



## Исследование показателей качества хлебобулочных изделий, изготовленных на закваске спонтанного брожения

<sup>1</sup>А.А. Слинкин\*, <sup>1</sup>Н.Ш. Никулина, <sup>1</sup>Е.И. Кощина, <sup>2</sup>М.В. Белова

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Башкирский государственный аграрный университет», Уфа, Российская Федерация

\*E-mail: [s-artemk@yandex.ru](mailto:s-artemk@yandex.ru)

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»,  
Саратов, Российская Федерация

### Резюме

Данное исследование посвящено изучению показателей качества хлебобулочных изделий на основе спонтанной (дикой) закваски, состоящей из муки и сула. В работе проанализированы качественные показатели сырья, органолептические, физико-химические и микробиологические показатели закваски, а также проведены экспериментальные выпечки баранок. Полученная закваска активизировалась через 36 часов. В ее составе были обнаружены дрожжи и молочнокислые бактерии. В ходе исследований определена оптимальная доля закваски - 30% от массы муки - для достижения оптимальной структуры и органолептических показателей готовых изделий. Предложенные рекомендации способствуют успешному внедрению технологии хлебопечения с применением спонтанной закваски.

**Ключевые слова:** хлебобулочные изделия, закваска спонтанного брожения, органолептический и физико-химический контроль качества

**Цитирование:** Слинкин А.А., Никулина Н.Ш., Кощина Е.И., Белова М.В. Исследование показателей качества хлебобулочных изделий, изготовленных на закваске спонтанного брожения. *Biomics*. 2025. 17(3). 254-262. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2025-22

© Авторы, Слинкин А.А., Никулина Н.Ш., Кощина Е.И., Белова М.В., 2025

## Analysis of quality parameters of bakery products made with spontaneous fermentation sourdough

<sup>1</sup>A.A. Slinkin, <sup>1</sup>N.Sh. Nikulina, <sup>1</sup>E.I. Koshchina, <sup>2</sup>M.V. Belova

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education  
«Bashkir State Agrarian University», Ufa, Russian Federation

\*E-mail: [s-artemk@yandex.ru](mailto:s-artemk@yandex.ru)

<sup>2</sup>Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov,  
Saratov, Russian Federation

### Resume

This research is devoted to studying the quality indicators of bakery products based on spontaneous (wild) sourdough, composed of flour and wort. The study analyzed the qualitative characteristics of raw materials, as well as the organoleptic, physico-chemical, and microbiological properties of the sourdough. Experimental baking of bagels was also conducted. The obtained sourdough became active after 36 hours, and yeast and lactic acid bacteria were detected in its composition. During the research, an optimal sourdough proportion—30% of the flour mass—was determined to achieve the desired structure and organoleptic qualities of the finished products. The proposed recommendations facilitate the successful implementation of breadmaking technology using spontaneous sourdough.

**Keywords:** bakery products, spontaneous fermentation sourdough, organoleptic and physicochemical quality control

**Citation:** Slinkin A.A., Nikulina N.Sh., Koshchina E.I., Belova M.V. Analysis of quality parameters of bakery products made with spontaneous fermentation sourdough. *Biomics*. 2025. 17(3). 254-262. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2025-22

© The Authors, Slinkin A.A., Nikulina N.Sh., Koshchina E.I., Belova M.V., 2025

### Введение

Хлеб и хлебобулочные изделия занимают одно из ведущих мест в питании человека. В них находится большое количество углеводов, которые являются одним из основных источников глюкозы для организма [Жукова и др. (Zhukova et al.), 2021].

При производстве хлебобулочных изделий на крупных промышленных предприятиях разрыхление теста осуществляется биологическим способом – используются хлебопекарные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Эффект разрыхления теста достигается за счет диоксида углерода, образующегося в результате жизнедеятельности микроорганизмов (дрожжей и/или гетероферментативных молочнокислых бактерий). Особенностью продукции, изготовленной с использованием биологических разрыхлителей, наряду с характерной текстурой мякиша, структурой пористости и объемом изделий, является наличие специфических и неповторимых оттенков вкуса и запаха [Winters et al., 2019; Garcia-Hernandez et al., 2022]. Жаркова, Сафонова (Zharkova, Safonova), 2021; Жаркова и др. (Zharkova et al.), 2015; Amann et al., 2022].

