

УДК 633.14:664.65

**Е.Н. Шаболкина**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией;  
**Н.В. Анисимкина**, старший научный сотрудник,  
ФГБНУ «Самарский НИИСХ»  
(446254, Самарская обл., п. Безенчук, ул. Карла Маркса, 41, тел.: 8 (84676) 2-11-40;  
email: [samniish@mail.ru](mailto:samniish@mail.ru))

## ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ ДОСТОИНСТВА ОЗИМОЙ РЖИ

Рожь считается вторым хлебом, который не только вкусен, но и полезен. В настоящее время отдается предпочтение здоровому образу жизни и в частности правильному питанию, в связи с чем возрастает потребление населением хлеба из чистой ржаной муки или её смеси с пшеничной (с большей долей ржаной муки). Учитывая основное назначение ржи как продовольственное, целью наших исследований является изучение биохимических, технологических показателей качества современных сортов озимой ржи и оценка хлебопекарного достоинства ржаного и ржано-пшеничного хлеба. Исследования проводили на экспериментальной базе Самарского НИИСХ. В качестве экспериментального материала в 2016 году были взяты образцы зерна 7 сортов озимой ржи: Безенчукская 87 (стандарт), Ольга, Роксана, Антарес, Безенчукская 110 и линия ГК - 80. В условиях засушливого лета 2016 года все изучаемые сорта озимой ржи сформировали зерно с низкой амилолитической активностью («число падения», определяемое по методу Хагберга-Пертена, составило 271-368 с), очень высокой максимальной вязкостью (700-1000 е.ам.) и могут быть использованы как улучшитель в смеси с ржаной мукой низкого качества или в смеси с пшеничной мукой. Объемный выход хлеба при проведении лабораторной выпечки был высоким у всех изучаемых сортов озимой ржи: максимальный объемный выход хлеба из 100 г муки составил 515-575 см<sup>3</sup> (сорта Безенчукская 87 и Роксана), минимальный объем – 470-480 см<sup>3</sup>. Добавление пшеничной муки к ржаной оказывает положительное влияние на реологические свойства, а именно воздушность теста, увеличивается объемный выход хлеба. Хлеб, выпекаемый из смеси ржаной и пшеничной муки (50:50 %) безопарным способом, по методике Госкомиссии с интенсивным замесом теста применительно к пшеничной муке был светлым с хорошей пористостью, имел приятный слегка сладковатый вкус и по внешнему виду близок к пшеничному.

***Ключевые слова:** озимая рожь, вязкость, число падения, качество, хлебопекарная оценка, ржано-пшеничные смеси.*

**E.N. Shabolkina**, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory;  
**N.V. Anisimkina**, senior research officer,

## THE BAKING MERITS OF WINTER RYE

Rye is considered to be the second bread as it's both tasty and useful. At present, a healthy lifestyle and in particular proper nutrition are preferable, thus the consumption of bread baked from pure rye flour or from its mixture with wheat flour (with a greater share of rye flour) increases. Taking into consideration that rye is used for nutrition, the purpose of our research is to study biochemical, technological traits of quality of the present varieties of winter rye and to estimate baking merits of rye and rye-wheat bread. The study has been carried out on the experimental plots of the Samara RIA. Seven varieties of winter rye 'Bezenchukskaya 87' (standard), 'Olga', 'Roksana', 'Antares', 'Bezenchukskaya 110' and the line 'GK-80' have been taken as the experimental material in 2016. In dry summer of 2016 all studied varieties of winter wheat produced the grain with a low amylolytic enzyme activity (the 'falling number' determined according to Hagberg-Perten was 271-368 s), with a maximum viscosity (700-1000 e.am.) and can be used as the improvers in the mixtures with rye flour of poor quality or in the mixture with wheat flour. All studied varieties of winter rye showed a large bread volume in the experimental baking with the maximum bread volume of 515-575 cm<sup>3</sup> per 100 g of flour (the varieties 'Bezenchukskaya 87' and 'Roksana') and the minimum 470-480 cm<sup>3</sup>. The wheat flour added to the rye flour has a positive effect on such rheological traits as dough extension and bread volume. Bread baked directly from the mixture of rye and wheat flour (1:1) according to the technology of State Committee with an intensive dough kneading was of light color with good porosity, with slightly sweet taste and with good appearance.

