

**Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции**

УДК 664.788/664.668.9

DOI: 10.31857/S2500262721010154

**ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПШЕНИЧНО-ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ****Р.Х. Кандроков, Т.А. Юдина, Н.В. Рубан, кандидаты технических наук,  
С.А. Катин, аспирант***Московский государственный университет пищевых производств,  
125080, Москва, Волоколамское шоссе, 11  
E-mail: nart132007@mail.ru*

*Изучено влияние соотношения пшенично-тритикалевой зерновой помольной смеси на мукомольные и хлебопекарные свойства пшенично-тритикалевой муки. Определены мукомольные и хлебопекарные свойства исходной зерновой пшенично-тритикалевой зерновой смеси в соотношении 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 и зерна пшеницы (контроль). Мукомольные свойства исходных зерновых смесей определяли на лабораторных мельницах МЛП-4 с нарезными и микрошероховатыми вальцами. Добавление 20% зерна тритикале в помольную зерновую смесь приводит к снижению выхода муки на 0,5%, 50% – на 3,2%. В большей степени это воздействовало на величину числа падения пшенично-тритикалевой муки, которое снижалось в 3,5 раза с 294 с у контрольного образца пшеницы до 80 с у муки, полученной из зерновой смеси с соотношением пшеницы и тритикале 50:50. При добавлении зерна тритикале в помольную смесь незначительно снижался и объемный выход хлеба из пшенично-тритикалевой муки: от 0,2 г/см<sup>3</sup> при соотношении 80:20 до 0,4 г/см<sup>3</sup> при 50:50, а также формоустойчивость подового хлеба – от 0,1 при соотношении пшеницы и тритикале 80:20 до 0,2 при 50:50. Пористость хлеба существенно зависела от добавления тритикале в помольную зерновую смесь. По сравнению с контрольной пробой хлеба из пшеничной муки, у хлеба из пшенично-тритикалевой муки в соотношении 80:20 и 50:50 она снижалась соответственно на 0,6 и 8,2%.*

**THE EFFECT OF THE RATIO OF THE GRAIN MIXTURE OF WHEAT AND TRITICALE ON TECHNOLOGICAL PROPERTIES WHEAT TRITICALE FLOUR****Kandrokov R.Kh., Yudina T.A., Ruban N.V., Katin S.A.***Moscow State University of Food Production,  
125080, Moskva, Volokolamskoe shosse, 11  
E-mail: nart132007@mail.ru*

*Introduction. The results of the study are presented, the effect of the ratio of wheat-triticale grain grinding mixture on the milling and baking properties of wheat-triticale flour. The flour and baking properties of the initial grain wheat-triticale grain mixture in the ratios 80:20, 70:30, 60:40 and 50:50 and the control grain of wheat were determined. The milling properties of the initial grain mixtures were determined in laboratory mills MLP-4 with rifled and microrough rollers. It was found that adding triticale grain to the grinding grain mixture reduces the yield of flour from 0.5% when adding 20% triticale grain to 3.2% when adding 50% triticale grain. The greatest influence of the addition of triticale grains to the initial grinding grain mixture has on the fall number of wheat-triticale flour. In this case, there is a 3.5-fold decrease in the drop indicator from 294 seconds for a control sample of wheat to 80 seconds in flour obtained from a grain mixture at a ratio of 50: 50% wheat and triticale. In this case, the addition of triticale grain to the grinding mixture slightly decreases the volumetric yield of bread from 0.2 g/cm<sup>3</sup> with a ratio of wheat and triticale 80:20% to 0.4 g/cm<sup>3</sup> with a ratio of 50: 50%. The shape stability of hearth bread is reduced even less - from 0.1 when the ratio of wheat and triticale is 80:20% to 0.2 in a ratio of 50:50%. The greatest influence the addition of triticale to the grinding grain mixture has on the porosity of the bread. Compared to the control sample of bread from wheat flour, the porosity of bread from wheat and triticale flour in the ratio of 80: 20% decreased by 0.6%, and from wheat and triticale flour in the ratio of 50: 50% it decreased by 8.2%.*