В последние годы отмечается повышенный интерес к выработке хлебобулочных изделий на заквасках, в том числе в ремесленных и домашних условиях [Хлесткин и др. (Khlestkin et al.), 2022]. Закваска спонтанного брожения – это естественный симбиоз молочнокислых бактерий и диких дрожжей. Она представляет собой полуфабрикат хлебопекарного производства, получаемый сбраживанием питательной смеси из муки и воды молочнокислыми бактериями или молочнокислыми бактериями и хлебопекарными дрожжами, которые могут попадать в закваску из исходного сырья или из промышленных стартовых микробных композиций [Ауэрман (Auerman), 2009; De Vuyst et al., 2017]. Хлебобулочные изделия, изготовленные на заквасках, характеризуются широким спектром вкусо-ароматических характеристик, увеличенным сроком хранения [Жаркова и др. (Zharkova et al.), 2023].

Процесс выведения таких заквасок представляет собой регулярное обновление закваски за счет добавления порций муки и воды с последующим ферментативным брожением до достижения необходимой готовности. После завершения брожения часть зрелой закваски используется для замеса теста, а оставшаяся часть — для следующего этапа обновления. Таким образом, формируется непрерывный цикл

ведения закваски, что способствует сохранению активного состояния микробиологической культуры и обеспечению её качественных характеристик, соответствующих заданным параметрам. Это, в свою очередь, позволяет получать хлебобулочные изделия со стабильными потребительскими свойствами.

Цель работы заключалась в определении показателей качества хлебобулочных изделий, приготовленных с использованием закваски спонтанного брожения. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: 1) провести анализ качества исходного сырья; 2) вывести закваску спонтанного брожения; 3) провести органолептическую, физико-химическую и микробиологическую оценку закваски спонтанного брожения; 4) провести пробные лабораторные выпечки хлебобулочных изделий; 5) провести органолептическую и физико-химическую оценку готовых изделий.

### Материалы и методы

Исследования проводились на кафедре технологии продукции общественного питания и переработки растительного сырья БашГАУ. Бактериальный анализ проводился в микробиологической лаборатории кафедры с соблюдением стерильных условий.

Для изготовления хлебобулочных изделий использовали следующее сырье: мука 1 сорт по ГОСТ 26574-2017, сусло пивное по ГОСТ Р 53358-2009, соль поваренная пищевая по ГОСТ Р 51574-2018 (ОАО «Башкирская содовая компания», Россия), сахар по ГОСТ 33222-2015, вода питьевая СанПиН 2.1.4.559-96.

Органолептическую оценку муки проводили по ГОСТ 26574, соли – по ГОСТ 51547, сахара – по ГОСТ 33222. Влажность муки определяли по ГОСТ 9404. Автолитическую активность муки по числу падения определяли по ГОСТ 27676. Массовую долю влаги в сахаре – по ГОСТ 12570.

Микробиологическое исследование закваски проводилось с помощью микроскопирования и окрашивания молочнокислых бактерий по Граму. Для изучения микрофлоры пшеничной закваски, определения наличия микроорганизмов, таких как дрожжи и молочнокислые бактерии, применялся метод Коха. Посев осуществлялся в чашки Петри на стерильный сусло-агар (pH 5,0).

Органолептические показатели образцов лабораторной выпечки определяли по ГОСТ 32677.

На кафедре была проведена дегустация. В качестве опрошенных (30 чел.) выступили студенты и сотрудники университета. В результате были получены усредненные показатели по критериям оценки. Влажность изделий определяли по ГОСТ 7128. Кислотность анализировали по ГОСТ 7128.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Под качеством сырья понимают совокупность его технологических, физических и химических свойств, которое обеспечивает высокий уровень технологического процесса и качества выпускаемых изделий.

