

УДК 664.64.016.8

Поступила в редакцию 20.08.2018  
Received 20.08.2018**Т.В. Ивашкевич, Л.С. Колосовская, Н.С. Лаптенок, Л.В. Карнышова**

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

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ РЖАНОЙ СЕЯНОЙ МУКИ ПО СОСТОЯНИЮ УГЛЕВОДНО-АМИЛАЗНОГО КОМПЛЕКСА, ГАЗООБРАЗУЮЩЕЙ И ГАЗОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ТЕСТА**

**Аннотация.** В статье представлены исследования хлебопекарных свойств ржаной сеяной муки, вырабатываемой мукомольными предприятиями Республики Беларусь, по состоянию углеводно-амилазного комплекса. Для изучения углеводно-амилазного комплекса ржаной сеяной муки определяли автолитическую активность и число падения. Установлены диапазоны числа падения и автолитической активности для муки ржаной сеяной. Проведены исследования газообразующей и газодерживающей способности ржаного теста из муки ржаной сеяной на приборе Реоферментометр F3, позволяющем контролировать скорость изменения давления образующего диоксида углерода с дифференцированной оценкой количества диоксида углерода, которое удерживается тестом при брожении, и количества диоксида углерода, которое выделяется из него. При анализе газодерживающей способности рассматривали коэффициент удержания углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), который учитывает объемы выделенного и удержанного в процессе брожения углекислого газа. Высокие значения газообразующей способности ржаного теста из муки ржаной сеяной (1807–2333)  $\text{см}^3$  обусловлены большим содержанием в ржаной муке собственных сахаров и водорастворимых белков, а также наличием более активных амилолитических ферментов. Однако ржаная сеяная мука характеризуется низкой газодерживающей способностью теста вследствие особенности белков ржаной муки. Выявлено, что коэффициент газодерживания исследуемых образцов муки ржаной сеяной находится в интервале (61,1–74,6) %. Установлена динамика изменения газообразующей и газодерживающей способности муки ржаной сеяной в зависимости от автолитической активности. В интервале автолитической активности от 34,5 % до 41,4 % газообразование протекает интенсивно. Коэффициент газодерживания изменяется незначительно и составляет (66,3–68,8) %. По мере повышения значений автолитической активности наблюдается более интенсивное выделение диоксида углерода, коэффициент газодерживания снижается. Установлена связь газообразования и газодерживания в ржаном тесте.

**Ключевые слова:** ржаная сеяная мука, число падения, автолитическая активность, газообразующая, газодерживающая способность

**T.V. Ivashkevich, L.S. Kolosovskaya, N.S. Laptенок, L.V. Karnishova**

*Scientific Production Republican Associated Unitary Enterprise BELTEHNOHLEB by the RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food», Minsk, Republic of Belarus*

## **RESEARCH OF THE BAKERY PROPERTIES OF RYEAN SEEDBALL ON THE CONDITION OF THE CARBON-AMYLASE COMPLEX, GAS FORMING AND GAS CONTAINING TEST**

**Abstract.** The article presents the research of the baking properties of rye seeded flour produced by the milling enterprises of the Republic of Belarus, as a carbohydrate-amylase complex. To study the carbohydrate-amylase complex of rye seeded flour, autolytic activity and the fall number were determined. The ranges of falling numbers and autolytic activity for seeded rye flour are established. Studies of the gas-forming and gas-

holding capacity of rye dough made of rye flour seeded with a Reofermentometr F3, allows you to control the rate of change of pressure forming carbon dioxide with a differentiated assessment of the amount of carbon dioxide that is held by the fermentation test, and the amount of carbon dioxide that is released from it. When analyzing the gas retention capacity, we considered the coefficient of retention of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), which takes into account the volumes of carbon dioxide emitted and retained during fermentation. High values of the gas-forming ability of rye dough made of rye flour (1807–2333) cm<sup>3</sup> are due to the high content of own sugars and water-soluble proteins in rye flour, as well as the presence of more active amylolytic enzymes. However, seeded rye flour is characterized by a low gas-holding capacity of the dough due to the peculiarities of rye flour proteins. It was revealed that the gas content ratio of the studied specimens of rye seeded flour is in the range (61.1–74.6) %. The dynamics of changes in gas-generating and gas-holding capacity of rye seeded flour depending on autolytic activity has been established. In the range of autolytic activity from 34.5 % to 41.4 % gas formation is intense. The gas retention coefficient varies slightly and amounts to (66.3–68.8) %. As the autolytic activity values increase, more intensive carbon dioxide emission is observed, the gas holding coefficient decreases. The connection of gas formation and gas retention in rye dough is established.