**Ключевые слова:** пшеница, тритикале, зерновая смесь, зазор, выход, пшенично-тритикалевая мука, хлебопекарные свойства

**Key words:** wheat, triticale, grain mixture, clearance, yield, wheat-triticale flour, baking properties

За последние 30 лет производителям тритикале удалось значительно повысить урожайность зерна. Современные сорта этой культуры высокоурожайны, а их зерно более крупное, выравненное и имеет более высокую натурную массу, чем у созданных ранее. Увеличение крупности и плотности зерновок тритикале современных сортов послужили причиной повышения содержания крахмала и, следовательно, энергетической и питательной ценности, по сравнению с предшествующими генотипами [1-8].

Современное зерно тритикале по мукомольным и хлебопекарным свойствам превосходит рожь, но уступает пшенице [9-17]. Установлено, что хлеб, приготовленный из смеси тритикалевой и пшеничной муки в соотношении 50:50 или 75:25, имеет более высокий

объемный выход (4,8; 4,9 мл/г), чем хлеб, выпеченный из контрольной пшеничной муки (4,4 мл/г). Хлебопекарные свойства тритикалевой муки, полученной из ранних сортов тритикале, были очень низкими, хотя качество хлеба удалось повысить за счет добавления улучшителей для теста. Хлеб хорошего качества получен только из муки современных сортов тритикале. При этом хлеб, состоящий из 65% пшеничной муки, смешанной с 35% тритикалевой цельносмолотой муки, впервые был продан как «Тритибред» в Соединенных Штатах Америки в 1974 г.

Первые исследования по определению мукомольных и хлебопекарных свойств пшенично-тритикалевой помольной смеси, в сравнении с пшеничным зерном, провели мексиканские ученые в 1992 г. [18].

**Табл. 1. Выход пшеничной и пшенично-тритикалевой муки с драных и размольных технологических систем, %**

| Технологическая система     | Пшенично-тритикалевая в соотношении, % |       |       |       | Пшеничная (контроль) |
|-----------------------------|--|-------|-------|-------|----------------------|
|                             | 50:50                                  | 60:40 | 70:30 | 80:20 |                      |
| I драная система            | 1,9                                    | 1,8   | 2,1   | 2,2   | 2,1                  |
| II драная система           | 2,1                                    | 2,4   | 2,3   | 2,4   | 2,5                  |
| III драная система          | 2,7                                    | 3,0   | 3,1   | 3,3   | 3,4                  |
| IV драная система           | 1,9                                    | 1,8   | 2,0   | 2,2   | 2,1                  |
| V драная система            | 1,1                                    | 1,3   | 1,0   | 1,1   | 1,2                  |
| Мука с драных систем, %     | 9,7                                    | 10,3  | 10,5  | 11,2  | 11,3                 |
| 1 размольная система        | 16,0                                   | 16,8  | 17,2  | 16,9  | 17,4                 |
| 2 размольная система        | 13,8                                   | 13,5  | 13,9  | 14,1  | 14,3                 |
| 3 размольная система        | 8,0                                    | 7,8   | 7,9   | 8,1   | 8,2                  |
| 4 размольная система        | 6,4                                    | 6,0   | 6,2   | 6,3   | 6,2                  |
| 5 размольная система        | 3,7                                    | 4,2   | 4,1   | 4,2   | 4,1                  |
| 6 размольная система        | 3,2                                    | 3,7   | 3,5   | 3,4   | 3,3                  |
| 7 размольная система        | 3,2                                    | 3,8   | 3,6   | 3,3   | 3,1                  |
| 8 размольная система        | 3,7                                    | 3,4   | 3,2   | 3,1   | 3,2                  |
| 9 размольная система        | 2,5                                    | 2,3   | 2,5   | 2,3   | 2,3                  |
| Мука с размольных систем, % | 60,5                                   | 61,5  | 62,1  | 61,7  | 62,1                 |
| Всего муки, %               | 70,2                                   | 71,8  | 72,6  | 72,9  | 73,4                 |

Российские исследователи разработали эффективную технологическую схему переработки зерна тритикале в сортовую хлебопекарную муку и определили технологические свойства пшенично-тритикалевой муки [19, 20].