Муку пшеничную хлебопекарную анализировали по требованиям ГОСТ 26574-2017 «Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия». Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели качества пшеничной муки 1 сорта  
Table 1. Quality indicators of wheat flour grade 1

| Показатель<br>Indicator                                                        | Требования ГОСТ 26574-2017<br>Requirements of GOST 26574-2017                                                                                         | Фактическое значение показателя<br>Actual value of the indicator                           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цвет<br>Color                                                                  | Белый или белый с желтоватым оттенком<br>White or white with a yellowish tint                                                                         | Белый с желтоватым оттенком<br>White with a yellowish tint                                 |
| Запах<br>Smell                                                                 | Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый<br>Typical of wheat flour, no foreign odors, not musty, not moldy      | Свойственен муке, без посторонних запахов<br>Typical of flour, no foreign odors            |
| Вкус<br>Taste                                                                  | Свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький<br>Typical of wheat flour, without foreign tastes, not sour, not bitter | Без посторонних привкусов, не кислый, не горький<br>No foreign taste, not sour, not bitter |
| Наличие минеральной примеси<br>Presence of mineral impurities                  | При разжевывании муки не должно ощущаться хруста<br>When chewing flour, there should be no crunching sensation.                                       | При разжевывании хруста не ощущается<br>There is no crunching sensation when chewing       |
| Массовая доля влаги, %, не более<br>Mass fraction of moisture, %, no more than | 15,0                                                                                                                                                  | 11,4                                                                                       |
| Число падения, не менее<br>Falling number, not less than                       | 200                                                                                                                                                   | 202                                                                                        |

По результатам приведенных анализов мука пшеничная 1 сорта соответствует требованиям ГОСТ 26574-2017. Соль, применяемая для приготовления теста, анализировали и сравнивали с показателями ГОСТ Р 51574-2018 Соль пищевая. Общие

технические условия. Органолептические показатели, представленные в таблице 2, свидетельствуют о соответствии органолептических показателей поваренной соли требованиям стандарта.

Таблица 2. Результаты анализа качества соли поваренной  
Table 2. Results of the analysis of the quality of table salt

| Показатель<br>Indicator   | Требования ГОСТ<br>Requirements of GOST                                | Фактическое значение показателя<br>Actual value of the indicator       |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Внешний вид<br>Appearance | Кристаллический сыпучий продукт<br>Crystalline bulk product            | Кристаллический сыпучий продукт<br>Crystalline bulk product            |
| Вкус<br>Taste             | Соленый, без постороннего привкуса<br>Salty, without any foreign taste | Без постороннего привкуса, соленый<br>Salty, without any foreign taste |
| Цвет<br>Color             | Белый<br>White                                                         | Белый<br>White                                                         |
| Запах<br>Smell            | Без посторонних запахов<br>No foreign odors                            | Без посторонних запахов<br>No foreign odors                            |

Таблица 3. Результаты анализа качества сахара-песка  
Table 3. Results of the analysis of the quality of granulated sugar

| Показатель<br>Indicator                                                           | Требования ГОСТ<br>Requirements of GOST                                                                                               | Фактическое значение показателя<br>Actual value of the indicator |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Цвет<br>Color                                                                     | Белый чистый, без пятен<br>White pure, without spots                                                                                  | Белый, чистый<br>White pure                                      |
| Вкус и запах<br>Taste and Smell                                                   | Свойственный сахару, сладкий, без<br>посторонних запахов и привкусов<br>Typical of sugar, sweet, without<br>foreign smells and tastes | Свойственный сахару, сладкий<br>Characteristic of sugar, sweet   |
| Внешний вид<br>Appearance                                                         | Однородная масса кристаллов<br>Homogeneous mass of crystals                                                                           | Однородная масса кристаллов<br>Homogeneous mass of crystals      |
| Массовая доля влаги, %, не более<br>Mass fraction of moisture, %, no<br>more than | 0,10                                                                                                                                  | 0,10                                                             |

Данные, приведенные в таблице 3, свидетельствуют о соответствии органолептических показателей сахара требованиям стандарта.