**Keywords:** rye seeded flour, falling number, autolytic activity, gas-forming, gas-holding capacity

**Введение.** В настоящее время потребители уделяют большое внимание качеству продукции. Успешное продвижение продукта на потребительском рынке и его способность конкурировать с подобными продуктами зависит от качества [1].

Большую группу в ассортименте хлебобулочных изделий занимают изделия с использованием ржаной муки, которая с точки зрения пищевой ценности характеризуется повышенным содержанием незаменимых аминокислот, витаминов группы В, минеральных элементов и пищевых волокон.

Качество и пищевая ценность хлеба зависит от вида и сорта муки, дополнительного сырья, правильности ведения технологического процесса, условий производства и других факторов [2].

В Республике Беларусь показатели качества ржаной муки регламентируются в ГОСТ 7045-90 «Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия». Настоящий стандарт распространяется на ржаную хлебопекарную муку, получаемую в результате размола зерна ржи [3].

Особенности химического состава ржаной муки определяют её хлебопекарные свойства, резко отличающиеся от пшеничной муки. В отличие от пшеницы, где важнейшую роль в формировании хлебопекарных свойств играет клейковина, хлебопекарные свойства ржаной муки определяются состоянием ее углеводно-амилазного комплекса [4–6]. Анализ ржаной муки по углеводно-амилазному комплексу, газообразующей и газодерживающей способности теста предопределяет качественные показатели хлебобулочных изделий, позволяет получать объективную оценку хлебопекарных свойств муки, а также использовать ее при оптимизации технологических параметров без проведения пробных лабораторных выпечек [7, 8].

С учетом вышеизложенного становится актуальной оценка состояния углеводно-амилазного комплекса ржаной муки.

**Цель** – исследование хлебопекарных свойств ржаной сеяной муки по состоянию углеводно-амилазного комплекса и активности ферментов, проведение исследований газообразующей и газодерживающей способности теста из ржаной сеяной муки на приборе Rheofermentometer F3.

**Материалы и методы исследований.** Объектом исследований являлась мука ржаная сеяная, вырабатываемая мукомольными предприятиями Республики Беларусь.

**Научная новизна** заключается в получении данных о состоянии углеводно-амилазного комплекса муки ржаной, что позволит обеспечить выпуск хлебобулочной продукции хорошего качества, даст возможность корректировать технологический процесс производства ржаных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

Исследования образцов муки ржаной сеяной по физико-химическим показателям качества проводились по следующим техническим нормативным правовым актам (ТНПА):

- ♦ ГОСТ 27495-87 Мука. Метод определения автолитической активности. Сущность метода заключается в определении количества водорастворимых веществ, образующихся при прогревании водно-мучной болтушки, с помощью рефрактометра [9];
- ♦ ГОСТ 27676-88. Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения. Сущность метода заключается в определении времени свободного падения шток-мешалки в клейстеризованной водно-мучной суспензии [10].

Для определения газообразующей и газодерживающей способности теста в процессе брожения использовали прибор Реоферментометр F3, позволяющий контролировать скорость изменения дав-

ления образующего диоксида углерода с дифференцированной оценкой количества диоксида углерода, которое удерживается тестом при брожении, и количества диоксида углерода, которое выделяется из него. При анализе газодерживающей способности рассматривали коэффициент удержания углекислого газа (CO<sub>2</sub>), который учитывает объемы выделенного и удержанного в процессе брожения углекислого газа [11, 12].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В испытательной лаборатории Государственного предприятия «Белтехнохлеб» проведены исследования углеводно-амилазного комплекса (по числу падения и автолитической активности) 14 образцов муки ржаной сеяной, выработанной ОАО «Калинковичхлебопродукт», ОАО «Витебский КХП», ОАО «Барановичский КХП», ОАО «Слуцкий КХП», ОАО «Минский КХП», ОАО «Борисовский КХП», ОАО «Брестхлебопродукт», ОАО «Лидахлебопродукт», ОАО «Гомельхлебопродукт», ОАО «Климовичский КХП» и ОАО «Молодечненский КХП». На основании полученных результатов установлены диапазоны числа падения и автолитической активности. Число падения исследованных образцов муки ржаной сеяной составляет (165–281) с, автолитическая активность находится в интервале (34,5–53,3) %.