**Keywords:** *winter rye, viscosity, falling number, baking estimation, rye-wheat mixtures.*

**Введение.** В России пшеница и рожь – основные зерновые культуры. Рожь считается вторым хлебом, который не только вкусен, но и полезен. В настоящее время отдается предпочтение здоровому образу жизни и в частности правильному питанию, в связи с чем возрастает потребление населением хлеба из чистой ржаной муки или её смеси с пшеничной (с большей долей ржаной муки).

По общей питательной ценности ржаной хлеб имеет меньшую калорийность, чем пшеничный хлеб, но более высокое содержание минеральных веществ и клетчатки. Ржаная мука высокого выхода содержит значительное количество кальция, фосфора, железа и витамина В<sub>1</sub>. Белки ржи богаче незаменимыми аминокислотами, а именно лимитирующим лизином [1,2]. Высокая пищевая ценность и вкусовые достоинства

ржанных и ржано-пшеничных изделий обеспечивают широкий спрос на данную продукцию и ее ассортимент.

Учитывая основное назначение ржи как продовольственное, целью наших исследований является изучение биохимических, технологических показателей качества современных сортов озимой ржи и оценка хлебопекарного достоинства ржаного и ржано-пшеничного хлеба.

**Материалы и методы.** Исследования проводили на экспериментальной базе Самарского НИИСХ. В качестве экспериментального материала в 2016 году были взяты образцы зерна 7 сортов озимой ржи: Безенчукская 87 (стандарт), Ольга, Роксана, Антарес, Безенчукская 110 и линия ГК-80. Исследуемые образцы зерна были получены на опытных полях (конкурсное сортоиспытание) лаборатории селекции серых хлебов, выращенных по чистому пару и по рекомендованной зональной технологии возделывания.

Оценку качества зерна проводили в соответствии с методиками национальных стандартов Российской Федерации и методов ИСО: содержание белка в зерне – по ГОСТ 10846-91 [3]; 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 [4,5]. Оценивали объемный выход хлеба, внешний вид и состояние корки, пористость, структуру, цвет и вкус мякиша.

**Результаты.** Для установления объективной оценки качества ржи проведены исследования химических, биохимических и хлебопекарных свойств сеяной муки сортов озимой ржи и озимой пшеницы Малахит. Ржаная мука изучаемых сортов отличалась более высоким содержанием клетчатки (0,6-1,24 %), повышенной зольностью (0,82-1,1 %), чем пшеничная (клетчатка – 0,25 %, зольность – 0,55 %) и более низкими значениями крахмала (63-71 %). Мука пшеничная высшего сорта беднее полезными веществами и усваивается полнее и легче, чем ржаная, усвояемость которой снижается из-за значительного содержания клетчатки.

Качество хлеба во многом зависит от количества и свойств белков. Большое количество белков ржаной муки растворимы в воде и клейковины не образуют, но по питательной ценности они выше белков пшеничной муки, так как богаче незаменимыми аминокислотами [2], особенно лизином. В 2016 году в конкурсном испытании содержание белка в зерне озимой ржи составило в зависимости от сорта и внешних условий от 10,0 до 11,9 % (табл.1).

## 1. Биохимические и технологические показатели качества зерна сортов озимой ржи, 2016г

Сорт	Содержание белка, %	«Число падения», с.	Высота амилограммы е.а.	V хлеба, см <sup>3</sup>	Качество мякиша, балл
Безенчукская 87	11,2	271	780	515	4,4
Ольга	11,9	340	800	480	4,2
Роксана	10,3	331	820	575	4,4
Антарес	10,0	368	980	505	4,2
Безенчукская 110	11,5	322	1000	470	4,1
Презент	11,2	316	700	505	4,1
ГК -80	11,5	331	800	495	4,1

На содержание белка значительное влияние оказывают метеорологические условия вегетационного периода. Весенне-летний период в 2016 году характеризовался избыточным увлажнением и контрастными температурами в июне месяце, что способствовало наименьшему накоплению белка в зерне за годы исследований, начиная с 2012 года и формированию очень высоких биохимических показателей. Проведенные ранее исследования выявили отрицательную корреляционную зависимость между содержанием белка в зерне и числом падения ( $r = -0,67^{**}$ ), а также высотой амилограммы ( $r = -0,57^*$ ) [6].

