Sciences, leading research associate;

A.A. Bisharev, Candidate of Agricultural Sciences, leading research associate;

L.V. Pronovich, research associate,

FSBSI 'Samara Research Institute of Agriculture named after N.M. Tulaykov'
(446254 Samara Region, v. of Bezenchuk, K. Marks Str., 41; tel.: (84676)2-11-40; email: samniish@mail.ru)

THE PROSPECTS OF WINTER RYE BREEDING ON PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY IN THE STEPPE ZAVOLZHIE

Nowadays the consumption of bread made from pure rye flour or its mixture with wheat (with a greater share of rye flour) is constantly increasing. That's why the development of productive varieties of winter rye with high biochemical and baking properties still remains one of the most urgent problems. The study was conducted in 2012-2015 in the experimental center of samara RIA. The article presents the study results in the breeding of winter rye varieties of different direction adapted to the conditions of Middle Povolzhie. The complex study of biochemical and technological indexes has been carried out to give a fair evaluation of winter rye quality. All baking advantages and the use of an optimal methodology of dough process have been studied. The winter rye variety 'Bezenchukskaya 110' showed the best grain quality and grain productivity in 2012-2015. The correlation analysis showed that precipitation and temperature regime in various periods of vegetation had a significant effect on grain quality and elements of productivity. The methodology of dough process of rye bread needs specific approaches. The use of a straight dough method according to the technology of the Central Laboratory of State Commission on Variety Testing of Crops significantly improved the quality of bread, its volume, porosity, dimensional stability and organoleptic characteristics. It's necessary to take into account all details, connected with recipe and dough process to obtain rye bread of premium quality. The study results show that it's possible to grow highly productive winter rye varieties with good technological properties in the conditions of Middle Povolzhie.

Keywords: *winter rye, breeding, variety, quality, baking properties.*

Введение. Рожь относится к числу важнейших хлебных культур. В связи с мировой тенденцией в области здорового питания населения возрастает роль потребления хлеба из чистой ржаной муки или её смеси с пшеницей (с большей долей ржаной муки). В селекции ржи наряду с решением проблемы продуктивности, короткостебельности и других признаков особое значение приобретает повышение качества зерна. Учитывая

основное назначение ржи как продовольственное, одной из главных задач является создание сортов с высокими биохимическими и хлебопекарными качествами.

Хлебопекарные достоинства ржаной муки зависят во многом от состояния углеводно-амилазного комплекса. Повышенная амилолитическая активность и низкая температура клейстеризации способствуют большей «атакуемости» крахмала ферментами, что ведет к разрушению ржаного крахмала на декстрины и более простые сахаристые вещества (мальтоза). Эти факторы обуславливают расплываемость хлебных изделий из ржи и низкое их качество [1,2].

Ржаная мука, в отличие от пшеничной, содержит небольшое количество клейковинных белков, так как белковый комплекс ее представлен в основном соли- и водорастворимыми фракциями и пентозанами, которые способны легко набухать и растворяться в воде (пептизироваться), образуя очень вязкие слизеобразные растворы [3,4]. Пентозаны связывают значительное количество воды при приготовлении теста [5], что положительно влияет на процесс тестообразования и хлебопекарное качество ржи (на структуру ржаного теста и его реологические свойства).

Для установления объективной оценки качества ржи необходимо комплексное определение и изучение большого количества показателей: вязкости водно-мучной суспензии, температуры клейстеризации, числа падения, натуре, массы 1000 зерен, содержание белка и водорастворимых пентозанов.

Цель проведения исследований – оценка перспектив создания урожайных сортов озимой ржи с высокими биохимическими и хлебопекарными свойствами в условиях Среднего Поволжья и подбор оптимальной методики тестоведения.

Материалы и методы. Исследования проводили в течение 2012-2015 годов на экспериментальной базе Самарского НИИСХ. В качестве исходного материала были использованы четыре сорта озимой ржи: Безенчукская 87 (стандарт), Антарес, Безенчукская 110 и Роксана. Опыты закладывали на полях селекционного севооборота. Предшественник – чистый пар, агротехника – общепринятая для зоны. Исходную информацию получили на делянках площадью 20 м² в питомниках конкурсного испытания при систематическом размещении. Исследования проведены по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6]. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена по Б.А. Доспехову [7].