Исследуемые образцы муки ржаной сеяной по значениям автолитической активности разделены на три группы:

- ♦ пониженная – до 35 % (1 образец);
- ♦ нормальная – от 36 до 50 % (9 образцов);
- ♦ повышенная – свыше 50,0 % (4 образца).

На основании проведенных исследований образцов муки ржаной сеяной получена зависимость числа падения и автолитической активности, которая представлена на рис. 1.

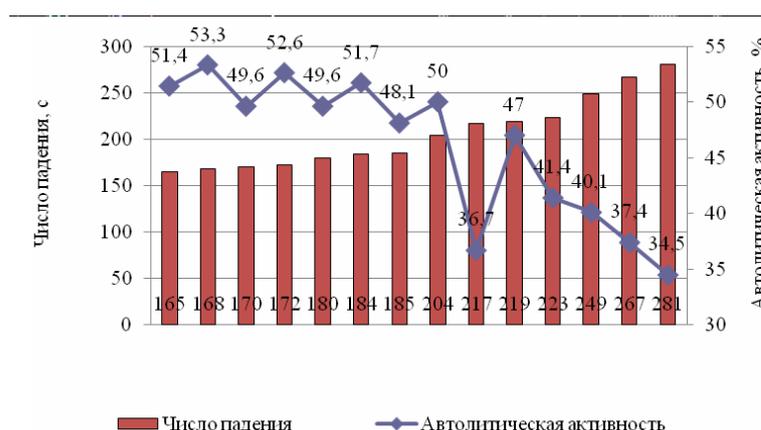


Рис. 1. Зависимость числа падения и автолитической активности  
 Fig. 1. The dependence of the number of fall and autolytic activity

В соответствии с рис. 1, в диапазоне значений числа падения до 200 с автолитическая активность высокая. По мере повышения показателя числа падения происходит снижение активности альфа-амилазы – более высоким значениям показателя числа падения соответствуют низкие значения автолитической активности.

Также были проведены исследования газообразующей и газодерживающей способности теста из ржаной сеяной муки на приборе Rheofermentometer F3.

Как известно, газообразующая способность муки зависит от состояния углеводно-амилазного комплекса и характеризуется количеством углекислого газа (CO<sub>2</sub>) в см<sup>3</sup>, выделившегося за установленный период времени при брожении теста, замешанного при определенном соотношении муки, воды и дрожжей. Газодерживающей способностью называют способность муки образовывать тесто, удерживающее то или иное количество углекислого газа, выделяющегося в тесте при его брожении [4, 5]. В отличие от теста пшеничного, в котором за удержание газов и как следствие, характер мякиша, отвечает белковая структура – клейковина, в ржаном тесте подобную функцию выполняют вещества углеводной группы – пентозаны (слизи). Белки ржаной муки при замесе теста не образуют клейковины, которая определяет газодерживающую способность теста [5].

Полученные результаты газодерживающей и газообразующей способности исследуемых образцов муки ржаной сеяной представлены в табл. 1.

