# ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ХЛЕБА ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ

**Эргашева У.С.**
Бухарский государственный университет
**Халилов И.М.**
Институт микробиологии Академии
наук Республики Узбекистан
**Мухамадиев Б.Т.**
Бухарский государственный
технический университет, г. Бухара, Узбекистан
**Халилова Ф.М.**
**Мирзаева Ш.У.**
Бухарский государственный университет
https://doi.org/10.5281/zenodo.23386619

**Аннотация.** Во всём мире особенно в настоящее время отмечается повышенный интерес населения к возрождению традиционных, веками успешно применяемых, технологий производства основных продуктов питания, в частности, к производству бездрожжевого пшеничного хлеба на заквасках. Данный вид продукции характеризуется эксклюзивными вкусовыми и ароматическими профилями, питательной ценностью и устойчивостью к микробной контаминации. В связи с этим важное значение приобретают исследования по совершенствование технологии бездрожжевого пшеничного хлеба на заквасках спонтанного брожения.

**Ключевые слова:** функциональный хлеб, пищевая ценность, бездрожжевое пшеничный хлеб, функциональный хлебобулочные изделия, здоровое питание, зерно, зерно продукты, влажность, кислотность.

# TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL BREAD WITH ENHANCED NUTRITIONAL VALUE

**Abstract.** Worldwide, particularly at present, there is a growing public interest in reviving traditional, time-tested technologies for the production of staple foods, specifically the production of sourdough-based unleavened wheat bread. This type of product is characterized by exclusive flavor and aromatic profiles, high nutritional value, and resistance to microbial contamination. In this regard, research aimed at improving the technology of sourdough-based unleavened wheat bread produced by spontaneous fermentation is of paramount importance.

**Keywords:** functional bread, nutritional value, unleavened wheat bread, functional bakery products, healthy diet, grain, grain products, moisture, acidity.

**Введение.** Одной из основных и важных задач государства, сформулированных в Доктрине продовольственной безопасности всех стран, является устойчивое обеспечение населения качественной, безопасной и доступной пищевой продукцией в

объемах, обеспечивающих рациональные нормы потребления пищевой продукции, а также формирование принципов здорового образа жизни, включающих формирование рациона здорового питания для всех групп населения [1]. Приоритетным и стратегическим направлением научно-технологического развития в области агробиотехнологий, которое сформулировано в Стратегии научно-технологического развития, является эффективная переработка сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных продуктов питания, в том числе функционального назначения [2]. В связи с этим, особое значение в пищевой и перерабатывающей промышленности уделяется комплексной переработке сельскохозяйственного сырья, в том числе переработке вторичных ресурсов, обеспечивающей получение пищевых добавок, а также возможность создания с их применением функциональных пищевых продуктов (ФПП), потребление которых позволит сократить потери от алиментарно зависимых заболеваний, благодаря восполнению дефицита макро- и микронутриентов в пищевом статусе населения. Известно, что наиболее эффективным направлением в области создания функциональных пищевых продуктов (ФПП) является обогащение дефицитными нутриентами или их комплексами в виде обогащающей добавки традиционных продуктов питания массового потребления, которые пользуются повседневным спросом, а именно, хлебобулочных изделий. Для обогащения традиционных хлебобулочных изделий широко применяются поликомпонентные пищевые добавки растительного происхождения, в том числе полученные в результате переработки вторичных растительных ресурсов.

Учитывая это, актуальной проблемой является разработка эффективной технологии функциональных хлебобулочных изделий с применением для обогащения пищевой добавки.

В основе методологии проведенных исследований лежит обзор научной литературы, постановка проблемы, разработка цели, задач и программы исследований, проведение лабораторных опытов, математическая обработка экспериментальных данных и анализ полученных результатов. Работа выполнена в соответствии с классическими методиками и ГОСТами.

В данной научной работе оценку качества объектов исследования проводили по номенклатуре показателей качества, которая представлена в таблице 1.1.

