

УДК 664.64.016.8

[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2022-15-2\(56\)-21-25](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2022-15-2(56)-21-25)

Поступила в редакцию 12.05.2022

Received 12.05.2022

**Н. С. Лаптенок, Т. В. Ивашкевич**

*Научно-производственное республиканское дочернее унитарное предприятие «Белтехнохлеб»  
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **ВЛИЯНИЕ АВТОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МУКИ НА ОБЪЕМ РЖАНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**Аннотация.** В статье представлены исследования показателей качества формовых хлебобулочных изделий, выработанных из муки ржаной сеяной с разными показателями автолитической активности и числа падения. Определены физико-химические показатели качества готовых изделий (влажность, кислотность, пористость), объем формовых изделий. Изучено влияние автолитической активности муки ржаной сеяной и числа падения на объем готовых хлебобулочных изделий. Выявлена динамика изменения объема формовых хлебов из муки ржаной сеяной с одинаковым числом падения в зависимости от автолитической активности муки ржаной сеяной.

**Ключевые слова:** ржаные хлебобулочные изделия, автолитическая активность, число падения, объемный выход.

**N. S. Laptenok, T. V. Ivashkevich**

*Scientific and production Republican subsidiary unitary Enterprise “Beltechnohleb”  
RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus*

## **INFLUENCE OF AUTOLYTIC FLOUR ACTIVITY ON VOLUME OF RYE BAKERY PRODUCTS**

**Abstract.** The article presents studies of the quality of rye bakery products made from seeded rye flour with different indicators of autolytic activity and falling numbers. The physicochemical indicators of the quality of finished products (moisture, acidity, porosity) have been determined and the volume of molded products. The issues of the influence of autolytic activity on the volume and dimensional stability of finished bakery products are considered. The dynamics of changes in the volume of tinned breads from seeded rye flour with the same falling number depending on the autolytic activity of seeded rye flour was revealed.

**Keywords:** bakery products, autolytic activity, falling number, quality indicators.

**Введение.** В последние годы одной из тенденций развития хлебопекарной промышленности является расширение ассортимента хлебобулочных изделий с использованием ржаной муки. Этот выбор обусловлен, в первую очередь, тем, что ржаные сорта хлеба содержат большое количество питательных веществ, богатый набор незаменимых аминокислот, являются ценным источником пищевых волокон, имеют более полноценный химический состав и низкую калорийность по сравнению с изделиями из пшеничной муки. Кроме этого, ржаной хлеб богат витаминами группы В и минералами (железо, магний, калий).

Не менее важной проблемой в хлебопекарной промышленности является гарантированное качество продукции. Качество продукции представляет собой совокупность свойств, признаков продукции, обуславливающих их способность удовлетворять потребности и запросы людей, соответствовать своему назначению и предъявляемым требованиям [1].

Одним из важнейших факторов, обуславливающих качество хлебобулочных изделий, является качество муки. Состояние углеводно-амилазного комплекса ржаной муки в наибольшей степени влияет на ее хлебопекарное достоинство, а соответственно, и на качество готовых изделий [2].

Основным показателем хлебопекарного достоинства ржаной муки является ее автолитическая активность. Автолитической активностью муки называется ее способность образовывать водорастворимые вещества при прогреве водно-мучной болтушки [3]. Несмотря на то, что ГОСТ 7045-2017 «Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия» не регламентирует значения автолитической активности, нормы

данного показателя установлены в технологических справочных пособиях. Как известно из литературных источников, автолитическая активность муки ржаной сеяной должна быть не более 50% [3].

Число падения позволяет судить о состоянии в зерне и муке крахмала и активности расщепляющих крахмал ферментов (амилаз). Нижний предел регламентируется в ГОСТ 7045-2017 «Мука ржаная. Технические условия». Показатель числа падения для муки ржаной сеяной должен быть не менее 160 с [4].

Показатели автолитическая активность и число падения тесно коррелируют между собой, но не являются полностью сопоставимы, имеют различия. Автолитическая активность связана с активностью амилолитических ферментов, в то время как число падения учитывает состояние крахмала.