Таблица 1. Показатели реоферментометрических свойств образцов муки ржаной сеяной  
Table 1. Indicators of reofermentometric properties of rye seeded

Наименование образца	Объем выделенного CO <sub>2</sub> , см <sup>3</sup>	Объем удержанного CO <sub>2</sub> , см <sup>3</sup>	Объем потерянного CO <sub>2</sub> , см <sup>3</sup>	Коэффициент удержания CO <sub>2</sub> , %	Максимальный подъем теста, мм
Образец №1	2078	1378	700	66,3	29,9
Образец №2	2184	1373	811	62,9	30,1
Образец №3	2333	1430	903	61,3	29,0
Образец №4	2018	1382	636	68,5	27,7
Образец №5	2180	1401	779	64,3	32,8
Образец №6	2323	1565	758	67,4	30,1
Образец №7	2013	1422	591	68,8	31,0
Образец №8	2118	1410	707	66,1	33,7
Образец №9	1714	1249	465	74,6	27,2
Образец №10	2144	1401	743	65,3	26,6
Образец №11	2369	1448	921	61,1	32,5
Образец №12	1807	1317	490	72,9	27,5
Образец №13	1973	1387	586	70,3	28,2
Образец №14	1951	1339	612	68,6	28,3

В результате проведенных исследований установлено, что газообразующая способность муки ржаной сеяной находится в интервале (1714–2369) см<sup>3</sup>. Как видно из табл. 1, большинство исследуемых образцов муки характеризуются достаточно высокой газообразующей способностью – (2018–2369) см<sup>3</sup>. Высокие значения газообразующей способности обусловлены большим содержанием в ржаной муке собственных сахаров и водорастворимых белков, а также наличием более активных амилолитических ферментов. В нормальном непроросшем зерне ржи наряду с бета-амилазой содержится достаточно большое количество активной альфа-амилазы. Наличие альфа-амилазы обеспечивает более полный гидролиз крахмала, а, следовательно, высокую сахарообразующую способность и, как следствие, более высокие значения газообразующей способности муки ржаной [6].

Однако ржаная сеяная мука характеризуется низкой газоудерживающей способностью теста вследствие особенностей белков ржаной муки, которые не способны к образованию клейковины из-за значительного количества декстринов и водорастворимых пентозанов [5]. Выявлено, что коэффициент газоудержания исследуемых образцов муки ржаной сеяной находится в интервале (61,1–74,6) %.

Установлена динамика газообразующей и газоудерживающей способности исследуемых образцов муки ржаной сеяной, представленная на рис. 2.

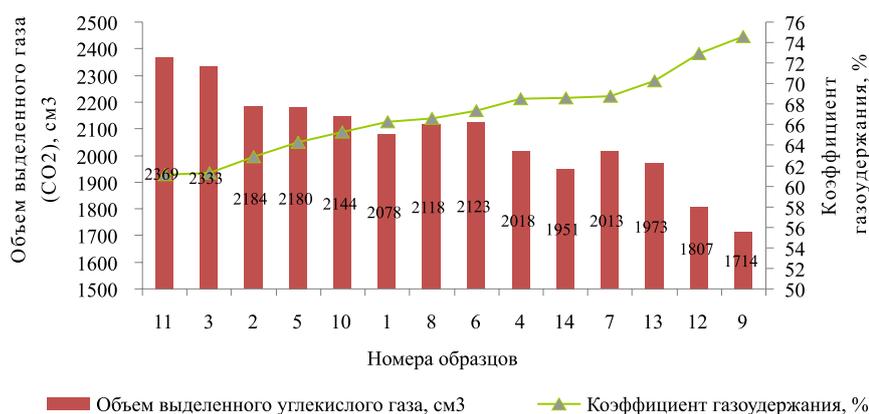


Рис. 2. Динамика газообразующей и газоудерживающей способности муки ржаной сеяной  
Fig. 2. Dynamics of gas-forming and gas-holding capacity of dough made of rye flour

В соответствии с рис. 2, наибольшая интенсивность газообразования наблюдается у образцов муки №11 и №3 – 2369 и 2333 см<sup>3</sup> соответственно. Как известно, количество водорастворимых веществ зависит от активности амилолитических ферментов. Автолитическая активность указанных образцов достаточно высокая и составляет 51,4 % и 52,6 % соответственно. Чем выше активность амило-

литических ферментов, тем больше образуется сахаров, и тем активнее протекает брожение, сопровождающееся выделением углекислого газа, что подтверждается значениями газообразования. Указанные образцы муки ржаной сеяной имеют самые низкие коэффициенты газоудержания – 61,3 % и 61,1 % соответственно. Газоудерживающая способность ржаной муки зависит от вязкости теста. Чем выше автолитическая активность муки, тем раньше и интенсивнее начинается разжижение клейстера и тем ниже будет его вязкость, что объясняет низкую способность к газоудержанию.