**Таблица 1.1. Номенклатура показателей качества объектов исследования**

| Номенклатура | Вид показателей |
|---|---|
| 1 | 2 |
| **Мука пшеничная хлебопекарная** | |
| Органолептические показатели | Цвет, вкус, запах |
| Физико – химические показатели | Влажность,%.<br>Титруемая кислотность, град.<br>Количество и качество клейковины |
| Химический состав | Массовая доля нутриентов, в % на СВ |
| **Зерно пшеницы** | |

| Номенклатура | Вид показателей |
|---|---|
| Показатели качества | Количество непроросших зёрен, %.<br>Влажность, %.<br>Водопоглотительная способность, %.<br>Площадь зерна, мм$^2$ |
| Химический состав | Массовая доля нутриентов, в % на СВ |
| Показатели безопасности | Массовая доля токсичных элементов, микотоксинов и пестицидов, мг/кг |
| **Продукты переработки семян сои (жмых, мука из жмыха)** | |
| Органолептические показатели | Цвет, запах, вкус, внешний вид, |
| Показатели безопасности | Массовая доля токсичных элементов, микотоксинов и пестицидов, мг/кг.<br>Микробиологические показатели |
| Физико-химические показатели | Влажность, %.<br>Кислотное число, мг КОН. Перекисное число, % I.<br>Активность уреазы, Δ pH.<br>Объёмная масса, г/дм$^3$.<br>Угол естественного откоса, град. |
| Биологическая ценность | Аминокислотный состав белка, г/100 г белка.<br>КРАС, %. Биологическая ценность, %.<br>Фракционный состав белков, % |
| **Сухие виноградные выжимки** | |
| Органолептические показатели | Внешний вид, цвет, запах, вкус |
| Нр.нгррр | Влажность, %.<br>Фракционный состав, % |
| Показатели безопасности | Массовая доля токсичных металлов, ион –нитратов, пестицидов. |
| **Порошок из виноградных выжимок** | |
| Органолептические показатели | Внешний вид, цвет, запах, вкус.<br>Наличие примесей. |
| Физико-химические показатели | Массовая доля сухих веществ, %.<br>Активная кислотность, pH |
| Реологические показатели | Фракционный состав, %.<br>Эквивалентный диаметр и размер частиц.<br>Насыпная плотность, кг/м$^3$. |
| Химический состав | Массовая доля нутриентов, в % на СВ |
| **Модельные образцы ржаных заквасок** | |
| Химический состав | Массовая доля нутриентов, в % на СВ |
| Физико-химические показатели | Влажность, %.<br>Титруемая кислотность, град.<br>Объёмная масса, мл. |
| Микробиологические показатели | Общее микробное число, КОЕ/г.<br>Количество дрожжей, КОЕ/г.<br>Вид по микроскопом. |
| **Образцы хлеба** | |

| Номенклатура | Вид показателей |
|---|---|
| Оргонолептические показатели | Внешний вид, вкус, запах, состояние мякиша |
| Физико-химические показатели | Влажность, %. Титруемая кислотность, град. Пористость, %. Набухаемость, $см^3$. Крошковатость, %. |
| Показатели безопасности | Наличие признаков картофельной болезни хлеба при хранении |

Оценку качества сырья, использованного в работе, производили по методикам, описанным в соответствующих ГОСТах и профилирующей литературе..

Зерно пшеницы и мука пшеничная 1-го сорта. Пробы муки анализировали на соответствие требованиям O'z DSt 1115:2017.

Органолептические показатели определяли визуально по методике, которая описана в ГОСТ 27558-87 Мука и отруби. Методы определения запаха, вкуса цвета и хруста.

Влажность - базовым ускоренным методом по стандарту ГОСТ 29144 – 91. Зерно и зерно продукты. Определение влажности.

Кислотность муки – стандартным методом титрования по болтушке по ГОСТ 27493-87 Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке.

Количество сырой клейковины - путём отмывания её из теста вручную, а качество - по сопротивлению деформирующей нагрузке ( $H_{деф}^{ИДК}$, ед. пр.) на приборе ИДК-1- по ГОСТ 27839-2013 Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины.

Массовую долю белка - методом Лоури, основанном на реакции реактива Фолина с фенольными радикалами аминокислот, в результате которой образуется соединение, придающее синюю окраску раствору белка по ГОСТ Р 54390-2011 /ISO/TS 16634-2:2009.

Массовую долю крахмала определили поляриметрическим методом по ГОСТ стандарту № 10845-98. Зерно и продукты его переработки, Метод определения крахмала; декстринов - колориметрическим методом по ГОСТ Р 51228-98 (ИСО 3983-77).

Массовую долю сахаров - перманганатным методом по ГОСТ 8756.13.

Массовую долю клетчатки (целлюлозы) – по методу Кюршнера и Ганека [3].

Энергетическую ценность рассчитывали по методике, описанной в руководстве [3].

Массовую долю Ca, Mg, Fe - методом пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии на анализаторе AAS-1 фирмы Цейс (Германия) по ГОСТ 24556-89.

Массовую долю Na – ионометрическим методом (основной) с помощью стеклянного натрий селективного электрода ЭСЛ-51-07 по ГОСТ 13496.1-98.