Качество воды, применяемой для приготовления заквасок спонтанного брожения, соответствует «Санитарным правилам и нормам» (СанПиН 2.1.4.559-96). Вода прозрачная, бесцветная, не имеет постороннего запаха и вкуса.

Закваска представляет собой непрерывно расходуемую по частям и вновь возобновляемую фазу. Для выведения закваски необходима пшеничная мука 1 сорта и пивное сусло. Смесь муки и сусла создает питательную среду из микроорганизмов, присутствующих в муке и попадающие в тесто из воздуха. Закваску спонтанного брожения получали путем смешивания пшеничной муки с солодовым суслом в соотношении 1:1 при температуре 25-30°C.

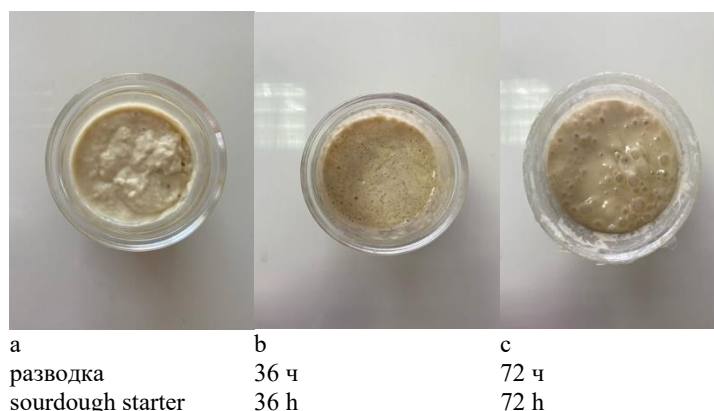


Рисунок 1. Признаки бродительной активности в течение 72 часов  
Figure 1. Signs of fermentation activity within 72 hours

Через 36 час наблюдались признаки бродительной активности (рисунок 1). Биомасса закваски имела пористую структуру и легкий спиртовой запах. Закваску подпитывали питательной смесью из пшеничной муки и солодового сусла в соотношении 1:3. Через 24 час после освежения объем биомассы увеличился в 2 раза при этом закваска приобрела воздушную структуру, спиртовой запах усилился.

Процесс приготовления готовой к использованию закваски продолжался в течении 3 суток. Каждую фазу приготовления закваски

необходимо определять начальную и конечную температуру, начальную и конечную кислотность и подъемную силу. Также необходимо следить за температурой воздуха и влажностью. Консервацию и хранение закваски производят при 0-4 °C. При этой температуре процессы жизнедеятельности микрофлоры не останавливаются, протекают в замедленном темпе.

Результаты органолептической и физико-химической оценки закваски спонтанного брожения представлены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты органолептической и физико-химической оценки закваски спонтанного брожения

Table 4. Results of organoleptic and physicochemical evaluation of spontaneous fermentation starter

| Показатель<br>Indicator                                   | Характеристика<br>Characteristic                                                                          |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Запах<br>Smell                                            | Кисломолочный с легким запахом органических кислот<br>Fermented milk with a slight smell of organic acids |
| Вкус<br>Taste                                             | Свойственный<br>Peculiar                                                                                  |
| Цвет<br>Color                                             | Светло-бежевый с сероватым оттенком<br>Light beige with a grayish tint                                    |
| Температура закваски, °C<br>Sourdough temperature, °C     |                                                                                                           |
| - начальная<br>- initial                                  | 22                                                                                                        |
| - конечная<br>- final                                     | 30                                                                                                        |
| Кислотность закваски, град.<br>Sourdough acidity, degrees |                                                                                                           |
| - начальная<br>- initial                                  | 4                                                                                                         |
| - конечная<br>- final                                     | 10                                                                                                        |
| Влажность, %<br>Moisture, %                               | 50                                                                                                        |

Как видно из данных, представленных в таблице 4, закваска спонтанного брожения обладает высокими органолептическими и физико-химическими показателями, имеет оптимальные значения pH, является безопасной и подходит для дальнейшего производства хлебобулочных изделий высокого качества.