Наряду с этим были отмечены образцы муки ржаной сеяной с высокой автолитической активностью, но с более низкими значениями газообразующей способности – образцы № 9 и № 12 – 1714 и 1807 см<sup>3</sup> соответственно. Коэффициент газоудержания указанных образцов муки самый высокий и составляет 74,6 % и 72,9 % соответственно.

Следует отметить, что на газообразующую способность муки оказывает влияние не только активность амилолитических ферментов, но и состояние крахмала в муке (размер и степень поврежденности крахмальных зерен). Крупность и целостность крахмальных зерен влияют на консистенцию теста, его водопоглотительную способность и содержание в нем сахаров. Мелкие и поврежденные зерна крахмала способны больше связать влаги в тесте, легко поддаются действию ферментов в процессе приготовления теста, чем крупные и плотные зерна [5]. Можно предположить, что данные образцы муки содержат более плотные и крупные зерна крахмала. Чем крупнее зёрна крахмала, тем меньше эти зёрна разрушены или повреждены, тем меньше атакуемость этого субстрата бета-амилазой, в результате сахаров образуется меньше, меньше сахарообразующая способность, и, как следствие, уменьшение газообразующей способности муки. Невысокая степень поврежденных зерен крахмала обуславливает повышенную вязкость крахмальной суспензии.

На основании имеющихся литературных данных, высокая вязкость и пониженная упругость теста из ржаной муки во многом определяются свойствами слизистых веществ [4, 5]. Повышенное содержание слизи в ржаной муке влияет на консистенцию ржаного теста. Слизь препятствует образованию в ржаном тесте клейковинного каркаса, замедляют набухание крахмала, а это ведет к снижению разжижения теста, за счет чего увеличивается вязкость теста, и как следствие, возрастает его газоудерживающая способность.

Для объяснения процессов газообразования, газоудержания и взаимосвязи с автолитической активностью данных образцов муки ржаной сеяной дополнительно проводили исследования на приборе Миксолаб по стандартному протоколу «Chopin+». Для проведения испытаний были отобраны образцы муки ржаной сеяной №№ 9, 12, 11, 3 с разными коэффициентами газоудержания. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2. Индексы качества муки ржаной сеяной, полученные на приборе Миксолаб  
Table 2. Quality indices of rye seeded flour obtained on the device Mixolab

Наименование образцов	Индекс качества муки, балл					
	Индекс ВПС	Индекс Замеса	Индекс Клейковины	Индекс Вязкости	Индекс Амилолитической активности	Индекс Ретрограда ции
Образец № 9	8	0	9	8	1	2
Образец № 12	8	0	8	8	2	2
Образец № 3	9	0	9	4	1	2
Образец № 11	9	0	8	4	1	2

Как видно из табл. 2, высокие индексы ВПС соответствуют высокой водопоглотительной способности муки ржаной сеяной. Чем мельче мука, тем больше будет способность этой муки коллоидно связывать воду в процессе замеса теста, тем больше будет ее водопоглотительная способность [4]. Образцы муки ржаной сеяной № 3 и № 11 с низкими коэффициентами газоудержания (61,3 % и 61,1 %) характеризуются большей водопоглотительной способностью (63,8 % и 64,1 %). Индекс вязкости составляет 4 балла. Значения индекса вязкости связаны со структурой крахмала. Чем ниже вязкость теста, тем больше его разжижение, что вызывает снижение газоудерживающей способности.

Крахмальные зерна образцов № 9 и № 12 образуют плотный вязкий клейстер, что обуславливает высокую вязкость теста (индекс вязкости 8) и меньшее его разжижение. Плотная консистенция теста позволяет удерживать почти весь газ или большую его часть, в результате чего показатель газоудерживающей способности самый высокий – 74,6 % и 72,9 % (рис. 2).

Таким образом, в зависимости от активности ферментов и свойств крахмала муки обусловлена вязкость ржаного теста в большей или меньшей степени.