Цель исследований – изучение влияния соотношения пшенично-тритикалевой зерновой помольной смеси на мукомольные и хлебопекарные свойства пшенично-

но-тритикалевой муки, в сравнении с контрольной из пшеницы

**Методика.** Перед помолами проводили их гидротермическую обработку с отволаживанием в течение 14 ч. Применяли холодное кондиционирование как наиболее распространенный метод.

Для моделирования драных систем размола пшенично-тритикалевых зерновых смесей в соотношении 50:50, 60:40, 70:30, 80:20 и контрольного образца зерна пшеницы использовали мельницу лабораторного помола МЛП-4 с нарезными вальцами. Разработанная лабораторная технологическая схема помола состояла из 4 драных и 9 размольных систем. Основные механико-кинематические показатели такой мельницы: производительность – 100 кг/ч, скорость быстровращающегося вальца – 4,5 м/с, дифференциал – 1,75, расположение рифлей – спинка по спинке, количество рифлей на одном погонном сантиметре – 8 шт., уклон рифлей – 8%. Межвальцовый зазор на I драной системе составил 0,7 мм, на II – 0,4 мм, на III – 0,15 мм. Для моделирования размольных систем размола пшенично-тритикалевых зерновых смесей использовали мельницу лабораторного помола МЛП-4 с гладкими микрошероховатыми вальцами.

**Результаты и обсуждение.** Определение мукомольных свойств исходного зерна пшеницы и пшенично-тритикалевых зерновых помольных смесей в соотношении 80:20, 70:30, 60:40 и 50:50 показало, что добавление в помольную пшенично-тритикалевую зерновую смесь до 50% зерна тритикале приводило к снижению общего выхода муки на 3,2%, по сравнению с контрольным пшеничным помолом (табл. 1). Кроме того, добавление зерна тритикале в зерно пшеницы при составлении помольной смеси влияло на процесс крупобразования, а в результате – на общий выход пшенично-тритикалевой муки.

Введение зерна тритикале в исходную помольную зерновую смесь существенно не влияло на количество и качество клейковины, а также белизну пшенично-тритикалевой муки и крупность помола. В большей степени изменялось число падения пшенично-тритикалевой муки, что необходимо учитывать в процессе тестоведения и выпечки хлеба. При этом происходит

**Табл. 2. Показатели качества образцов пшеничной и пшенично-тритикалевой муки**

| Показатель   | Пшеничная (контроль)  | Пшенично-тритикалевая в соотношении, % |                              |                              |                              |
|--|---|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|  |   | 80:20                                  | 70:30                        | 60:40                        | 50:50                        |
| Цвет   | Белый или белый с кремовым оттенком   |  |                              |                              |                              |
| Запах  | Свойственный данному виду муки, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый |  |                              |                              |                              |
| Вкус   | Свойственный данному виду муки, без посторонних привкусов, не кислый, не горький  |  |                              |                              |                              |
| Влажность, %                                       | 12,1  | 11,4                                   | 13,0                         | 13,0                         | 13,4                         |
| Количество клейковины, %                           | 28,8  | 29,9                                   | 25,2                         | 28,8                         | 27,5                         |
| Качество клейковины, ед. ИДК                       | 83<br>II  | 94<br>II                               | 82<br>II                     | 83<br>II                     | 83<br>II                     |
| Группа качества                                    | Удовлетворительная<br>слабая  | Удовлетворительная<br>слабая           | Удовлетворительная<br>слабая | Удовлетворительная<br>слабая | Удовлетворительная<br>слабая |
| Число падения, с                                   | 294   | 206                                    | 154                          | 122                          | 80                           |
| Белизна, ед. прибора СКИБ-М                        | 46  | 45                                     | 51                           | 45                           | 40                           |
| Крупность помола, % – остаток на сите (№ 45/50 ПА) | 0,28  | 0,44                                   | 0,73                         | 0,66                         | 0,74                         |