Подъемная сила закваски определялась методом всплывания «шарика». Таким образом, подъемная сила в термостате составила 30 мин., при комнатной температуре 45 мин. По результатам наблюдений была выявлена зависимость кислотности закваски от продолжительности брожения (рисунок 2).

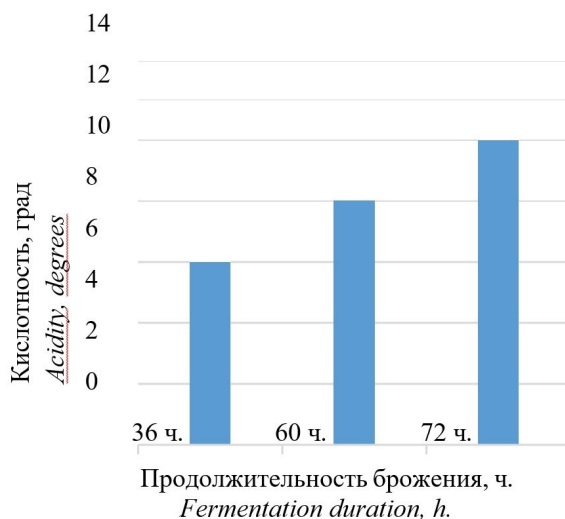


Рисунок 3. Изменение кислотности закваски в зависимости от продолжительности брожения  
Figure 3: Changes in sourdough acidity depending on fermentation duration

Установлено, что чем длительнее время брожения закваски, тем быстрее увеличивается накопление кислотообразующих бактерий и вследствие этого повышается кислотность. Так, у выброженной закваски при температуре 28°C кислотность составляла 8 град., время брожения 36 ч. Через 24 ч кислотность повысилась и составляла 10 град.

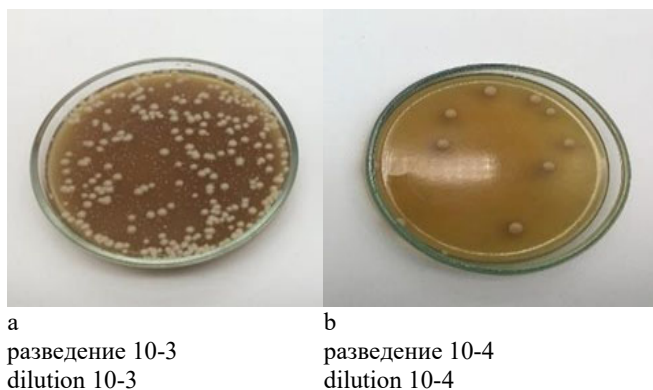


Рисунок 4. Колонии микроорганизмов в ржаной закваске спонтанного брожения  
Figure 4: Microbial colonies in spontaneously fermented rye sourdough

На рисунке 4 представлены результаты количественного определения микроорганизмов в закваске, где в разведениях  $10^{-3}$  –  $10^{-4}$  были обнаружены колонии микроорганизмов, имеющиеся на плотных средах, по размеру крупные, выпуклые, блестящие, кремового цвета, с гладкой поверхностью и ровным краем, визуально похожие на колонии дрожжей. Также в чашке Петри были культивированы другие виды колоний по размеру мелкие, округлой формы, с гладкой поверхностью, по профилю – плоские, имеющие серо-белый цвет.

Хорошим разведением является то, из которого при высеве в чашке Петри выросло от 30–50

до 100– 300 колоний. В нашем случае в чашке №1 выросло 200 колоний с учетом разведения  $10^{-3}$  и посева 0,1 мл в чашку Петри, также с таким же разведением выросло 275 колоний другого вида. В чашке №2 с учетом разведения  $10^{-4}$  число колоний составило 11, ее для подсчета не использовали. Таким образом, в первом виде колоний (в чашке №1) микроорганизмов в 1 мл составило  $2,0 \cdot 10^6$  КОЕ/мл, во втором виде колоний микроорганизмов в 1 мл составило  $2,8 \cdot 10^6$  КОЕ/мл.