Массовую долю P - фотометрическим методом (основной метод) по ГОСТ 30615-99 Сырьё и продукты пищевые. Метод определения фосфора.

Массовую долю витаминов группы B - методом жидкостной хроматографии на спектрофотометре СФ-46 по инструкции к прибору и ГОСТ 25999-83; E - методом высокоэффективной жидкостной хроматографии по ГОСТ EN 12822-2014.

Соевый жмых и полуобезжиренная мука из соевого жмыха.

Органолептические показатели и влажность определяли аналогично зерну и муке по ГОСТ 27558-87, ГОСТ 29144-91и ГОСТ 11812-66 соответственно.

Минеральные примеси – визуально, просеиванием и взвешиванием по ГОСТ 10854-88.

Кислотное число - методом экстракции жира н- гексаном и титровании извлеченных свободных жирных кислот раствором КОН концентрации 0,1 моль/дм$^3$ [4] поГОСТ 31700-2012.

Перекисное число – титриметрическим методом по ГОСТ 31485-2012 Комбикорма. Метод определения перекисного числа.

Активность уреазы в семенах (зерне) сои определяли потенциометрическим методом на стационарном pH-метр FP20 по инструкции к прибору и ГОСТ ISO 5506-2013.

Активность уреазы в единицах pH рассчитывали по формуле 1:

$A = pH_1 - pH_o$,(1)

где $pH_1$– значение pH в основном измерении; $pH_o$ – значение pH в контрольном измерении.

Угол естественного откосау семян (зерна) определяли с помощью угломера; объёмную массу – по ГОСТ 28254-2014.

Замачивание и проращивание зерна производили в лабораторных условиях с использованием питьевой воды в течение 48 часов при температуре 18 ± 2 °C. Влажность зерна в конце проращивания составляет45,0 ± 1,0 %, размер ростков – 2,0 ± 0,5 мм. Оптимальные условия подготовки зерна пшеницы для проращивания были экспериментально обоснованы в работах [8-16].

**Получение полуобезжиренной муки из соевого жмыха**

Для получения полуобезжиренной муки из соевого жмыха (сокр. МСЖ) был проведен лабораторный помол на молотковой дробилке типа МД 2х2, после предварительного подсушивания. Просеивали продукты размола на лабораторном рассеве через сито №35.

**Получение порошка из виноградных выжимок**

Для получения порошка свежие виноградные выжимки сушили в гелиосушилке фирмы «Hohenheim» (ФРГ) до влажности 9,0±1,0%. Затем измельчали в лабораторной микромельнице ЛЗМ-1 до крупности частиц 40,0…50,0 мкм.

**Приготовление закваски спонтанного (естественного) брожения**

При проведении исследования закваску спонтанного брожения готовили по рецептуре, представленной в таблице 1.2.

Для приготовления питательной смеси смешивали муку пшеничную I-го сорта, ржаную обойную и воду в соотношении 1:1:2. Смесь перемешивали с предварительно закисшей закваской, помещали в термостат и инкубировали при температуре 30±2$^0$C. Через каждые 24 ч производили отбор 50,0 % готовой закваски и добавляли аналогичное количество питательной смеси [4]. Общая продолжительность выведения данной закваски составляла 120 часов (5 суток).

**Таблица 2.2**

**Расход сырья и полуфабрикатов и режим приготовления закваски в разводочном цикле**

| Сырьё | Расход сырья (в гр.) при продолжительности разведения закваски (час/сут.) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 24/1 | 48/2 | 72/3 | 96/4 | 120/5 |
| Мука пшеничная 1 сорт | 25 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Мука ржаная обойная | 25 | - | - | - | - | - |
| Вода (t = 45-50 °С) | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Закваска | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Выход | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Расход сырья и полуфабрикатов в опытных вариантах закваски представлен в таблицах 4.1, 4.2 и описан в разделе 4.1 данной работы.

**Приготовление теста и хлеба**

Серию пробных выпечек проводили по общепринятой методике согласно ГОСТ 27669-88 [4] на лабораторном оборудовании фирмы «Wiesheu GmbH» (ФРГ). В качестве прототипа использовали стандартную унифицированную рецептуру на данный вид хлеба (табл.1.3).