Оценку качества зерна проводили в соответствии с методиками национальных стандартов Российской Федерации и методов ИСО: содержание белка в зерне – по ГОСТ 10846-91 [8]; амилолитическую активность зерна определяли на амилографе Брабендера; «число падения» – на приборе ПЧП-3; пробные лабораторные выпечки – с

использованием безопасного метода лабораторной выпечки ржаного хлеба по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и по рецептуре опарного способа на трёхфазовой закваске [9, 10]. Оценивали объемный выход хлеба, внешний вид и состояние корки, пористость, структуру, цвет и вкус мякиша.

Результаты. Погодные условия в годы исследований были контрастными. Так, 2013 и 2014 годы характеризовались как благоприятные для формирования урожая зерна и массы 1000 зерен. В 2013 году отмечено превышение осадков в период апрель-август (242,3 мм) над среднемноголетними значениями – 195,2 мм, а в 2014 году количество осадков за июнь-июль составило 198 % от нормы. В 2012 году аномально высокая температура во второй и третьей декадах апреля (на 6,7-8,1° С выше нормы) способствовала сокращению фаз развития на 10-12 дней, что в конечном итоге отрицательно повлияло на урожайность. В 2015 году большое количество осадков в апреле-мае (на 16-19,4 мм больше среднемноголетних данных) способствовали созданию условий для хорошего развития растений. Однако недостаток влаги в июне в сочетании с повышенным температурным режимом в значительной степени повлияли на крупность зерна.

За годы изучения в конкурсном сортоиспытании два сорта озимой ржи Антарес и Безенчукская 110 превысили по урожайности зерна стандарт Безенчукская 87 на 0,2 и 1,8 ц/га, соответственно (таблица 1). Результаты корреляционного анализа позволили установить зависимость между урожайностью зерна и высотой растений ($r=0,35$), продуктивной кустистостью ($r=0,24$), числом зерен в колосе ($r=0,19$), массой 1000 зерен ($r=0,38$) и массой зерна с колоса ($r=0,33$). Урожайность зерна имела достоверные положительные связи на фенотипическом уровне с осадками за год ($r=0,56$), за апрель-июнь ($r=0,53$) и за июнь ($r=0,62$).

1. Урожай и элементы продуктивности сортов озимой ржи (2012-5015 гг.)

Сорт	Урожайность зерна, ц/га	Кол-во продукт. стеблей, шт./м ²	Высота, см	Масса 1000 зерен, г	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г
Безенчукская 87	44,0	354	129	30,8	45,4	1,40
Антарес	44,2	367	127	28,8	42,4	1,30
Роксана	40,4	375	117	24,2	50,4	1,23
Безенчукская 110	45,8	359	130	29,3	48,7	1,49
НСР _{0,05}	1,7	35	11	6,5	7,0	0,15

Масса зерна с колоса колебалась по годам от 1,07 до 1,87 г. Вариация этого признака составила 7,7-17,7 %. Наибольшую массу зерна с колоса формировал сорт Безенчукская 110 (1,49 г). Установлена существенная корреляционная зависимость продуктивности

колоса с числом зерен в колосе ($r=0,56$) и массой 1000 зерен ($r=0,54$). При этом признак «число зёрен в колосе» имел тесную положительную связь с осадками за год, с осадками за июнь месяц ($r=0,62$), с температурами в апреле ($r=0,77$), но отрицательную связь с температурами мая и июня ($r=-0,52$).

По массе 1000 зерен за годы исследований выделился сорт Безенчукская 87 (30,8 г). На формирование массы 1000 зерен положительное влияние оказывали осадки июня ($r=0,63$), осенние осадки ($r=0,45$), а отрицательное влияние – температура в июне и сумма эффективных температур за период вегетации ($r=-0,70$).

Установлено, что взаимосвязь массы 1000 зерен с числом зерен в колосе носила отрицательный характер ($r=-0,26$), что подтверждает сложность ведения селекционной работы одновременно по этим признакам.