**Табл. 3. Показатели качества хлеба из образцов пшеничной и пшенично-тритикалевой муки**

| Показатель                              | Хлеб из пшеничной муки (контроль) | Хлеб из пшенично-тритикалевой муки, % |       |       |       |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|
|   |                                   | 80:20                                 | 70:30 | 60:40 | 50:50 |
| Удельный объем хлеба, г/см <sup>3</sup> | 3,5                               | 3,3                                   | 3,2   | 3,2   | 3,1   |
| Формоустойчивость, h:d                  | 0,5                               | 0,4                                   | 0,4   | 0,4   | 0,3   |
| Пористость, %                           | 76,0                              | 75,4                                  | 73,1  | 69,5  | 67,8  |
| Влажность мякиша, %                     | 42,5                              | 43,1                                  | 43,7  | 44,1  | 44,5  |
| Кислотность мякиша, град                | 2,8                               | 2,8                                   | 2,6   | 2,6   | 2,4   |

снижение величины этого показателя в 3,5 раза: с 294 с у контрольного образца до 80 с у муки из зерновой смеси при соотношении 50:50 пшеницы и тритикале.

Определение показателей качества хлеба из различных образцов пшенично-тритикалевой и контрольной пшеничной муки (табл. 3) в соответствии с ГОСТ 27669-88 показало, что наибольшим удельным объемом, формоустойчивостью и пористостью обладал хлеб из контрольной пшеничной муки. При добавлении тритикале в помольную смесь происходило незначительное снижение удельного объема хлеба из пшенично-тритикалевой муки от 0,2 (80:20) до 0,4 г/см<sup>3</sup> (50:50). Формоустойчивость подового хлеба снижалась еще меньше – от 0,1 при соотношении пшеницы и тритикале 80:20 до 0,2 при 50:50. Добавление тритикале в помольную зерновую смесь способствовало повышению влажности мякиша хлеба от 0,6% при соотношении пшеницы и тритикале 80:20 до 2,0% при 50:50. Кислотность мякиша хлеба не изменялась, по сравнению с контрольным образцом, при соотношении



**Рис. 1. Внешний вид хлеба из контрольной пшеничной (К) и пшенично-тритикалевой муки в соотношении 1-4 – соответственно 80:20, 70:30, 60:40, 50:50.**



**Рис. 2. Внешний вид мякиша хлеба из контрольной пшеничной (К) и пшенично-тритикалевой муки в соотношении 1-4 – соответственно 80:20, 70:30, 60:40, 50:50.**

пшеницы и тритикале 80:20 и снижалась на 0,2 градуса при соотношении 50:50.

Добавление зерна тритикале в помольную зерновую смесь в основном влияло на пористость хлеба. По сравнению с контрольным образцом из пшеничной муки, пористость хлеба из пшенично-тритикале-