Состояние углеводно-амилазного комплекса оказывает большое влияние на хлебопекарные достоинства ржаной муки. Мелкие и поврежденные зерна крахмала легко поддаются действию ферментов, а большое количество крупных и плотных зерен создает условия для низкой ферментативной активности [7]. Проведенные биохимические исследования зерна ржи свидетельствуют о низкой активности  $\alpha$  – амилазы, что играет решающую роль в образовании мякиша при выпечке ржаного хлеба. Все изучаемые сорта при сложившихся погодных условиях вегетационного периода в 2016 году (большие запасы продуктивной влаги в почве, обилие осадков в апреле и повышенный температурный режим в весенне-летний период) сформировали зерно с отличными биохимическими показателями: «число падения», определяемое по методу Хагберга-Пертена составило 271-368 с и максимальная вязкость по амилографу в образцах муки 700-1000 е.ам. Данные результаты подтверждает и хлебопекарная оценка (мякиш хлеба светлый, упругий, сухой и немного растрескивающийся).

Несмотря на сравнительно высокую пищевую ценность (по содержанию витаминов и минеральных веществ), ржаная мука уступает пшеничной по хлебопекарным достоинствам, так как структура пшеничного хлеба при хлебопечении поддерживается денатурацией клейковинных белков, а ржаного – вязкостью большого количества растворенных слизистых веществ. Поэтому при проведении хлебопекарной выпечки

чрезвычайно важны вязкие свойства ржаного теста, а именно наличие показателей вязкости крахмального клейстера в пределах 350-650 е.ам. и числа падения желательно выше 200 с (группа А, 1 класс). Ржаную муку с вязкостью выше 650 е.ам. уже используют в смеси с мукой с высокой ферментативной активностью. В условиях засушливого лета 2016 года все изучаемые сорта озимой ржи сформировали зерно с крепким крахмалом, низкой амилолитической активностью, имели очень высокую максимальную вязкость и могут быть использованы как улучшитель в смеси с мукой низкого качества.

На хлебопекарные достоинства ржаной муки большое влияние оказывают рецептура и методика тестоведения. Начальный этап исследований был связан с выбором метода выпечки хлеба: опарный способ на трехфазной закваске и безопарный метод лабораторной выпечки ржаного хлеба по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Существенное улучшение качества хлеба, как по объемному выходу, так и по органолептическим показателям было получено при использовании безопарного метода лабораторной выпечки ржаного хлеба. Данный метод мы использовали в дальнейшей работе, так как он дает возможность проводить более объективную оценку хлебопекарных качеств испытываемых сортов озимой ржи.

В 2016 году низкая активность альфа-амилазы у всех изучаемых сортов озимой ржи положительно повлияла на тестообразование и хлебопекарное качество ржи (на структуру ржаного теста и его реологические свойства). Объемный выход хлеба при проведении лабораторной выпечки был высоким у всех изучаемых сортов озимой ржи, что подтверждают результаты биохимических исследований (максимальная вязкость по амилографу в образцах муки – 700-1000 е.ам.). Максимальный объемный выход хлеба из 100г муки составил 515-575 см<sup>3</sup> (сорта Безенчукская 87 и Роксана), минимальный объем – 470-480 см<sup>3</sup>. У сортов Безенчукская 87 и Роксана такие показатели как форма, поверхность, цвет корки, пористость и вкус мякиша имели более высокие значения в сравнении с другими изучаемыми сортами. Аналогичная ситуация по данным сортам прослеживалась и в 2015 году.

Общая хлебопекарная оценка показала, что в условиях 2016 года сорта озимой ржи сформировали отличное качество. Поверхность выпеченных хлебцев была ровной, мякиш характеризовался мелкой равномерно развитой пористостью и не заминался. Хлеб имел немного кисловатый вкус и приятный аромат. На поверхности хлебцев в отдельных случаях наблюдались трещины, что подтверждает низкую амилолитическую активность в зерне и желательном использовании данного сорта при выпечки хлебных изделий в смеси с мукой с высокой активностью  $\alpha$  – амилазы.

В настоящее время возрастает потребление населением хлеба из чистой ржаной муки или её смеси с пшеницей. Ряд ученых отмечают [8,9], что при широком распространении ржано-пшеничных смесей селекция на смесительную способность ржи практически не ведется, и доказывают эффективность смешивания муки из зерна комплементарных сортов озимой ржи и яровой мягкой пшеницей по характеристикам физических свойств теста.

