

# ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

## FOOD TECHNOLOGY

УДК 664.6/7:641.4

### Исследование изменения свойств хлебопекарных смесей в процессе хранения

*Алехина Н.Н., Пономарева Е.И.*

**Аннотация.** В настоящее время для обогащения хлебобучных изделий используют разные виды нетрадиционного сырья. В Воронежском государственном университете инженерных технологий разработаны хлебопекарные смеси: «Черняевская» с использованием биоактивированного зерна пшеницы и «Ливенка» с применением биоактивированного зерна пшеницы и ржи. Целью исследования явилось определение свойств хлебопекарных смесей и изменения их в процессе хранения. Установлено, что степень однородности хлебопекарной смеси «Черняевская» и «Ливенка» составляла  $(90\pm 5)$  %, сыпучесть была удовлетворительной, что не требует их дополнительного перемешивания или вибрации при хранении. В течение 6 мес. хранения хлебопекарных смесей титруемая кислотность практически не изменялась, водоудерживающая способность, объемная масса, угол естественного откоса, количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов повышались, активность воды и содержание антиоксидантов уменьшались. Кроме того, оценка физико-механических свойств разработанных хлебопекарных смесей свидетельствует об их достаточной транспортабельности, сыпучести и хранимости в течение 6 мес.

**Ключевые слова:** биоактивированное зерно пшеницы и ржи, хлебопекарная смесь, свойства, хранение.

**Для цитирования:** Алехина Н.Н., Пономарева Е.И. Исследование изменения свойств хлебопекарных смесей в процессе хранения // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 1. С. 5–10.

### Investigation of changes in the properties of baking mixes during storage

*Alekhina N.N., Ponomareva E.I.*

**Abstract.** Currently, different types of non-traditional raw materials are used to enrich bakery products. Voronezh state University of engineering technologies has developed baking mixes: «Chernyaevskaya» using bioactivated wheat grain and «Livenka» using bioactivated wheat and rye grain. The purpose of the study was to determine the properties of baking mixes and their changes during storage. It was found that the degree of uniformity of the baking mixture «Chernyaevskaya» and «Livenka» was  $(90\pm 5)$  %, the flowability was satisfactory, which does not require additional mixing or vibration during storage. During 6 months of storage of baking mixes, the titrated acidity practically did not change, the water retention capacity, volume mass, angle of natural slope, the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms increased, the water activity and the content of antioxidants decreased. In addition, the evaluation of the physical and mechanical properties of the developed baking mixes indicates their sufficient transportability, flowability and storage capacity for 6 months.

**Keywords:** bioactivated wheat and rye grain, baking mix, properties, storage.

**For citation:** Alekhina N.N., Ponomareva E.I. Investigation of changes in the properties of baking mixes during storage. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 1. pp. 5–10. (In Russ.).

**Введение**

В настоящее время одной из важнейших задач в области здорового питания является расширение ассортимента продуктов повышенной пищевой и биологической ценности путем разработки технологий их приготовления с применением разных видов нетрадиционного сырья [1, 2, 3, 4]. Одним из перспективных направлений производства новых видов хлебобулочных изделий является выработка их из биоактивированного зерна злаковых культур [5, 6, 7, 8]. На кафедре технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств Воронежского государственного университета инженерных технологий (ВГУИТ) разработаны хлебопекарные смеси (ХПС) «Черняевская» (ТУ 9195-382-02068108-2016) и «Ливенка» (ТУ 10.61.24-461-02068108-2018) с использованием биоактивированного зерна пшеницы, ржи.

Полуфабрикаты мучных изделий (смеси для печенья, кексов, блинчиков и т. д.) согласно ГОСТ

Р 50366-92 хранятся не более 6 мес. со дня выработки. Хлебопекарные смеси (ХПС) также относятся к полуфабрикатам длительного хранения [9]. При этом необходимо оценить свойства новых видов ХПС, которые при хранении могут изменяться.

Целью исследования явилось определение свойств хлебопекарных смесей и изменения их в процессе хранения.