Результаты микропирования закваски приведены на рисунке 5.

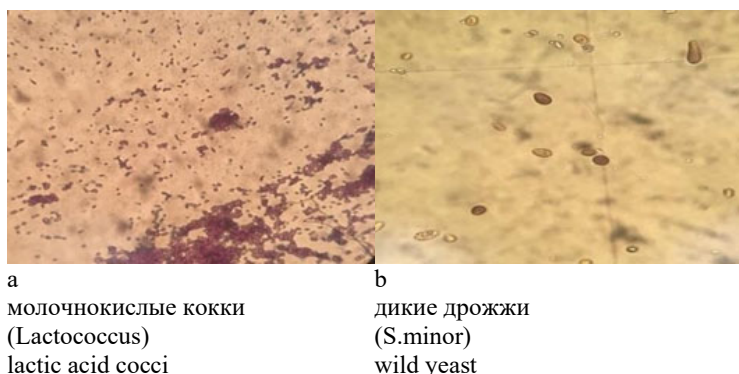


Рисунок 5. Результаты микропирования (по визуальной оценке)  
Figure 5: Results of microscopy (by visual assessment)

Молочнокислые бактерии окрашивались по Граму. Предположительно в закваске наблюдались молочнокислые кокки, которые относятся к семейству Streptococcaceae, а именно рода - лактококков (*Lactococcus*). Представители рода *Lactococcus* выглядят под микроскопом как сферические или овальные клетки диаметром 0,5-1,5 мкм, располагающиеся в виде отдельных одиночных клеток, попарно или короткими цепочками. Также в поле зрения наблюдались более мелкие округленные формы, похожие на дикие дрожжи *Saccharomyces minor*.

После анализа закваски спонтанного брожения, производилась лабораторная пробная выпечка баранок, для выявления оптимального внесения закваски в процентном содержании (10%, 20%, 30%, 40%, 50%) от массы муки к закваске и сравнивалась с контрольной выпечкой на КМКЗ. Результаты показаны на рисунке 6. На рисунке 7 представлены результаты пробной лабораторной выпечки в разрезе с различной дозой внесения закваски.



Рисунок 6. Результаты пробной лабораторной выпечки баранок (указан процент внесения закваски)  
Figure 6: Results of the trial laboratory baking of bagels (the percentage of starter added is indicated)



Рисунок 7. Результаты пробной лабораторной выпечки баранок в разрезе (указан процент внесения закваски)  
Figure 7: Results of laboratory test baking of cross-sectioned bagels (percentage of starter added is indicated)

По результатам проведения пробной лабораторной выпечки (рисунки 6 и 7) установлено, что оптимальным является образец с внесением закваски 30%. Дальнейшее увеличение количества закваски до 40-50% приводит к ухудшению органолептических показателей изделия длительного хранения.

После охлаждения готовой продукции, производилась оценка его качества по органолептическим и физико-химическим показателям. Органолептические показатели представлены в таблице 5.

Таблица 5. Органолептические показатели готовых хлебных изделий  
Table 5. Organoleptic characteristics of finished bread products

| Показатели качества изделия<br>Product quality indicators | Варианты пробных выпечек / Trial baking options                                                                  |                            |                                                                 |    |                                                     |                |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------|----------------|
|                                                           | Контроль<br>Control                                                                                              | Закваска, % / Sourdough, % |                                                                 |    |                                                     |                |
|                                                           |                                                                                                                  | 10                         | 20                                                              | 30 | 40                                                  | 50             |
| Форма<br>Form                                             | Овальное или округлое кольцо / Oval or rounded ring                                                              |                            |                                                                 |    |                                                     |                |
| Поверхность<br>Surface                                    | Глянцевитая, без вздутий и загрязнений / Glossy, without bulges or dirt                                          |                            |                                                                 |    |                                                     |                |
| Цвет<br>Color                                             | Светло-коричневый / Light brown                                                                                  |                            |                                                                 |    |                                                     |                |
| Пропеченность<br>Bakedness                                | Пропеченный<br>Baked                                                                                             |                            |                                                                 |    | Не пропеченный<br>Not baked                         |                |
| Промес<br>Mixed dough                                     | Без комочков и следов непромеса<br>Without lumps and traces of unmixed dough                                     |                            |                                                                 |    | Без комочков и непромеса<br>No lumps or undermixing |                |
| Вкус<br>Taste                                             | Свойственный, без<br>постороннего вкуса<br>Characteristic, without<br>foreign taste                              |                            | Вкус развитый, сложный<br>The taste is developed and<br>complex |    |                                                     | Кислый<br>Sour |
| Запах<br>Smell                                            | Свойственный данному виду изделий, без постороннего запаха<br>Typical for this type of product, no foreign smell |                            |                                                                 |    | Кислый<br>Sour                                      |                |