Программа селекционных исследований предусматривает не только создание высокоурожайных сортов озимой ржи, но и повышение качества зерна. Для полноценного определения параметров качества ржи мы провели комплексное изучение как биохимических, так и технологических показателей.

Содержание и состав белка в зерне озимой ржи – важный показатель качества зерна. Большая часть белков ржаной муки растворимы в водном растворе и клейковины не образуют, но по пищевой ценности выше белков пшеничной муки [3], так как богаче незаменимыми аминокислотами. Количество белка может варьировать в зависимости от климатических условий, географического места выращивания, системы удобрений. За годы исследований в конкурсном испытании содержание белка в зерне изучаемых сортов озимой ржи составило 11,8-12,4%, с колебаниями по годам в зависимости от сорта и внешних условий от 11,0 до 13,6% (табл.2). Значительное влияние на содержание белка оказывают метеорологические условия вегетационного периода. Условия 2012 года при аномально повышенной температуре в весенне-летний период привели к сокращению фаз развития и значительному накоплению белка в зерне у всех изучаемых сортов озимой ржи. Сорт Безенчукская 110 в 2012 году сформировал наибольшее количество белка в зерне 13,6%.

1. Биохимические и технологические показатели качества зерна сортов озимой ржи
(2012-2015 гг.)

Сорт	Содержание белка, %	«Число падения», с	Высота амилограммы е.а.	V хлеба, см ³	Качество мякиша, балл
Безенчукская 87	12,1	196	564	415	3,9
Антарес	11,8	244	708	430	4,0
Роксана	12,0	195	508	425	3,8
Безенчукская 110	12,4	232	676	445	4,0

Основным компонентом сеяной муки является крахмал (70-75%). Качество ржаной муки в большей степени зависят от состояния крахмала. Мелкие и поврежденные зерна крахмала легко поддаются действию ферментов, а большое количество крупных и плотных зерен создает условия для низкой ферментативной активности [11]. Из полученных данных видно, что на протяжении исследуемого периода с 2012-2015 гг. показатель «число падения» в среднем составил 195-244 с, максимальная вязкость по амилографу в образцах муки – 508-708 е.ам., что свидетельствует о низкой активности α – амилазы и играет решающую роль в образовании мякиша при выпечке ржаного хлеба.

Исследуемые сорта озимой ржи за годы исследований по-разному использовали естественное плодородие почвы и различно реагировали на условия произрастания. Многочисленные исследования показывают [12], что биохимические и технологические показатели качества зерна ржи зависят в основном от гидротермических условий в период формирования, налива и созревания зерна. За 2012-2015 годы осадки в период налива зерна имели отрицательную связь с числом падения ($r = -0,49$), высотой амилограммы ($r = -0,58$) и объемом хлеба ($r = -0,63$). Температурный режим в этот период, напротив, находится в тесной положительной связи с числом падения ($r = 0,45$) и высотой амилограммы ($r = 0,63$).

При благоприятных условиях вегетационного периода в 2013 году (достаточная обеспеченность растений влагой, невысокая температура) все изучаемые сорта сформировали зерно с отличными биохимическими показателями: «число падения» определяемое по методу Хагберга-Пертена составило 263-318с и максимальная вязкость по амилографу в образцах муки – 530-960 е.ам., что свидетельствует о низкой активности амилолитических ферментов. Данные результаты подтверждает и хлебопекарная оценка (мякиш хлеба светлый, упругий, сухой и немного растрескивающийся). Муку сортов озимой ржи Безенчукская 110 и Антарес с максимальной вязкостью 820-960 е.ам. желательно использовать для смеси с мукой с высокой амилолитической активностью.

Метеорологические условия вегетационного периода в 2015 году характеризовались неустойчивым температурным режимом (продолжительная засуха в период налива и формирования зерна), что отрицательно повлияло на биохимические показатели и явилось причиной снижения качества зерна ниже уровня средних значений за годы исследований: «число падения» составило 118-166с и максимальная вязкость по амилографу – 400-450 е.ам.

На хлебопекарные достоинства ржаной муки кроме состояния углеводно-амилазного комплекса большое влияние оказывает рецептура и методика тестоведения. В

своей работе мы использовали два метода выпечки ржаного хлеба: безопасный метод лабораторной выпечки ржаного хлеба по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и опарный способ на трех фазной закваске.