Целью данной работы являлось изучение показателей качества готовых хлебобулочных изделий из муки ржаной хлебопекарной сеяной.

**Объект исследований.** Объектом исследований являются образцы формовых хлебов из муки ржаной сеяной с разными показателями автолитической активности и числа падения.

**Результаты исследований и их обсуждение.** С целью исследования влияния муки ржаной сеяной с различной автолитической активностью и числом падения на качество формовых хлебобулочных изделий в условиях испытательной лаборатории Государственного предприятия «Белтехнохлеб» были проведены выпечки 31 образца хлеба (формового и подового) из 4 образцов ржаной сеяной муки с пониженной автолитической активностью 31,3–33,8 %, из 8 образцов муки с повышенной автолитической активностью 50,4–56,7 % и из 19 образцов муки с нормальной автолитической активностью 37,7–49,5 %.

Проведены исследования выпеченных хлебобулочных изделий из муки ржаной сеяной по показателям качества. Значения влажности исследуемых образцов хлебов составили 44,4–45,4 %, значения показателя кислотности — 4,2–5,5 град.

Значения показателя пористости исследуемых образцов хлебов, выработанных из муки ржаной сеяной с разной ферментативной активностью следующие:

- ♦ 57–61 % — в образцах хлебов, выработанных из муки ржаной сеяной с повышенной автолитической активностью. Значения коррелируют с органолептической оценкой указанных образцов хлеба: пористость неравномерная, толстостенная, с наличием крупных пор;
- ♦ 64–66 % — в образцах хлебов, выработанных из муки ржаной сеяной с пониженной автолитической активностью. Установлено, что низкая ферментативная активность образцов муки ржаной сеяной приводит к появлению плотного, мелкопористого мякиша, неравномерной пористости, с наличием крупных пор;
- ♦ 64–70 % — в образцах хлебов, выработанных из муки ржаной сеяной с нормальной автолитической активностью.

На основании полученных данных изучена динамика изменения объема исследуемых образцов хлебов из муки ржаной сеяной от автолитической активности и числа падения муки ржаной сеяной.

На рис. 1 представлена динамика изменения объема исследуемых образцов хлебов, выработанных из муки ржаной сеяной с разной ферментативной активностью.

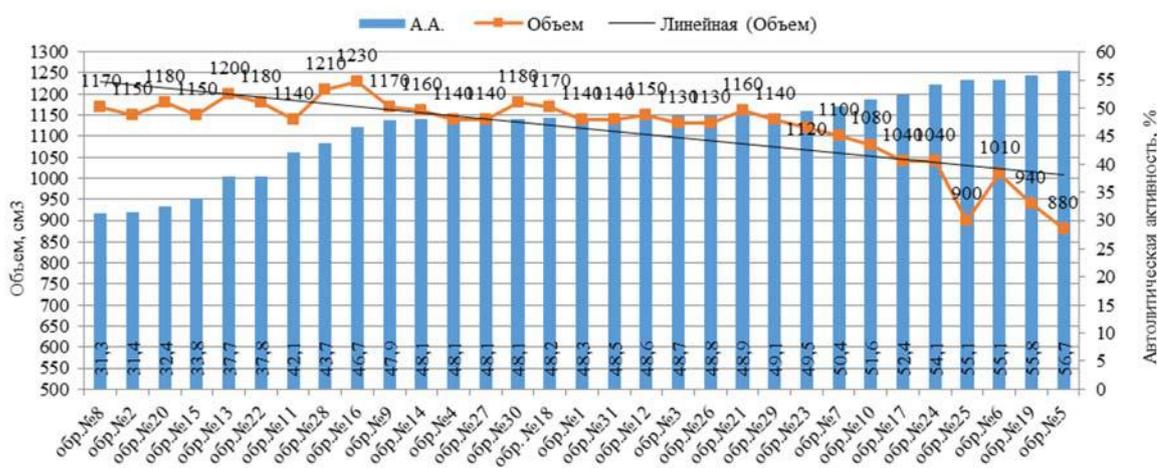


Рис. 1. Динамика изменения объема ржаных хлебов от автолитической активности исследуемых образцов муки ржаной сеяной