**Объекты и методы исследований**

Для реализации поставленной цели работу проводили в два этапа: на первом - осуществляли сравнительную оценку физико-химических и физико-механических свойств хлебопекарных смесей и зернопродуктов на основе которых они приготовлены (мука ржаная обдирная, пшеничная первого сорта, сухое измельченное дезинтеграционно-волновым способом биоактивированное зерно пшеницы, ржи) и устанавливали однородность ХПС, на втором – определяли изменение свойств ХПС «Черня-

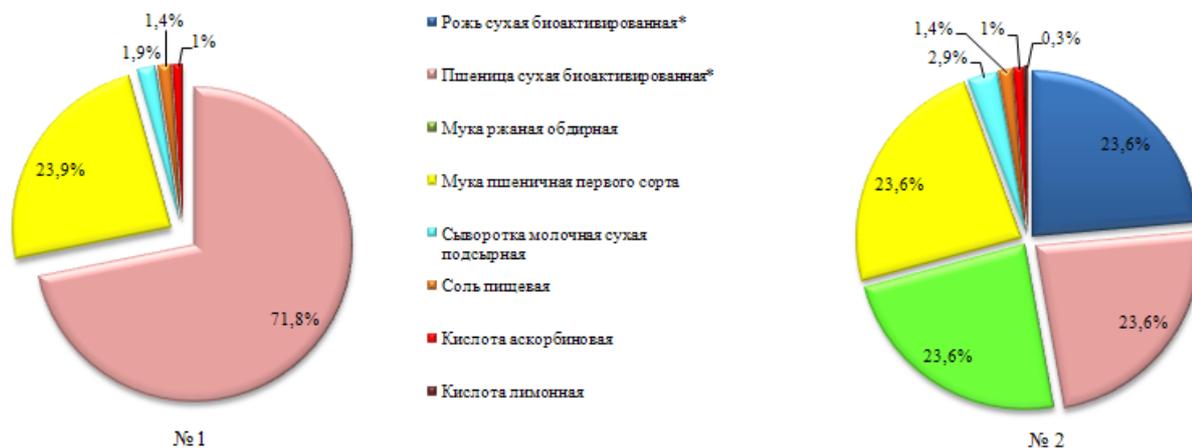


Рис. 1. Состав хлебопекарных смесей: № 1 – «Черняевская», № 2 – «Ливенка» (\*зерно пшеницы и ржи, измельченное дезинтеграционно-волновым способом)

Таблица 1 – Физико-химические и физико-механические свойства зернопродуктов и хлебопекарных смесей на их основе

Наименование свойств	Значения показателей для					
	муки		сухого биоактивированного зерна*		Хлебопекарной смеси	
	пшеничной первого сорта	ржаной обдирной	пшеницы	ржи	«Черняевская»	«Ливенка»
Влажность, %	12,0±0,5	12,5±0,5	10,0±0,5	10,0±0,5	9,7±0,5	10,1±0,5
Титруемая кислотность, град	3,0±0,1	4,5±0,1	6,3±0,1	6,7±0,1	16,0±0,1	21,5±0,1
Водоудерживающая способность, г воды/г вещества	0,76±0,02	1,37±0,03	1,57±0,03	1,83±0,04	1,02±0,02	1,22±0,02
Объемная масса, кг/м³	550±10	440±10	420±10	390±10	450±10	470±10
Угол естественного откоса, град	30±2	35±2	25±2	28±2	36±2	39±2

\*зерно, измельченное дезинтеграционно-волновым способом

Таблица 2 – Изменение физико-химических и физико-механических свойств хлебопекарных смесей при хранении

Наименование свойств	Значения показателей для хлебопекарной смеси							
	«Черняевская»				«Ливенка»			
	при хранении в течение, мес.							
	В начале хранения	2	4	6	В начале хранения	2	4	6
Титруемая кислотность, град	16,0±0,1	16,0±0,1	16,3±0,1	16,5±0,1	21,5±0,1	21,5±0,1	21,7±0,1	22,0±0,1
Водоудерживающая способность, г воды/г вещества	1,02±0,02	1,07±0,02	1,13±0,02	1,15±0,02	1,22±0,02	1,25±0,02	1,29±0,02	1,31±0,02
Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	450±10	470±10	480±10	490±10	470±10	490±10	500±10	510±10
Угол естественного откоса, град	36±2	37±2	39±2	42±2	39±2	40±2	42±2	45±2

Таблица 3 – Изменение общей обсемененности, активности воды и содержания антиоксидантов в хлебопекарных смесях при хранении