Существенное улучшение качества хлеба как по объемному выходу, так и по пористости, формоустойчивости и органолептическим показателям, было получено при использовании безопасного метода лабораторной выпечки ржаного хлеба. Исследования показали, что при опарной выпечке на технологические и вкусовые качества хлеба наибольшее влияние оказывает закваска. Она способствует набуханию белков, делает тесто менее липким и мякиш более эластичным. Следует отметить, что такие показатели, как кислотность и влажность хлеба при опарном способе выпечки были несколько повышенными (на 0,5-0,7⁰ и 1,0%), чем при безопасном методе.

Проанализировав данные по качеству хлеба при проведении лабораторной выпечки, мы остановились на безопасном способе по методике Центральной лаборатории Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, так как данный метод дает возможность проводить более объективную оценку хлебопекарных качеств испытываемых сортов озимой ржи.

В среднем за годы исследований низкая активность альфа-амилазы у всех изучаемых сортов озимой ржи положительно повлияла на тестообразование и хлебопекарные качества. Хлеб по форме, поверхности, цвету корки, пористости и вкусу мякиша у сортов Безенчукская 110 и Антарес имел более высокие показатели в сравнении со стандартом. У сорта Роксана эти признаки были на одном уровне с Безенчукской 87 (см. рисунок).



1- Антарес, 2- Безенчукская 87, 3- Безенчукская 110

Хлебопекарные достоинства сортов озимой ржи

В 2013 году рост и развитие растений проходили в достаточно благоприятных условиях, что позволило сформировать зерно с отличными хлебопекарными качествами. Максимальный объемный выход хлеба из 100г муки составил 480-490 см³, что

подтверждают результаты биохимических исследований (максимальная вязкость по амилографу в образцах муки – 820-960 е.ам.). Поверхность выпеченных хлебцев была ровной, мякиш не заминался и характеризовался мелкой равномерно развитой пористостью. Хлеб имел приятный кислый вкус и аромат. В отдельных случаях наблюдались трещины в мякише, что свидетельствует о низкой активности α – амилазы и желательном использовании данного образца при хлебопекарной выпечке в смеси с мукой с высокой амилотической активностью.

Методика тестоведения ржаного хлеба требует особых подходов. Для выпечки хлеба высокого качества из ржаной муки необходимо учитывать все нюансы, связанные с рецептурой и с процессом тестоведения.

При изучении влияния условий выращивания на качество зерна и оценке сортов, необходимо выявить насколько тесно и объективно технологические показатели коррелируют между собой. Рассчитав коэффициенты корреляции, мы отмечаем корреляционную зависимость более сильную или несколько слабее между всеми изучаемыми технологическими показателями.

Выявлена тесная корреляционная связь между признаком «число падения» и высотой амилограммы ($r = 0,85^{**}$). Отмечена значимая положительная связь между массой 1000 зерен и объемом хлеба ($r = 0,70^{**}$) и несколько слабее этот признак был сопряжен с высотой амилограммы ($r = 0,63^{**}$). Отрицательная корреляция наблюдалась между содержанием белка в зерне и «числом падения» ($r = -0,67^{**}$), а также высотой амилограммы ($r = -0,57^*$).

Выводы. Таким образом, в условиях Среднего Поволжья возможно создание урожайных сортов озимой ржи с высокими биохимическими и хлебопекарными свойствами. Наибольшая урожайность зерна и отличное качество за 2012-2015 годы отмечены у сорта озимой ржи Безенчукская 110. Корреляционным анализом установлено, что на качество зерна и элементы продуктивности озимой ржи: масса зерна с колоса, число зерен в колосе, масса 1000 зерен и продуктивная кустистость – значительное влияние оказывают осадки и температурный режим в различные периоды вегетации.

Методика тестоведения ржаного хлеба требует особых подходов, и более высокая хлебопекарная оценка была получена при использовании безопарного метода лабораторной выпечки ржаного хлеба.

Литература

1. Панкратьева, И.А. Биохимические особенности проросшего зерна ржи / И.А. Панкратьева, В.Ф. Голенков, Л.Г. Приезжаева // Проблемы исследования и повышения

качества ржи в СССР: Тр. Всесоюзн. науч.-практ. конф. 2-4 апреля 1970 г. – М., 1971. – № 72.– С.101-109.