**Таблица 1.3**

**Рецептура приготовления хлеба**

| Сырьё и полуфабрикаты | Расход сырья, % |
|---|---|
| Мука пшеничная хлебопекарная (1 сорт) | 100,0 |
| Дрожжи прессованные хлебопекарные | 1,5 |
| Соль поваренная пищевая | 1,5 |
| Масло растительное для смазки форм | 0,15 |
| Итого: | 103,15 |
| Вода | По расчёту (исходя из влажности хлеба) [120] |

При замесе теста в контрольном и опытных вариантах дрожжи были заменены на закваски. Тестовые заготовки массой 0,400 кг (для формового хлеба массой 0,370 кг) формовали вручную. Расстойку заготовок осуществляли в термостате при температуре паровоздушной среды 35-40$^0$С и относительной влажности 75-80%. Изделия выпекали при температуре 220-230 °С до готовности [5].

**Методы анализа качества полуфабрикатов**

Влажность теста определяли на приборе ВНИИХП–ВЧ экпресс методом при температуре 160°С в течение 5 мин. [6].

Титруемую кислотность теста - по методике, которая описана в руководстве [6].

Количество кислотообразующих бактерий - по ГОСТ 10444.11-89 Продукты пищевые. Методы определения молочнокислых микроорганизмов в счётной камере Горяева с помощью микроскопа ZSM (Польша); дрожжей – путём посева на плотные агаризованные питательные среды и подсчёта в камере Горяева [7].

**Методы анализа качества готовых изделий**

Готовую продукцию анализировали через 16-18 часов после выпечки на соответствие требованиям ГОСТ №27842-88 (Хлеб из пшеничной муки. Технические условия) [4] по органолептическим и физико-химическим показателям.

Органолептические показатели качества хлеба на соответствие требованиям ГОСТ №27842-88 [5] определяли по методике, описанной в руководстве [7].

Влажность – стандартным методом по ГОСТ № 21094-75 (Хлеб и хлебобулочные изделия). Методы определения влажности.

Кислотность – ускоренным методом по ГОСТ 5670-96 Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности [7].

Набухаемость мякиша хлеба - по видоизменённой методике Катца и выражали объём набухшего мякиша в $см^3$ [8].

Крошковатость мякиша хлеба (%) определяли по методике, разработанной в МГУППе [5]. Из центральной части мякиша вырезали кубики мякиша размером 25х25х25 мм и взвешивали на технических весах, затем их помещали на платформу лабораторного механизированного рассева, «просеивали» кубики мякиша в течение 15 мин. при частоте вращения платформы рассева 190 об/мин. Остатки кубиков и частицы мякиша, оставшиеся на сите взвешивали.

Наличие признаков заболевания хлеба картофельной болезнью в процессе хранения определяли визуально по наличию специфических признаков, появляющихся в процессе его хранения.

**Специальные методы исследования**

Показатели уровня токсикологической безопасности сырья определяли в соответствии с общепринятыми методами исследований на соответствие требованиям СанПиН №0366-19 «Санитарные правила, нормы и нормативы Республики Узбекистан».

Токсикологические показатели [4] определяли по ГОСТ 31262-2004, ГОСТ 31262-2004 и ГОСТ 26927-86. Микотоксины: афлатоксин В1 - методом высокоэффективной жидкостной хроматографии по ГОСТ EN 15891-2013,ГОСТ 31691-2012 и ГОСТ ISO 15141-2-2013. Пестициды - по методическим указаниям Минздрава Республики Узбекистан № 012-3/0010 от 30.12.2003 г. Микробиологические показатели. КМАФиМ - по ГОСТ 10444.15-94; БГКП (колиформы) – по ГОСТ 30518-97; патогенные микроорганизмы - по ГОСТ 30519-97, дрожжи и плесени – по ГОСТ 10444.12-88, бактерии – по ГОСТ 32031-2012. Содержание ион-нитратов [4] - по ГОСТ 29270-95.

**Методы статистической обработки результатов исследований**

Для оптимизации состава производственной рецептуры и параметров технологического процесса приготовления бездрожжевого хлеба на закваске спонтанного брожения из муки пшеничной сортовой использован пакет программ STATISTICA6.0, графические интерпретации результатов исследований – с помощью математических сред Mathcad [8].

**Характеристика основного сырья, применявшегося в работе**

В работе использовали 3 пробы муки пшеничной I-го сорта (табл. 1.4).