Fig. 1. Dynamics of changes in the volume of rye breads from the autolytic activity of the studied samples of seeded rye flour

В соответствии с рисунком 1 установлено, что объем формовых изделий, выработанных из муки ржаной сеяной с разной ферментативной активностью, варьировал от 880 см<sup>3</sup> до 1230 см<sup>3</sup>. Анализируя полученные данные, было отмечено, что объем хлебов, выработанных из муки ржаной сеяной с пониженной автолитической активностью 31,3–33,8 %, составил 1150–1180 см<sup>3</sup>. Объем хлебов с использованием муки ржаной сеяной с нормальной автолитической активностью 37,7–49,5 % находился в интервале от 1120 см<sup>3</sup> до 1230 см<sup>3</sup>. Следует отметить образцы хлебов, выработанные из муки ржаной сеяной с автолитической активностью 37,7 %, 43,7 % и 46,7 %, которые характеризовались максимальными значениями объема 1200 см<sup>3</sup>, 1210 см<sup>3</sup> и 1230 см<sup>3</sup> соответственно. Наряду с этим в образцах хлебов, выработанных из муки ржаной сеяной с повышенной автолитической активностью, наблюдались самые низкие значения объема – 880–1100 см<sup>3</sup>.

Таким образом, прослеживается тенденция: по мере повышения значений автолитической активности исследуемых образцов муки ржаной сеяной объем хлебов снижается. Однако при анализе объема готовых хлебобулочных изделий с использованием муки ржаной сеяной с нормальной автолитической активностью необходимо учитывать состояние углеводно-амилазного комплекса ржаной сеяной муки. Как известно, для оценки углеводно-амилазного комплекса муки ржаной применяется также показатель «число падения», нижний предел которого регламентируется в ГОСТ 7045-2017 «Мука ржаная. Технические условия» [3]. Автолитическая активность связана с активностью амилолитических ферментов, в то время как число падения учитывает состояние крахмала [4, 5]. В результате проведенных исследований получена также зависимость объема ржаных хлебов и от числа падения исследуемых образцов муки ржаной сеяной (рис. 2).



Рис. 2. Динамика изменения объема ржаных изделий от числа падения исследуемых образцов ржаной муки

Fig. 2. Dynamics of changes in the volume of rye products from the falling number of the studied samples of rye flour

Установлено, что в диапазоне числа падения 160–180 с объем хлеба составил 1040–1180 см<sup>3</sup>, в интервале числа падения от 185 до 198 с соответственно 900–1230 см<sup>3</sup>. При повышении числа падения муки от 203 с до 231 с объем хлеба варьировал от 1150 см<sup>3</sup> до 1210 см<sup>3</sup>. Таким образом, результаты исследований показали, что прослеживалась нелинейная зависимость изменения объема ржаных хлебов от числа падения исследуемых образцов ржаной сеяной муки.

В соответствии с рис. 2 максимальным значением объема хлеба 1230 см<sup>3</sup> характеризовался образец № 16, выработанный из муки ржаной сеяной с числом падения 198 с. Наряду с этим, объем хлеба образца № 25, выработанного из муки ржаной сеяной с числом падения 197 с, составил 900 см<sup>3</sup>. Полученные результаты свидетельствуют о влиянии автолитической активности муки на качество готовых изделий. Следовательно, показатели автолитической активности и число падения тесно коррелируют между собой, но не являются полностью сопоставимыми, имеют различия [6, 7]. Так, образец хлеба № 25 выработан из муки ржаной сеяной с повышенной автолитической активностью (55,0 %), в то время как, образец № 16 выработан из муки ржаной сеяной с нормальной автолитической активностью (46,7 %).