В результате проведенных исследований установлена динамика изменения газообразующей и газоудерживающей способности муки ржаной сеяной в зависимости от автолитической активности исследуемых образцов муки, представленная на рис. 3.

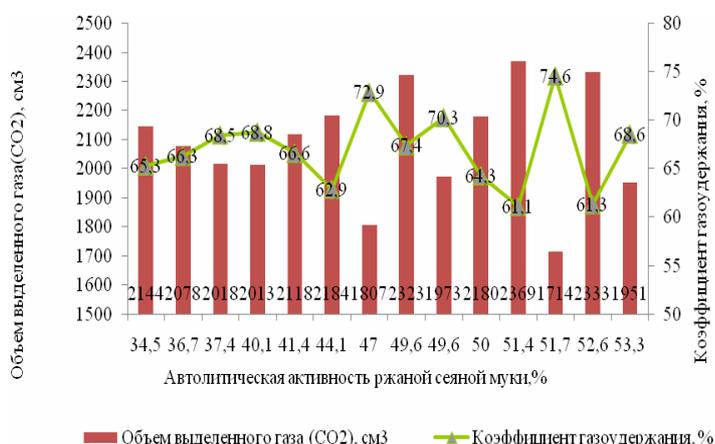


Рис. 3. Динамика изменения газообразующей и газоудерживающей способности муки ржаной сеяной в зависимости от автолитической активности

Fig. 3. Dynamics of change in gas-forming and gas-holding capacity of dough made of rye flour depending on autolytic activity

В соответствии с рис. 3, в интервале автолитической активности от 34,5 % до 41,4 % газообразование протекает интенсивно. Коэффициент газоудержания изменяется незначительно и составляет (66,3–68,8) %.

По мере повышения значений автолитической активности наблюдается более интенсивное выделение диоксида углерода, коэффициент газоудержания снижается.

Исключения составляют образцы муки ржаной сеяной с автолитической активностью 47,0 % и 51,7 %. Как было отмечено выше, указанные образцы муки ржаной сеяной (№№ 9 и 12) характеризуются более плотными зёрнами крахмала и образуют вязкий коллоидный раствор. Плотная консистенция теста позволяет удерживать почти весь газ или большую его часть, в результате чего показатель газоудерживающей способности увеличивается (рис. 4).

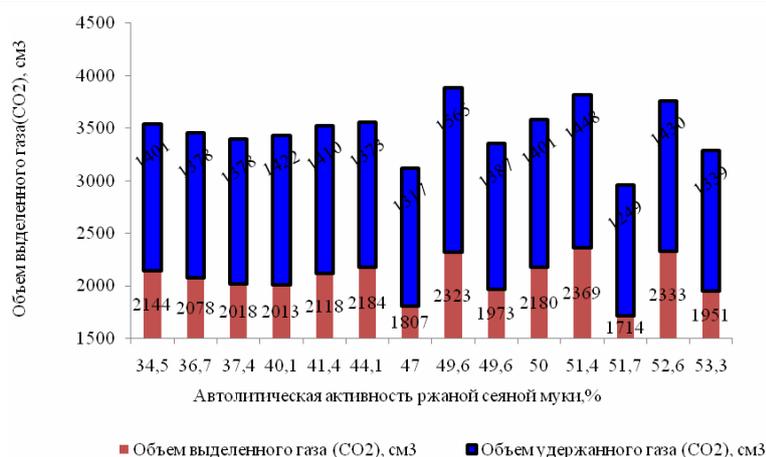


Рис. 4. Диаграмма объемов выделенного и удержанного углекислого газа (CO<sub>2</sub>) исследуемых образцов муки ржаной сеяной

Fig. 4. Chart of the volume of carbon dioxide emitted and retained (CO<sub>2</sub>) of the studied samples of rye-seeded flour

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что исследуемые образцы муки ржаной сеяной характеризуются достаточно высокой газообразующей способностью.

Установлено, что чем больше образуется углекислого газа, тем больше его выделяется из теста, тем самым снижается показатель газодерживающей способности теста. Выявлено, что связь между газообразующей и газодерживающей способностью теста имеет обратную зависимость и обусловлена практически отсутствием клейковины, которая могла бы удерживать образующийся при брожении теста углекислый газ.