По данным из таблицы 5 можно сделать вывод, что баранки на закваске спонтанного брожения без прессованных дрожжей также соответствуют требованиям ГОСТ по всем органолептическим показателям. В бараночных

изделиях с внесением 50% закваски ухудшаются органолептические показатели качества бараночных изделий. В таблице 6 приведены физико-химические показатели.

Таблица 6. Физико–химические показатели качества баранок  
Table 6. Physicochemical indicators of the quality of bagels

| Показатель<br>Indicator               | ГОСТ<br>32124-<br>2013<br><br>GOST<br>32124-<br>2013 | Варианты пробных выпечек / Trial baking options |                           |      |      |     |     |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------|------|------|-----|-----|
|                                       |                                                      | контрольный<br>образец<br>control<br>sample     | Закваска, % / Surdough, % |      |      |     |     |
|                                       |                                                      |                                                 | 10                        | 20   | 30   | 40  | 50  |
| Влажность, %<br>Humidity, %           | не более<br>no more<br>19,0                          | 18,5                                            | 18,5                      | 18,7 | 18,9 | 22  | 25  |
| Кислотность, град<br>Acidity, degrees | не более<br>no more<br>3,0                           | 2,8                                             | 2,4                       | 2,4  | 2,5  | 3,0 | 3,2 |

По данным таблицы 6 можно сделать вывод, что баранки на закваске спонтанного брожения без прессованных дрожжей также соответствуют требованиям ГОСТ по физико-химическим показателям. В бараночных изделиях с внесением 50% закваски ухудшаются органолептические показатели качества бараночных изделий.

### Выводы

Экспериментально доказано, что применение традиционной закваски на основе пшеничной муки и солодового суслу позволило достичь высоких значений биохимических и микробиологических характеристик, необходимых для полноценного ферментативного созревания теста.

Установлено, что внесение спонтанной закваски в количестве 30% от массы муки способствует формированию оптимальных органолептических и физико-химических качеств хлебобулочного изделия. Превышение указанной дозировки вызывает ухудшение вкусовых и структурных свойств хлеба, проявляющееся в избыточной кислотности и недостаточной равномерности пропекания.

Разработанные рекомендации позволяют эффективно внедрить традиционную технологию хлебопечения с использованием натуральной закваски, способствуя сохранению аутентичных национальных технологий и минимизации потребления пищевых добавок, улучшая экологичность и полезность продуктов питания.

### Литература

Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. СПб.: Профессия, 2009.  
Жаркова И. М., Росляков Ю. Ф., Иванчиков Д. С. Закваски спонтанного (естественного) брожения: особенности технологии и роль в современном хлебопекарном производстве. *Техника и технология*

*пищевых производств.* 2023. 3(53). 525-544. doi: 10.21603/2074-9414-2023-3-2455

Жаркова И.М., Кумченко Т.А., Проскурина М.А. и др. Исследование запаха хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки, приготовленного на разных заквасках и подкислителе. *Хлебобродуцкты.* 2015. (8). 47–49.