Наиболее ярко выраженное влияние автолитической активности ржаной сеяной муки на объем хлеба наблюдалось при одном и том же значении числа падения. Следует отметить образцы хлебов

№ 15, № 9, № 10, выработанные из муки ржаной сеяной с одинаковым значением числа падения (185 с), но с разными значениями объема готовых изделий — 1150 см<sup>3</sup>, 1170 см<sup>3</sup> и 1080 см<sup>3</sup>. Указанные образцы хлебов выработаны из муки ржаной сеяной с разными значениями автолитической активности (33,8 %, 47,9 % и 51,6 %). Можно предположить, что образец хлеба из муки ржаной сеяной № 10 содержит большое количество мелких и более поврежденных крахмальных зерен. Поврежденные и мелкие крахмальные зерна атакуются ферментами легче, в результате водорастворимых веществ образуется больше, соответственно, выше автолитическая активность (51,6 %), и, как следствие, наблюдалось ухудшение качества хлебобулочных изделий, что подтверждается низким объемом исследуемого образца хлеба № 10. Пониженная ферментативная активность муки ржаной сеяной приводит также к уменьшению объемного выхода готовых изделий и появлению плотного мелкопористого мякиша, вследствие этого, объем образца хлеба № 15 из муки с пониженной автолитической активностью 33,8 % меньше относительно образца № 9, выработанного из муки с нормальной автолитической активностью 47,9 %.

Аналогичная зависимость прослеживается в образцах хлебов, выработанных из муки ржаной сеяной с числом падения 174 с (образцы № 17, № 31 и № 27). Более низкий объем (1040 см<sup>3</sup>) соответствовал образцу № 17 из муки ржаной сеяной с повышенной автолитической активностью (52,4 %). Объем хлебов № 27 и № 31 из муки ржаной сеяной с нормальной автолитической активностью (48,1 % и 48,5 %) составил 1140 см<sup>3</sup>.

В образцах хлебов, выработанных из муки ржаной сеяной с числом падения 180 с (образцы № 23, № 24, № 26 и № 30), максимальным объемом (1180 см<sup>3</sup>) характеризовался образец № 30 с более низким значением автолитической активности (48,1 %) относительно указанных образцов. Минимальный объем хлеба наблюдался в образце № 24, выработанном из муки с повышенной автолитической активностью (54,1 %), — 1040 см<sup>3</sup>. Объем хлеба образцов № 23 и № 26, выработанных из муки с нормальной автолитической активностью 49,5 % и 48,8 %, составил 1120 см<sup>3</sup> и 1130 см<sup>3</sup> соответственно.

Результаты экспериментальных исследований показали, что в диапазоне числа падения от 203 до 231 с объем хлеба в образцах из муки с нормальной автолитической активностью 37,7–43,7 % (образцы № 13, № 22 и № 28) находился в интервале от 1180 до 1210 см<sup>3</sup>. По мере повышения числа падения в указанном диапазоне выявлено снижение объема хлеба. Так, объем хлеба в образце № 28 из муки ржаной сеяной с числом падения 203 с составил 1180 см<sup>3</sup>. Характерно, что ферментативная активность образцов № 13 (37,7 %) и № 22 (37,8 %) практически одинакова, но значения объема разные. Полученные результаты могут быть обусловлены различием в структуре крахмала исследуемых образцов муки ржаной сеяной и повышенной протеолитической активностью ферментов образца № 22.

В группе исследуемых образцов муки ржаной сеяной с нормальной автолитической активностью от 48,1 % до 48,7 % в диапазоне числа падения 162–168 с также прослеживалось влияние структуры крахмала муки. В соответствии с рис. 2 в данном диапазоне числа падения наблюдался разброс по объему готовых изделий — от 1130 см<sup>3</sup> до 1170 см<sup>3</sup>. Полученные результаты могут быть обусловлены различием в свойствах крахмала исследуемых образцов муки ржаной сеяной. Более крупные и менее поврежденные зерна крахмала способствуют лучшему его набуханию, вследствие этого значения объема хлебов выше.