Наряду с этим следует отметить, что газообразующая способность муки зависит от активности альфа-амилазы и свойств самого крахмала — его атакуемости амилолитическими ферментами, связанной с поврежденностью крахмальных зерен. По результатам исследований установлено, что в тонко размолотой муке ферментативные процессы расщепления крахмала и белков протекают быстрее, тесто разжижается, поэтому ее газообразующая способность выше, а газодерживающая — ниже. Крупные и менее поврежденные зерна крахмала обуславливают высокую вязкость теста и, следовательно, меньшее его разжижение, что объясняет более высокие значения коэффициента газодерживания некоторых образцов муки ржаной сеяной.

**Выводы.** Проанализированы и сопоставлены данные по числу падения и автолитической активности исследуемых образцов ржаной сеяной муки. Исследуемые образцы ржаной сеяной муки разделены три группы по автолитической активности: пониженная, нормальная и повышенная. По мере повышения показателя числа падения происходит снижение активности альфа-амилазы — более высоким значениям показателя числа падения соответствуют низкие значения автолитической активности.

На основании проведенных исследований установлена динамика изменения газообразующей и газодерживающей способности муки ржаной сеяной от автолитической активности. В интервале автолитической активности от 34,5 % до 41,4 % газообразование протекает интенсивно. Коэффициент газодерживания изменяется незначительно и составляет (66,3–68,8) %. По мере повышения значений автолитической активности наблюдается более интенсивное выделение диоксида углерода, коэффициент газодерживания снижается. В результате исследований образцов муки ржаной сеяной выявлено, что чем больше образуется углекислого газа, тем больше его выделяется из теста, тем самым снижается показатель газодерживающей способности теста.

#### Список использованных источников

1. Березина, Н.А. Расширение ассортимента и повышение качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с сахаросодержащими добавками: монография / Н.А. Березина. — Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет — УНПК», 2012. — 232 с.
2. Контроль влияния автолитической активности муки на качество ржаного хлеба [Электронный ресурс]. — Минск, 2016. — Режим доступа: <http://ipdo.kiev.ua>. — Дата доступа: 22.02.2017.
3. Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия : СТБ 7045-90. — Введ. 01.07.91. — Минск : Научно-производственное республиканское унитарное предприятие «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации», переиздание 2012. — 4 с.
4. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства: Учебник — 9-е изд.; перераб. и доп./ Под общ. ред. Л.И. Пучковой. — СПб. Профессия, 2005. — 416 с.
5. Цыганова, Т.Б. Технология хлебопекарного производства/ Т.Б. Цыганова. — Москва, 2001. — С. 61–68 с.
6. Пучкова, Л.И. Технология хлеба. / Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, И.В. Матвеева. — СПб : «Гипорд», 2005. — 559 с.
7. Мелешкина, Е.И. ЧП, автолитическая активность и амилограф / Е.И. Мелешкина // Хлебопродукты. — 2005. — № 10. — С. 24–25.
8. Мелешкина, Е.И. Связь числа падения со свойствами углеводно-амилазного комплекса муки / Е.И. Мелешкина // Хлебопродукты. — 2005. — № 9. — С. 28–31.
9. Мука. Метод определения автолитической активности : ГОСТ 27495-87. — Введ. 01.01.89. — Минск : Научно-производственное республиканское унитарное предприятие «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации», переиздание 2012. — 3 с.
10. Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения : ГОСТ 27676-88. — Введ. 01.07.90. — Минск : Научно-производственное республиканское унитарное предприятие «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации», переиздание 2012. — 4 с.

11. Черных, В.Я. Многопараметрический метод контроля технологических свойств ржаной хлебопекарной муки / В.Я. Черных, Н.Ю. Быкова // Хлебопродукты. – 2015. – № 12. – С. 44–49.
12. Руководство по приложениям Rheofermentometre F3 – Франция: Лаборатория приложений CHOPIN, 2004. – 84 с.