**Табл. 4. Показатели (балл) качества хлеба из образцов пшеничной и пшенично-тритикалевой муки**

| Показатель                      | Хлеб из пшеничной муки (контроль)           | Хлеб из пшенично-тритикалевой муки в соотношении, % |  |   |   |
|---------------------------------|---|---|--|---|---|
|                                 |   | 80:20   | 70:30  | 60:40   | 50:50   |
| Поверхность хлеба               | 4 – ровная                                  | 3 – шероховатая, бугристая                          | 3 – шероховатая, бугристая                     | 3 – шероховатая, бугристая                              | 3 – шероховатая, бугристая                              |
| Форма хлеба                     | 4 – правильная                              | 4 – правильная                                      | 4 – правильная                                 | 4 – правильная  | 4 – правильная  |
| Цвет корки                      | 5 – золотисто-коричневый                    | 4 – коричневый                                      | 4 – коричневый                                 | 3 – темно-коричневый                                    | 3 – темно-коричневый                                    |
| Цвет мякиша                     | 4 – светлый или светло-желтый               | 4 – светлый или светло-желтый                       | 4 – светлый с сероватым оттенком               | 3 – светлый с сероватым оттенком                        | 3 – светлый с сероватым оттенком                        |
| Эластичность                    | 5 – эластичный, быстро восстанавливаемый    | 4 – менее эластичный, хорошо восстанавливаемый      | 4 – менее эластичный, хорошо восстанавливаемый | 4 – менее эластичный, хорошо восстанавливаемый          | 4 – менее эластичный, хорошо восстанавливаемый          |
| Равномерность пористости мякиша | 4 – мелкая, тонкостенная, неравномерная     | 4 – мелкая, тонкостенная, неравномерная             | 3 – мелкая и средняя неравномерная             | 3 – мелкая и средняя неравномерная                      | 3 – мелкая и средняя неравномерная                      |
| Липкость мякиша                 | Мякиш сухой на ощупь                        | Мякиш сухой на ощупь                                | Мякиш сухой на ощупь                           | Мякиш сухой на ощупь                                    | Мякиш сухой на ощупь                                    |
| Вкус мякиша                     | 5 – приятный, свойственный пшеничному хлебу | 5 – свойственный пшеничному хлебу                   | 4 – не свойственный для пшеничного хлеба       | 3 – кислый привкус не свойственный для пшеничного хлеба | 3 – кислый привкус не свойственный для пшеничного хлеба |
| Хруст                           | Отсутствует                                 | Отсутствует   | Отсутствует                                    | Отсутствует   | Отсутствует   |
| Комкуемость при разжевывании    | Отсутствует                                 | Отсутствует   | Отсутствует                                    | Отсутствует   | Отсутствует   |
| Крошковатость                   | Отсутствует                                 | Отсутствует   | Отсутствует                                    | Отсутствует   | Отсутствует   |
| Суммарная оценка                | 51  | 48  | 46   | 43  | 43  |

вой муки в соотношении 80:20 снизилась на 0,6, а при 50:50 – на 8,2%.

Выпеченные образцы хлеба из контрольной пшеничной и пшенично-тритикалевой муки по внешнему виду различались незначительно (рис. 2). Все они имели правильную форму и выпуклую корку. С увеличением в смеси содержания тритикалевой муки цвет корки, как и мякиша, становился более темным, мякиш хлеба из пшеничной муки был эластичным, пористость равномерная, тонкостенная. С увеличением в смеси доли тритикалевой муки у образцов хлеба уменьшалась эластичность мякиша (табл. 4).

Таким образом, добавление в помольную пшеничную зерновую смесь зерна тритикале приводит к снижению выхода муки от 0,5% при введении 20% до 3,2% при добавлении 50%.

Наибольшее влияние добавление зерна тритикале в исходную помольную зерновую смесь оказывает на число падения пшенично-тритикалевой муки, что необходимо учитывать в процессе тестоведения и выпечки хлеба. При этом происходит снижение в 3,5 раза показателя числа падения: с 294 с у контрольного образца пшеницы до 80 с у муки, полученной из зерновой смеси при соотношении 50:50 пшеницы и тритикале. Добавление зерна тритикале в помольную смесь приводит к незначительному уменьшению удельного объема хлеба от 0,2 г/см<sup>3</sup> при соотношении пшеницы и тритикале 80:20 до 0,4 г/см<sup>3</sup> при соотношении 50:50. Формоустойчивость подового хлеба снижается еще меньше: от 0,1 при соотношении пшеницы и тритикале 80:20 до 0,2 в соотношении 50:50.

Ведение тритикале в помольную зерновую смесь существенно влияет на пористость хлеба. По сравнению с контрольной пробой хлеба из пшеничной муки, у хлеба из пшенично-тритикалевой муки в соотношении 80:20 она снижалась на 0,6%, 50:50 – на 8,2 %.