В образцах № 2, № 8 и № 20 из муки с пониженной автолитической активностью (31,3–33,8 %) и числом падения 220–231 с значения объема хлеба составили 1150 см<sup>3</sup>, 1170 см<sup>3</sup> и 1180 см<sup>3</sup> соответственно. Пониженная ферментативная активность муки ржаной сеяной приводит к уменьшению объемного выхода готовых изделий относительно образцов из муки с нормальной автолитической активностью и появлению плотного мелкопористого мякиша.

С учетом вышеизложенного можно сделать вывод, что максимальные значения объема формовых ржаных хлебов соответствовали образцам из муки ржаной сеяной с числом падения 198–224 с и автолитической активностью 37,7–46,9 %.

**Заключение.** На основании проведенных исследований установлено, что изменения, происходящие в свойствах и состоянии углеводно-амилазного комплекса при различных уровнях амилолитической активности муки, объясняют различия в качестве хлебобулочных изделий. Выявлена динамика изменения объема формовых хлебов из муки ржаной сеяной от показателя автолитической активности и числа падения. Получена зависимость: при повышении автолитической активности исследуемых образцов муки ржаной сеяной свыше 50,0 % объем готовых хлебобулочных изделий снижается. В группе образцов муки ржаной сеяной с пониженной и нормальной автолитической активностью при одном и том же значении числа падения установлено влияние автолитической активности муки на объем изделий.

**Список использованных источников**

1. *Мартынова, О.К.* Контроль качества на предприятии / О.К. Мартынова // Приложение к журналу «Стандарты и качество». — 1999. — № 5. — С. 35–43.
2. *Ауэрман, Л. Я.* Технология хлебопекарного производства: учебник - 9-е изд.; перераб. и доп. / Л. Я. Ауэрман; под общ.ред. Л. И. Пучковой. — СПб.: Профессия, 2005. — 416 с.
3. Контроль влияния автолитической активности муки на качество ржаного хлеба [Электронный ресурс]. — Минск, 2016. — Режим доступа: <http://ipdo.kiev.ua>. — Дата доступа: 01.04.2021.
4. Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия: ГОСТ 7045-2017. — Минск: Научно-производственное республиканское унитарное предприятие «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации», 2019. — 10 с.
5. *Цыганова, Т. Б.* Технология хлебопекарного производства / Т.Б. Цыганова. — Москва, 2001. — 432 с.
6. *Пучкова, Л. И.* Технология хлеба / Л. И. Пучкова, Р. Д. Поландова, И. В. Матвеева. — СПб.: «Гирорд», 2005. — 559 с.
7. *Мелешкина, Е. И.* Связь числа падения со свойствами углеводно-амилазного комплекса муки / Е.И. Мелешкина // Хлебопродукты. — 2005. — № 9. — С. 28–31.

**Информация об авторах**

*Лаптенок Наталья Сергеевна* — кандидат технических наук, директор Научно-производственного республиканского дочернего унитарного предприятия «Белтехнохлеб» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Раковская, 30, 220004, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [laptenokn@mail.ru](mailto:laptenokn@mail.ru)

*Ивашкевич Татьяна Валерьевна* — ведущий инженер-химик испытательной лаборатории Научно-производственного республиканского дочернего унитарного предприятия «Белтехнохлеб» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Раковская, 30, 220004, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [tv-ivashkevich.75@mail.ru](mailto:tv-ivashkevich.75@mail.ru)

**Information about authors**

*Laptenok Natalia Sergeevna* — PhD (Technical), Director of Scientific and production Republican subsidiary unitary Enterprise “Beltechnohleb” RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (30 Rakovskaya St., 220004, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [laptenokn@mail.ru](mailto:laptenokn@mail.ru)

*Ivashkevich Tatiana Valeryevna* — leading specialist (chemist) testing laboratory of Scientific and production Republican subsidiary unitary Enterprise “Beltechnohleb” RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (Rakovskaya St., 30, 220004, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [tv-ivashkevich.75@mail.ru](mailto:tv-ivashkevich.75@mail.ru)