### References

1. Berezina, N.A. Expansion of the range and quality improvement of rye-wheat bakery products with sugar-containing additives: monograph / N.A. Berezina. – Orel: State University – UNPK, 2012. – 232 p.
2. Control the influence of autolytic activity of flour on the quality of rye bread [Electronic resource]. – Minsk, 2016. – Access mode : <http://ipdo.kiev.ua>. – Access date : 02.22.2017.
3. Baking rye flour. Specifications : STB 7045-90. – Enter 01.07.91. – Minsk : Scientific-Production Republican Unitary Enterprise “Belarusian State Institute of Standardization and Certification”, reprint 2012. – 4 p.
4. Auerman, L.Ya. Bakery Technology: A Textbook – 9th ed .; reclaiming and additional / Under total. ed. L.I. Puchkova. – SPb. Profession, 2005. – 416 p.
5. Tsyganova, T.B. Technology of bakery production / T.B. Tsyganov. – Moscow, 2001. – P. 61–68.
6. Puchkova, L.I., Polandova R.D., Matveeva I.V. Bread Technology / L.I. Puchkova, R.D. Polandova, I.V. Matveeva. – St. Petersburg : Giord, 2005. – 559 p.
7. Meleshkina, E.I. PE, autolytic activity and amylograph / E.I. Meleshkina // Khleboprodukty. – 2005. – № 10. – P. 24–25.
8. Meleshkina, E.I. The connection of the number of falling with the properties of the carbohydrate-amylase complex of flour / E.I. Meleshkina // Khleboprodukty. – 2005. – № 9. – P. 28–31.
9. Flour. Method for the determination of autolytic activity: GOST 27495-87. – Enter 01.01.89. – Minsk : Scientific and Production Republican Unitary Enterprise “Belarusian State Institute of Standardization and Certification”, reprint 2012. – 3 p.
10. Grain and its products. Method for determining the number of falling: GOST 27676-88. – Enter 01.07.90. – Minsk : Scientific and Production Republican Unitary Enterprise Belarusian State Institute of Standardization and Certification, reprinted 2012. – 4 p.
11. Chernykh, V.Ya. Multi-parameter method of controlling the technological properties of rye bread flour / V.Ya. Chernykh, N.Yu. Bykova// Khleboprodukty. – 2015. – № 12. – P. 44–49.
12. Application Guide Rheofermentometre F3 – France: Application Laboratory CHOPIN, 2004. – 84 p.

### Информация об авторах

*Ивашкевич Татьяна Валерьевна* – ведущий специалист (химик) испытательной лаборатории Государственного предприятия «Белтехнохлеб» (ул. Раковская, 30, 220004, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [tv-ivashkevich.75@mail.ru](mailto:tv-ivashkevich.75@mail.ru)

*Колосовская Лариса Станиславовна* – директор Государственного предприятия «Белтехнохлеб», (ул. Раковская, 30, 220004, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [texhleb@mail.ru](mailto:texhleb@mail.ru)

*Лаптенок Наталья Сергеевна* – заместитель директора Государственного предприятия «Белтехнохлеб», (ул. Раковская, 30, 220004, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [laptenokn@mail.ru](mailto:laptenokn@mail.ru)

*Карнышова Людмила Васильевна* – заведующий испытательной лабораторией Государственного предприятия «Белтехнохлеб» (ул. Раковская, 30, 220004, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [hleblab@mail.ru](mailto:hleblab@mail.ru)

### Information about authors

*Ivashkevich Tatiana V.* – leading specialist (chemist) testing laboratory of the State Enterprise «Beltechnohleb» (Rakovskaya St., 30, 220004, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [tv-ivashkevich.75@mail.ru](mailto:tv-ivashkevich.75@mail.ru)

*Kolosovskaya Larisa S.* – Director of the State Enterprise Beltechnohleb, (30 Rakovskaya St., 220004, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [texhleb@mail.ru](mailto:texhleb@mail.ru)

*Laptenok Natalia S.* – Deputy Director of the State Enterprise Beltechnohleb, (30 Rakovskaya St., 220004, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [laptenokn@mail.ru](mailto:laptenokn@mail.ru)

*Karnyshova Lyudmila V.* – Head of the Testing Laboratory of the State Enterprise Beltechnohleb (Rakovskaya St., 30, 220004, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [hleblab@mail.ru](mailto:hleblab@mail.ru)