Жаркова И.М., Сафонова Ю.А. Обоснование рациональной дозировки закваски «Эвиталия» для безглютенового хлеба из амарантовой муки. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий.* 2021. 83(3). 174-181. doi: 10.20914/2310-1202-2021-3-174-181

Жукова Ю.С., Маринина А.Ю., Лыбенко Е.С. и др. Обоснование необходимости проектирования хлебобулочных изделий лечебно-профилактического назначения для больных сахарным диабетом. Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2021. 4. 17-24. doi: 10.24412/2311-6447-2021-4-17-24

Хлесткин В.К., Локачук М.Н., Савкина О.А. и др. Таксономическая структура бактериальных сообществ в хлебных заквасках спонтанного брожения. *Вавиловский журнал генетики и селекции.* 2022. 4(26). 385-393. doi: 10.18699/VJGB-22-47

Amann LS, Frank O, Dawid C et al. The sensory-directed elucidation of the key tastants and odorants in sourdough bread crumb. *Foods.* 2022. 11(15). 2325. doi: 10.3390/foods11152325

De Vuyst L, Van Kerrebroeck S, Leroy F. Microbial ecology and process technology of sourdough fermentation. *Adv. Appl. Microbiol.* 2017. 100. 49-160. doi: 10.1016/bs.aambs.2017.02.003

Garcia-Hernandez A, Roldan-Cruz C, Vernon-Carter EJ et al. Effects of leavening agent and time on bread texture and in vitro starch digestibility. *Journal of Food Science and Technology.* 2022. 59(5). 1922–1930. doi: 10.1007/s13197-021-05206-1

Winters M, Panayotides D, Bayrak M et al. Defined co-cultures of yeast and bacteria modify the aroma, crumb and sensory properties of bread. *Journal of Applied Microbiology*. 2019. 127(3). 778–793. doi: 10.1111/jam.14349

# References

Amann LS, Frank O, Dawid C et al. The sensory-directed elucidation of the key tastants and odorants in sourdough bread crumb. *Foods*. 2022. 11(15). 2325. doi: 10.3390/foods11152325

Auerman LYa. Technology of Bakery Production. Saint-Petersburg, Professiya Publ., 2009. (in Russ.)

De Vuyst L, Van Kerrebroeck S, Leroy F. Microbial ecology and process technology of sourdough fermentation. *Adv. Appl. Microbiol.* 2017. 100. 49-160. doi: 10.1016/bs.aambs.2017.02.003

Garcia-Hernandez A, Roldan-Cruz C, Vernon-Carter EJ et al. Effects of leavening agent and time on bread texture and in vitro starch digestibility. *Journal of Food Science and Technology*. 2022. 59(5). 1922–1930. doi: 10.1007/s13197-021-05206-1

Khlestkin VK, Lockachuk MN, Savkina OA et al. Taxonomic structure of bacterial communities in sourdoughs of spontaneous fermentation. *Vavilovskii Zhurnal Genet Selektii*. 2022. 26(4). 385-393. (In Russ.) doi: 10.18699/VJGB-22-47

Winters M, Panayotides D, Bayrak M et al. Defined co-cultures of yeast and bacteria modify the aroma, crumb and sensory properties of bread. *Journal of Applied Microbiology*. 2019. 127(3). 778–793. doi: 10.1111/jam.14349

Zharkova IM, Kuchmenko TA, Proskurina MA et al. Research of a smell of the bread from mix of rye and wheat flour made on different ferments and acidifiers. *Bread Products*. 2015 (8). 47–49. (In Russ.)

Zharkova IM, Roslyakov YuF, Ivanchikov DS. Sourdoughs of Spontaneous (Natural) Fermentation in Modern Bakery Production. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2023. 53(3). 525–544. (In Russ.). doi: 10.21603/2074-9414-2023-3-2455

Zharkova IM, Safonova JA. Substantiation of rational dosage of "Evitalia" sourdough culture for gluten-free bread from amaranth flour. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2021. 83(3). 174-181. (In Russ.) doi: 10.20914/2310-1202-2021-3-174-181

Zhukova YuS, Marinina AYu, Lybenko ES et al. Justification of the need to design bakery products for therapeutic and prophylactic purposes for patients with diabetes mellitus. Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products. 2021. 4. 17-24. (In Russ.) doi: 10.24412/2311-6447-2021-4-17-24