**Таблица 1.4**

**Характеристика проб муки пшеничной 1-го сорта**

| Показатели | Значение показателей проб муки | | | |
|---|---|---|---|---|
| | UzDSt 1115:2017 | 1 | 2 | 3 |
| Влажность, % | Не более 15,0. | 12,3±0,2 | 12,0±0,1 | 12,5±0,1 |
| Кислотность, град | Не нормируется | 3,0±0,2 | 3,2±0,1 | 3,4±0,1 |
| Массовая доля клейковины, % (в пересчёте на влажность муки 14,5%) | Не менее 30,0 | 32,0±0,2 | 34,2±0,2 | 32,5±0,1 |
| Упругость клейковины, $H_{деф}^{ИДК}$, ед.пр. | 45…90 | 68±1,0 | 70±1,0 | 72±1,0 |
| Группа качества | - | I | I | I |

Все пробы муки пшеничной характеризуются, как «средние» по силе с нормальной газообразующей способностью и соответствуют требованиям O'z DSt 1115:2017.

Зерно пшеницы, соевый жмых, полуобезжиренная мука из соевого жмыха, виноградные выжимки и порошок являлись объектами исследования, показатели качества которых описаны в главе III.

Прочее сырьё отвечалотребованиям соответствующих ГОСТ.

**Использованная литература**

1. Габитов Б.Х. Обсуждения и споры о вреде дрожжевого хлеба/ Б.Х. Габитов, А.З. Каримова// Вестник Российского университета кооперации. -2014. -№ 4 (18). -С. 117-120.
2. Денисенко Л. Чем опасен современный хлеб. / Л. Денисенко. - https://roscontrol.com/community/article/chem-opasen-sovremenniy-hleb/
3. Дрожжевой хлеб - вред или польза для здоровья человека. - https://ezoport.ru/praktika/ezotericheskoe-pitanie/drozhzhevoj-hleb-vred-ili-polza-dlja-zdorovja-cheloveka.html.
4. Дрожжи - опасное биологическое оружие.- https://m.ok.ru/group/52630903980167/topic/155453934569607.
5. Хлеб на соде польза и вред. - https://vred-ili-polza.ru/hleb-na-sode-pol-za-i-vred.html.
6. Лукин А. А. Разработка технологии бездрожжевого хлеба / А. А. Лукин, С. П. Меренкова, Д. Г. Лигостаев// Молодой ученый. - 2016. - № 11 (115). - С. 411-414.
7. Бездрожжевой хлеб на минеральной воде. -https://rutube.ru/video/1e97e112d5b7d7727c28a09a122dea2f/
8. Про выпечку с паром. – URL: https://mariana-aga.livejournal.com/118738.html.
9. Хлеб, приготовленный на пару, полезнее испечённого. - URL: https://5armia.ru/articles/119/
10. Жаркова И.М. Закваски спонтанного (естественного) брожения: особенности технологии и роль в современном хлебопекарном производстве/ И.И. Жаркова, Ю.Ф.

Росляков, Д.С. Иванчиков.//Техника и технология пищевых производств.-2023.-Т.53.-№3.-С.525–544.- https://doi.org/10.21603/ 2074- 9414-2023-3-2455.

11. Gänzle MG. BREAD. Sourdough bread. In: Batt CA, Tortorello ML, editors. Encyclopedia of food microbiology. Academic Press, 2014. -Pp.309–315. - URL:https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00045-8.
12. Winters M. Defined co-cultures of yeast and bacteria modify the aroma, crumb and sensory properties of bread/M. Winters M, D. Panayotides, M. Bayrak [et al.].//Journal of Applied Microbiology. – 2019. - №127(3). – Pp.778–793.
13. Garcia-Hernandez A. Effects of leavening agent and time on bread texture and in-vitro starch digestibility/ A. Garcia-Hernandez, C. Roldan-Cruz, EJ Vernon-Carter, J. Alvarez-Ramirez//Journal of Food Science and Technology.-2022. -№59 (5). – Pp.1922–1930.
14. Мухамадиев Б.Т., Эргашева У.С., Мирзаева Ш.У., ФОРМИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА., Тезисы докладов XIV Международной научной конференции студентов и аспирантов ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ Могилев БГУТ 2026., С. – 101,
15. Ergashova Umida Sobir qizi, Mirzayeva Shoxista Usmonovna, ZARDOBDAN FOYDALANGAN HOLDA NON ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASI, Iqtidorli talabalar, magistrantlar, tayanch doktorantlar, va doktorantlarning, "Tafakkur va talqin" mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjuman to‘plami, Buxoro, 2026, B. - 273-275.
16. Эргашова Умида Собир кизи, Мирзаева Шохиста Усмоновна, ФОРМИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА, Iqtidorli talabalar, magistrantlar, tayanch doktorantlar, va doktorantlarning, "Tafakkur va talqin" mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjuman to‘plami, Buxoro, 2026, B. - 273-275.