2. Гончаренко, А.А. Оценка хлебопекарных качеств зерна озимой ржи по вязкости водного экстракта / А.А. Гончаренко, Р.Р. Исмагилов, Н.С. Беркутова, Т.Н. Ванюшина, Д.С. Аюпов // Доклады РАСХН. – 2005.– №1.– С.6-9.

3. Drews E. Die Bedeutung der Schleimstoffe für die Bewertung der Roggenqualität. Getreide und Mehl, / E. Drews. – 1966.- №3. – P.16.

4. Траубенберг, Г. Д. Распределение слизистых веществ в зерне ржи / Г.Д. Траубенберг, В.Ф. Голенков // Труды ВНИИЗ, вып. 65. – 1968. – С.161-165.

5. Бушук, В. Рожь: производство, химия, технология / В. Бушук, У.П. Кэмпбелл, Э.М. Древис. – М., 1980. – 247с. [С.215-218].

6. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. М.: Сельхозиздат, 1963. – 303с.

7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

8. ГОСТ 10846 – 91. Метод определения белка.

9. Безопарный метод лабораторной выпечки ржаного хлеба // Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1988. – С.74-76.

10. Самсонов, М.М. К методике определения хлебопекарных качеств сортов озимой ржи / М.М. Самсонов, Е.Н. Жарова // Проблемы исследования и повышения качества ржи в СССР: Тр. Всесоюзн. науч.-практ. конф. 2-4 апреля 1970 г. Москва, 1971. – № 72. – С.133-137.

11. Беркутова, Н.С. Методы оценки и формирования зерна / Н.С. Беркутова. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 206с.

12. Исмагилов, Р.Р. Оценка хлебопекарных качеств зерна ржи / Р.Р. Исмагилов // Вестник РАСХН. –1994. – №4.– С.55-57.

Literature

1. Pankratieva, I.A. Biochemical features of the germinated rye / I.A. Pankratieva, V.F. Golenkov, L.G. Priezzhaeva // The problems of the research and increase of rye quality in the USSR: Works of All-Union Sc.-Pr. Conf. of 2-4 April, 1970, Moscow, 1971. – № 72. – PP.101-109.

2. Goncharenko, A.A. The assessment of bread making properties of winter rye in viscosity of an aqueous extract / A.A. Goncharenko, R.R. Ismagilov, N.S. Berkutova, T.N. Vanyushina, D.S. Ayupov // Reports of RAAS. –2005. – №1.– PP.6-9.

3. Drews, E. Die Bedeutung der Schleimstoffe für die Bewertung der Roggenqualität. Getreide und Mehl / E. Drews. – 1966. – №3. – P.16.
4. Traubenberg, G.D. Distribution of mucous substances in rye kernels / G.D. Traubenberg, V.F. Golenkov // The works of ARRI, Iss. 65. – 1968. – PP.161-165.
5. Bushuk, V. Rye: production, chemistry, technology / V. Bushuk, U.P. Campbell, E. Drews. – Moscow, 1980. – 247p. [PP.215-218].
6. Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops. Issue 2. M.: Selkhozizdat, 1963. – 303p.
7. Dospekhov, B.A. Methodology of a field trial / B.A. Dospekhov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351p.
8. GOST 10846 – 91. Method of protein estimation.
9. Unleavened method of a laboratory making of rye bread// Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops. – M., 1988. – PP.74-76.
10. Samsonov, M.M. To the methodology of estimation of baking traits of winter rye varieties / M.M. Samsonov, E.N. Zharova // The problems of study and increase of rye quality in the USSR: Works of All-Union Sc.-Pr. Conf. of 2-4 April, 1970, Moscow, 1971. – № 72. – PP.133-137.
11. Berkutova, N.S. Methodology of assessment and formation of grain / N.S. Berkutova. – M.: Rosagropromizdat, 1991. – 206p.
12. Ismagilov, R.R. Assessment of baking traits of rye / R.R. Ismagilov // Vestnik of RAS – 1994.- №4. – PP.55-57.