Наименование показателей	Значения показателей для хлебопекарной смеси					
	«Черняевская»			«Ливенка»		
	при хранении в течение, мес.					
	В начале хранения	3	6	В начале хранения	3	6
КМАФАнМ, КОЕ/г	менее 0,3·10 <sup>5</sup>	1,5·10 <sup>5</sup>	3,0·10 <sup>5</sup>	менее 0,3·10 <sup>5</sup>	1,0·10 <sup>5</sup>	2,3·10 <sup>5</sup>
Активность воды при температуре окружающей среды (t <sub>о.с.</sub> )	0,353 при t <sub>о.с.</sub> = 19,12 °С	0,343 при t <sub>о.с.</sub> = 21,84 °С	0,308 при t <sub>о.с.</sub> = 21,45 °С	0,345 при t <sub>о.с.</sub> = 19,14 °С	0,332 при t <sub>о.с.</sub> = 21,89 °С	0,282 при t <sub>о.с.</sub> = 21,77 °С
Суммарное содержание антиоксидантов, мг/100 г СВ	5,67	5,05	4,54	5,22	4,86	4,33

евская» и «Ливенка» при хранении в течение 6 мес. Состав ХПС «Черняевская» и «Ливенка» указан на рисунке. В ХПС и зернопродуктах исследовали объемную массу и угол естественного откоса по ГОСТ 28254-2014, количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) (для ХПС) по ГОСТ 10444.15-94, активность воды (для ХПС) на портативном гигрометре RotronicHigroPalm HP23-AW-Set, антиоксидантную активность (для ХПС) на приборе ЦветЯуза-01-АА, однородность (для ХПС), влажность, титруемую кислотность, водоудерживающую способность по методикам, указанным в пособиях [10, 11].

### Результаты и их обсуждение

Установлено, что степень однородности ХПС «Черняевская» и «Ливенка» составляла (90±5) %. Это свидетельствует о равномерном распределении компонентов в массе полуфабрикатов, что впоследствии будет способствовать получению при замесе теста однородной массы.

Для исследуемых образцов значение объемной массы составляло от 390 до 550 кг/м<sup>3</sup>, величина угла естественного откоса находилась в пределах 25-39 град (таблица 1). В соответствии с полученными значениями угла естественного откоса сухое из-

мельченное дезинтеграционно-волновым способом зерно пшеницы, ржи и мука пшеничная первого сорта характеризовались очень хорошей степенью сыпучести, мука ржаная обдирная – хорошей, хлебопекарные смеси - удовлетворительной. Наименьшей сыпучестью обладала ХПС «Ливенка».

Наибольшей водоудерживающей способностью характеризовалось зерно биоактивированной пшеницы (1,57 г воды/г вещества) и ржи (1,83 г воды/г вещества). Это обусловлено, во-первых, большим содержанием в них оболочечных частиц, обладающих повышенной водоудерживающей способностью, во-вторых, измельчением предварительно высушенных до влажности 10,0 % биоактивированного зерна пшеницы и ржи дезинтеграционно-волновым способом до размера частиц 25-30 мкм, что также способствует большей их набухаемости. Водоудерживающая способность хлебопекарной смеси «Черняевская» (1,02 г воды/г вещества) была меньше в 1,2; 1,5 и 1,8 раза по сравнению с ХПС «Ливенка», биоактивированным зерном пшеницы и ржи соответственно.

На втором этапе исследований выявлено, что при хранении хлебопекарных смесей в течение 6 мес. титруемая кислотность практически не изменялась, водоудерживающая способность, объемная масса, угол естественного откоса повышались (таблица 2). Увеличение при хранении ХПС объемной

массы свидетельствует о более плотной укладке полуфабрикатов в единице объема, угла естественного откоса - о слеживаемости их массы при хранении. Установлено, что сыпучесть обоих образцов ХПС до и после хранения характеризовалась удовлетворительной.

Определено, что КМАФАнМ незначительно возрастало в хлебопекарных смесях на протяжении всего периода хранения. ХПС «Ливенка» через 6 мес. хранения обладала меньшим их количеством (таблица 3). Это обусловлено большим содержанием в ХПС «Ливенка» органических подкислителей (сухой молочной сыворотки, лимонной кислоты) и хлебопекарной муки (пшеничной, ржаной), обладающей меньшей микробиологической обсемененностью по сравнению с биоактивированным зерном.

В процессе хранения хлебопекарных смесей активность воды в них снижалась. При этом показатель ее для ХПС «Черняевская» на протяжении всего периода хранения был больше, чем для ХПС «Ливенка». Это свидетельствует о большем содержании связанной влаги в последнем образце и менее активном развитии в нем микроорганизмов, что подтверждает полученные результаты о большей микробиологической чистоте ХПС «Ливенка».