Согласно литературным данным [10], улучшение хлебопекарных качеств муки в смесях возможно за счет взаимной компенсации недостающих компонентов. Эффект компенсации намного возрастает, когда точно известно функциональное значение всех основных компонентов в смеси. При проведении хлебопекарного анализа смешивание пшеничной и ржаной муки дает положительный результат за счет взаимной компенсации недостающих компонентов, так как решающую роль в пшеничной муке играет белково-протеазный комплекс (наличие клейковинных белков: глиадин и глютелина), а в ржаной – углеводно-амилазный (высокая активность амилолитических ферментов, более низкая температура клейстеризации ржаного крахмала по сравнению с пшеничным и способность пентозанов интенсивно набухать и растворяться в воде, образуя очень вязкие слизиобразные растворы).

В условиях дефицита осадков и повышенного температурного режима в период налива и созревания зерна в 2016 году все изучаемые сорта озимой ржи сформировали зерно с очень низкой амилолитической активностью и высокой максимальной вязкостью по амилографу. Мука с такими показателями вязкости при хлебопечении дает очень часто сухой и растрескивающийся мякиш и поэтому ее лучше использовать в смеси с ржаной мукой более низкого качества или в смеси с пшеничной мукой. Ржаная мука отличного качества имеет большую водопоглотительную способность и дает высокий выход теста, однако оно приобретает повышенную влажность и липкость. Добавление пшеничной муки оказывает положительное влияние на реологические свойства, а именно воздушность теста, увеличивается объемный выход хлеба.

Пшеничный крахмал в процессе клейстеризации связывает в тесте больше воды, чем ржаной крахмал, вследствие высокой водопоглотительной способности. Однако при выпечке ржано-пшеничного хлеба необходима более плотная консистенция теста, за счет ржаной муки, богатой альфа-амилазой или очень высокого содержания белка [11]. Увеличение доли пшеничной муки в смеси снижает влияние пентозанов на реологические свойства теста и усиливает действие клейковинных белков пшеничной муки. В связи с этим интенсивность смешивания и время замеса теста увеличиваются.

Пробные лабораторные выпечки ржано-пшеничного хлеба (50:50 %) проводили по методике Госкомиссии с интенсивным замесом теста применительно к пшеничной муке с добавлением веществ окислительного действия. Тесто готовили безопасным способом с применением прессованных дрожжей. Улучшители (аскорбиновая кислота в количестве 0,006 % и бромат калия – 0,001 %) при механическом воздействии снижали степень разжижения и липкость теста. Время замеса и количество добавляемой воды устанавливали таким образом, чтобы получить тесто определенной консистенции.

## 2. Хлебопекарная оценка ржано-пшеничного хлеба (2016 год)

№	Сорт Смеси 50:50	V хлеба	Форма	Поверх- ность	Цвет корки	Цвет мякиша	Порис- тость	Элас- тич- ность	Вкус мя- киша
1	Ольга: пшеница	605	3,0	3,0	4,0	4,0	3,5	4,0	4,0
2	Безенчук 110: пшеница	610	4,0	4,0	4,0	4,5	4,0	4,0	5,0
3	Презент: пшеница	600	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	5,0
4	Линия ГК- 80: пшеница	665	5,0	4,5	5,0	4,5	4,0	4,5	5,0

Результаты хлебопекарной оценки показали, что добавление к ржаной муке пшеничной в количестве 50 % дает положительный результат: это светлый, слегка сладковатый ржано-пшеничный хлеб с отличным вкусом и ароматом, с хорошей пористостью и мягкой структурой, по внешнему виду близок к пшеничному. Лучшие показатели наблюдались при смешивании пшеничной муки с мукой линии озимой ржи ГК-80 (объемный выход хлеба – 665 см<sup>3</sup>, общая хлебопекарная оценка -4,6 балла). У сортов озимой ржи Ольга и Презент эти показатели были на одном уровне (табл.2).

Методика тестоведения ржаного и ржано-пшеничного хлеба зависит от многих факторов, в том числе от состава смеси, рецептуры, метода и условий выпечки. Поэтому необходимо учитывать все нюансы, связанные с процессом хлебопечения.