#### Литература

1. Aguirre A. Properties of Triticale Flour Protein Based Films. *LWT // Food Science and Technology*. 2011. 44.9. P. 1853–1858.
2. Fernandez-Figares I. Amino-Acid Composition and Protein and Carbohydrate Accumulation in the Grain of Triticale Grown under Terminal Water Stress Simulated by a Senescing Agent // *Journal of Cereal Science*. 2000. 32.3. P. 249–258.
3. Györi Z. Examination of technological and Nutritional Properties Bread Made from Triticale Flour In (eds.) Zantea UgracicHardi Flour-bread '09: 5th International and 7th Croation Congress of Cereal Technology Osijek, University of Osijek, Croatia, 2010. P. 503–507.
4. Pena R.J, Amaja A. Milling and Breadmaking Properties of Wheat-Triticale Grain Blends // *Journal of the Science and Food of Agriculture*. 1992. 60.4. P. 483–487.
5. Kruppa J., Hoffmann B. New Triticale Varieties for Food and Feed // *Grain Research Development and Environment*. 2006. 20.4. P. 43–45.
6. Pena R.J. Food Uses of Triticale. In Mergoum M., Gómez-Macpherson H. (eds). *Triticale Improvement and Production*, 2004. P. 37–48.
7. Seguchi M. Breadmaking Properties of Triticale Flour with Wheat Flour and Relationship to Amylase Activity // *Journal of Food Science*. 1999. 64.4. P. 582–586.
8. Tohver M. Quality of Triticale Cultivars Suitable for Growing and Bread-making in Northern Conditions // *Food Chemistry*. 2005. 89.1. P.125–13
9. Gabriela T. Pérez, Alberto E. León, Pablo D. Ribotta, Alicia Aguirre, Oscar J. Rubiolo & Maria C. Añón. Use of triticale flours in cracker-making // *European Food Research and Technology*. 2003. V. 217. P. 134–137.
10. Martinek P. Agronomic and Quality Characteristics of Triticale (*X* Triticosecale Wittmack) with HMW Glutenin Subunits 5+10 // *Journal of Cereal Science*. 2008. 47.1. P. 68–78.
11. Fraš A. Variability in the Chemical Composition of Triticale Grain, Flour and Bread // *Journal of Science*. 2016. 71. P.66–72.
12. Gil Z. Effect of Physical and Chemical Properties of Triticale Grain on its Milling Value // *Plant Breeding and Plant Science*. 2002. 46.1. 23–29.
13. Grabovets A.I., Krokmal A.V., Dremucheva G.F., Karchevskaya O.E. Breeding of triticale for baking purposes // *Russ. Agric. Sci*. 2013. N. 39. P. 197–202. doi: 10.3103/S1068367413030087.
14. Kandrov R.H., Pankratov G.N., Meleshkina E.P., Vitol I.S., and Tulyakov D.G. Effective technological scheme for processing triticale grain into high-quality baker's grade flour. *Foods and Raw Materials*. 2019. V. 7. N 1. P. 107-117. doi: 10.21603/2308-4057-2019-1-107-117
15. Hosseinian F.S, Mazza G. Triticale bran and straw: Potential New Sources of Phenolic Acids, Proanthocyanidins, and Lignans // *Journal of Functional Foods*. 2009. 1.1. P. 57–64.
16. Tayyar S. Some Chemical and Technological Properties of Turkish Triticale (Triticosecale Wittm.) Genotypes // *Romanian Biotechnological Letters*. 2014. 19.6. P. 9891–9898.
17. Rakha A. Dietary Fiber in Triticale Grain: Variation in Content, Composition, and Molecular Weight Distribution of Extractable Components. // *Journal of Cereal Science*. – 2011. 54.3. P. 324–331.
18. Roberto J Peña, Arnoldo Amaya. Milling and breadmaking properties of wheat-triticale grain blends // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1992. 60(4). P. 483-487 doi: 10.1002/2740600413.
19. Кандроков Р.Х., Панкратов Г.Н. Разработка эффективной технологической схемы переработки зерна тритикале в сортовую хлебопекарную муку // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2019. № 1. С. 62–65. doi: 10.31857/S2500-26272019162-65.
20. Кандроков, Р.Х. Технологические свойства пшенично-тритикалевой муки / Р.Х. Кандроков // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии»*. 2019. Т. 7, № 3. С. 13–22.

Поступила в редакцию 10.09.20  
После доработки 20.09.20  
Принята к публикации 20.10.20