В течение 6 мес. хранения суммарное содержание антиоксидантов в ХПС «Черняевская» было больше по сравнению с ХПС «Ливенка», что обусловлено большим содержанием в первой биоактивированного зерна. При хранении хлебопекарных смесей антиоксидантная активность их снижалась, что связано с разрушением при хранении ряда ве-

ществ, обладающих антиоксидантными свойствами: аскорбиновой кислоты, токоферола,  $\beta$ -каротина.

На основе проведенных исследований установлено, что степень однородности ХПС «Черняевская» и «Ливенка» составляла  $(90 \pm 5) \%$ , сыпучесть была удовлетворительной, что не требует их дополнительного перемешивания или вибрации при хранении. В течение 6 мес. хранения ХПС титруемая кислотность практически не изменялась, водоудерживающая способность, объемная масса, угол естественного откоса, КМАФАнМ повышались, активность воды и содержание антиоксидантов уменьшались. При этом ХПС «Черняевская» отличалась меньшими значениями титруемой кислотности, водоудерживающей способности, объемной массы, угла естественного откоса, большими – КМАФАнМ, активности воды, содержания антиоксидантов.

### Выводы

Оценка физико-механических свойств разработанных хлебопекарных смесей свидетельствует об их достаточной транспортабельности, сыпучести и хранимости в течение 6 мес., что позволит вырабатывать хлеб на основе предлагаемых ХПС в условиях предприятий на имеющихся технологических линиях без дополнительного приобретения оборудования для их хранения и дозирования.

### Литература

- [1] Курочкин А. А., Шматкова Н. Н., Шабурова Г. В. Технологические решения в производстве булочных изделий с повышенной пищевой ценностью / Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. - 2016. - Т. 6. № 4 (19). - С. 149-155.
- [2] Шматкова Н. Н., Курочкин А. А. Исследование влияния экструдированной композитной смеси семян расторопши и зерна пшеницы на срок хранения хлебобулочных изделий / Инновационная техника и технология. - 2019. - № 4 (21). - С. 26-31.
- [3] Жаркова И. М., Росляков Ю. Ф., Мирошниченко Л. А. Антиоксидантные свойства пшенично-амарантовой сдобной булочки с лецитином / Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, 2016. – № 4 (352). – С. 84-87.
- [4] Tertychnaya T. N., Manzhosov V. I., Andrianov E. A., Yakovleva S. F. New aspects of application of microalgae *Dunaliella Salina* in the formula of the enriched bread / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Voronezh : IOP Publishing Ltd, 2020 – P. 012021.
- [5] Alekhina N.N., Ponomareva E.I., Lukina S.I., Smirnykh A.A. Grain Bread with Buckwheat Bran Flour for a Healthy Diet / Journal of Engineering and Applied Sciences, 2016. - Vol.11 (12). - P. 2623-2627.

### References

- [1] Kurochkin A. A., SHmatkova N. N., SHaburova G. V. Tekhnologicheskie resheniya v proizvodstve bulochnyh izdelij s povyshennoj pishchevoj cennost'yu / Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya. - 2016. - T. 6. № 4 (19). - S. 149-155. (Technological solutions in the production of bakery products with high nutritional value)
- [2] SHmatkova N. N., Kurochkin A. A. Issledovanie vliyaniya ekstrudirovannoj kompozitnoj smesi semyan rastoropshi i zerna pshenicy na srok hraneniya hlebobulochnyh izdelij / Innovacionnaya tekhnika i tekhnologiya. - 2019. - № 4 (21). - S. 26-31. (Study of the effect of an extruded composite mixture of milk Thistle seeds and wheat grain on the shelf life of bakery products)
- [3] ZHarkova I. M., Roslyakov YU. F., Miroshnichenko L. A. Antioksidantnye svojstva pshenichno-amarantovoj sdobnoj bulochki s lecitinom / Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya, 2016. – № 4 (352). – S. 84-87. (Antioxidant properties of wheat-amaranth muffin with lecithin)
- [4] Tertychnaya T. N., Manzhosov V. I., Andrianov E. A., Yakovleva S. F. New aspects of application of microalgae *Dunaliella Salina* in the formula of the enriched bread / IOP Conference Series: Earth and