**Выводы.** Таким образом, при благоприятных погодных условиях вегетационного периода в Среднем Поволжье возможно выращивание озимой ржи с отличными биохимическими и технологическими показателями. При проведении выпечки ржаного и ржано-пшеничного хлеба необходимо учитывать все нюансы, связанные с рецептурой и с процессом тестоведения. Добавление к ржаной муке пшеничной в количестве 50 % положительно влияет на свойства конечного продукта: светлый хлеб с хорошей пористостью и мягкой структурой с внешним видом, близким к пшеничному. Ржано-

пшеничный хлеб, выпеченный безопасным способом по методике Госкомиссии с интенсивным замесом теста применительно к пшеничной муке, имел приятный слегка сладковатый вкус и аромат.

### Литература

1. Гончаренко, А.А. Актуальные вопросы селекции озимой ржи / А.А. Гончаренко. – М., 2014. – 369 с.
2. Бушук, В. Рожь: производство, химия, технология / В. Бушук, У.П. Кэмпбелл, Э.М. Древис. – М., 1980. – 247с.
3. ГОСТ 10846 – 91. Метод определения белка.
4. Безопасный метод лабораторной выпечки ржаного хлеба // Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1988. – С.74-76.
5. 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.
6. Шаболкина, Е.Н. Перспективы селекции озимой ржи в Степном Заволжье на продуктивность и качество / Е.Н. Шаболкина, А.А. Бишарев, Л.В. Пронович // Зерновое хозяйство России. – 2017. –№ 1 (49). – С.51-55.
7. Беркутова, Н.С. Методы оценки и формирования зерна / Н.С. Беркутова. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 206с.
8. Бебякин, В.М. оценка ржано-пшеничных смесей по качеству теста / В.М. Бебякин, Т.Б. Кулеватова, С.В. Осипова // Вестник РАСХН. – 2007.– №4.– С.95-96.
9. Осипова, С.В. Смесительная ценность сортов озимой ржи по критериям хлебопекарных качеств на основе эффектов смешивания и улучшения / С.В. Осипова, В.М. Бебякин, Т.Б. Кулеватова, Л.В. Андреева // Доклады РАСХН. – 2008.– №1.– С.5-7.
10. Конарев, В.Г. Белки пшеницы / В.Г.Конарев – М.: Колос, 1980. – С.183-189.
11. Bruemmer, J.-M. Ueber die Zusammensetzung und Wirkungsweise von Frischaltemitteln bei Brot / J.-M. Bruemmer // Getreide Mehl Brot. – 1972. – 26: 289-295.

### Literature

1. Goncharenko, A.A. Topical issues of winter rye breeding / A.A. Goncharenko. – Moscow, 2014. – 369 p.
2. Bushuk, V. Rye: production, chemistry, technology / V. Bushuk, U.P. Campbell, E.M. Drevis. – Moscow, 1980. – 247p.
3. GOST 10846 – 91. Method of protein estimation.

4. Straight method of rye bread baking // The methodology of the state variety-testing of agricultural crops. - M., 1988. - PP.74-76.
5. Samsonov, M.M. On the methodology for determining the baking qualities of winter rye varieties / M.M. Samsonov, E.N. Zharova // Problems of research and improvement of rye quality in the USSR: Works of All-Russian Research Conference, 2-4 April, 1970. Moscow, 1971.– № 72. – PP.133-137.
6. Shabolkina, E.N. Prospects of selection of winter rye in the Steppe Zavolzhye for productivity and quality / E.N. Shabolkina, A.A. Bisharev, L.V. Pronovich // Grain Economy of Russia. – 2017. – № 1 (49). – PP.51-55.
7. Berkutova, N.S. The methods of estimation and formation of grain / N.S. Berkutova. - M.: Rosagropromizdat, 1991. – 206 p.
8. Bebyakin, V.M. The estimation of rye-wheat mixtures according to dough quality / V.M. Bebyakin, T.B. Kulevatova, S.V. Osipova // Vestnik RAAS. – 2007.– №4.– PP.95-96.
9. Osipova, S.V. Mixing value of varieties of winter rye according to the criteria of baking qualities on the basis of mixing and improving effects/ S.V. Osipova, V.M. Bebyakin, T.B. Kulevatova, L.V. Andreeva// Reports of RAAS. - 2008.- №1.- PP.5-7.
10. Konarev, V.G. Wheat proteins/ V.G. Konarev. – M.: Kolos, 1980. – C.183-189.
11. Bruemmer, J.-M. Ueber die Zusammensetzung und Wirkungsweise von Frischaltemitteln bei Brot / J.-M. Bruemmer // Getreide Mehl Brot. – 1972. – 26: 289-295.