- [6] Alekhina N. N., Ponomareva E. I., Zharkova I. M., Grebenshchikov A.V. Assessment of the bioavailability of minerals and antioxidant activity of grain bread in the experiment in vivo / Russian Open Medical Journal. – 2018. – Vol. 7(4). – P. 409.
- [7] Алехина Н. Н., Пономарева Е. И., Жаркова И. М., Полянский К. К., Желтикова А. С. Оценка пищевой ценности хлебопекарных смесей и зернового хлеба на их основе / Известия вузов. Пищевая технология. – 2019. - № 1. – С. 10-14.
- [8] Sidhu J. S., Kabir Y., Huffman F. G. Functional foods from cereal grains / International Journal of Food Properties, 2007. - Vol. 10 (2). - P. 231-244.
- [9] Стабровская О. И., Романов А. С., Короткова О. Г. Многокомпонентные смеси для производства хлебобулочных изделий / Техника и технология пищевых производств. - 2009. - № 2. - С. 30-33.
- [10] Пономарева Е. И., Алехина Н. Н., Лукина С. И., Малютина Т. Н. Практикум по общей технологии отрасли (оценка качества сырья) : учебное пособие. – Воронеж, 2017. – 300 с.
- [11] Шенцова, Е.С. Методы исследования свойств зернопродуктов и вторичного сырья зерноперерабатывающих предприятий: учебное пособие / Е. С. Шенцова, Л. И. Лыткина, А. А. Шевцов. – Воронеж : ВГУИТ, 2011. – 183 с.
- Environmental Science. – Voronezh : IOP Publishing Ltd, 2020 – P. 012021.
- [5] Alekhina N.N., Ponomareva E.I., Lukina S.I., Smirnykh A.A. Grain Bread with Buckwheat Bran Flour for a Healthy Diet / Journal of Engineering and Applied Sciences, 2016. - Vol.11 (12). - P. 2623-2627.
- [6] Alekhina N. N., Ponomareva E. I., Zharkova I. M., Grebenshchikov A.V. Assessment of the bioavailability of minerals and antioxidant activity of grain bread in the experiment in vivo / Russian Open Medical Journal. – 2018. – Vol. 7(4). – P. 409.
- [7] Alekhina N. N., Ponomareva E. I., Zharkova I. M., Polyanskiy K. K., Zheltikova A. S. Ocenka pishchevoj cennosti hlebopekarnyh smesey i zernovogo hleba na ih osnove / Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2019. - № 1. – S. 10-14. (Evaluation of the nutritional value of baking mixes and grain bread based on them)
- [8] Sidhu J. S., Kabir Y., Huffman F. G. Functional foods from cereal grains / International Journal of Food Properties, 2007. - Vol. 10 (2). - P. 231-244.
- [9] Stabrovskaya O. I., Romanov A. S., Korotkova O. G. Mnogokomponentnye smesi dlya proizvodstva hlebobulochnyh izdelij / Tekhnika i tekhnologiya pishchevyykh proizvodstv. - 2009. - № 2. - S. 30-33. (Multicomponent mixtures for the production of bakery products)
- [10] Ponomareva E. I., Alekhina N. N., Lukina S. I., Malyutina T. N. Praktikum po obshchej tekhnologii otrasli (ocenka kachestva syr'ya) : uchebnoe posobie. – Voronezh, 2017. – 300 s. (Workshop on the General technology of the industry (quality assessment of raw materials))
- [11] SHencova, E. S. Metody issledovaniya svoystv zernoproduktov i vtorichnogo syr'ya zernopererabatyvayushchih predpriyatij: uchebnoe posobie / E. S. SHencova, L. I. Lytkina, A. A. SHEvcov. – Voronezh : VGUIT, 2011. – 183 s. (Methods for studying the properties of grain products and secondary raw materials of grain processing enterprises)

**Сведения об авторах**

**Information about the authors**

<p><b>Алехина Надежда Николаевна</b> кандидат технических наук доцент кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» 394036, Россия, г. Воронеж, пр-т Революции, 19 <b>Тел.:</b> +7(473) 255-38-51 <b>E-mail:</b> Nadinat@yandex.ru</p>	<p><b>Alekhina Nadezhda Nikolaevna</b> PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Technology of bakery, confectionery, macaroni and grain processing industries» Voronezh State University of Engineering Technologies <b>Phone:</b> +7(473) 255-38-51 <b>E-mail:</b> Nadinat@yandex.ru</p>
<p><b>Пономарева Елена Ивановна</b> доктор технических наук профессор кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» 394036, Россия, г. Воронеж, пр-т Революции, 19 <b>Тел.:</b> <b>E-mail:</b> elena6815@yandex.ru</p>	<p><b>Ponomareva Elena Ivanovna</b> D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Technology of bakery, confectionery, macaroni and grain processing industries» Voronezh State University of Engineering Technologies <b>Phone:</b> <b>E-mail:</b> elena6815@yandex.ru</p>