

## **ЭЛЕКТРОКОНТАКТНАЯ ВЫПЕЧКА ЗЕРНОВОГО ХЛЕБА С ДОБАВКОЙ ПШЕННОЙ МУКИ**

**В процессе выпечки значительно снижается биологическая ценность хлебобулочных изделий, что уменьшает положительный эффект от внесения добавок биологически активных веществ, в частности, содержащихся в пшеничной муке. Выпекая хлебобулочные изделия с биологически активными добавками электроконтактным способом возможно снизить потерю биологической ценности, что повышает пищевую и биологическую ценность готовых изделий**

**В результате исследований технологии приготовления зернового хлеба с добавкой пшеничной муки, выпекаемого электроконтактным способом, было выявлено, что увеличение дозировки пшеничной муки приводит к повышению кислотности зернового полуфабриката в процессе брожения. Увеличение дозировок пшеничной муки приводит к ускорению процесса электроконтактной выпечки. Влияние добавки пшеничной муки на кислотность и влажность готового зернового хлеба не установлено. Внесение до 20% пшеничной муки в рецептуру зернового хлеба приводит к повышению пористости готовых изделий, а дальнейшее увеличение – к снижению. С внесением пшеничной муки мякиш зернового хлеба приобретает желтую окраску и вкус пшена. При внесении пшеничной муки более 20% на поверхности зернового хлеба появляется белый налет, при увеличении дозировки пшеничной муки хлеб приобретает горьковатый привкус.**

**Ключевые слова:** электроконтактный способ выпечки, зерновой хлеб, пшеничная мука, комплексный показатель качества.

Зерновой хлеб является одним из представителей хлебобулочных изделий, относящихся к функциональным продуктам питания. Одним из способов повышения пищевой и биологической ценности зернового хлеба является использование при его приготовлении продуктов крупяного производства, в частности пшеничной муки.

Пшено обладает липотропным действием (препятствует отложению жира) и оказывает положительное влияние на работу сердечнососудистой системы, печени и кроветворения. Пшено в народной медицине ценится как продукт, дающий силу, «укрепляющий тело». В пшене много кремния – микроэлемент, из которого все живые существа строят свои кости, панцири и скорлупу, а также кожу, волосы и ногти. Высокое содержание меди придает тканям дополнительную эластичность. Богатое содержание клетчатки в пшене способствует мягкому и щадящему очищению кишечника от шлаков. В пшене много железа, которое связывает кислород в крови и очень хорошо усваивается в комбинации с витамином С. Содержащиеся в пшене минеральные вещества – калий и магний нормализуют деятельность сердечной мышцы, а фосфор укрепляет костную ткань и зубы. В пшене высокое содержание таких незаменимых аминокислот как лейцин и гистидин.

Для большинства способов приготовления зернового хлеба характерны следующие стадии:

мойка и дезинфекция зерна, замачивание очищенного зерна, диспергирование увлажненного зерна и внесение рецептурных компонентов, брожение зернового полуфабриката, формование изделий и их термическая обработка. Наиболее часто прогрев зерновых полуфабрикатов производят радиационно-конвективным способом, при этом под воздействием высоких температур разрушаются полезные биологически активные вещества.

Электроконтактный способ выпечки позволяет быстро и равномерно прогревать изделия, а также снизить образование нежелательных веществ и в большей мере сохранить биологически активные вещества, что приводит к повышению пищевой и биологической ценности готовых изделий [1]–[14].

В связи с вышесказанным целью работы являлось исследование технологии приготовления зернового хлеба с добавкой пшеничной муки, выпекаемого электроконтактным способом.

Подготовка зерна пшеницы заключалась в мойке его водопроводной водой, дезинфекции слабым раствором перманганата калия и повторном промывании. Дезинфекцию проводили водным раствором перманганата калия из расчета 15 г перманганата калия, растворенного в 1 м<sup>3</sup> воды на 1 т зерна. Увлажнение зерна проводили путем заливания избыточным количеством воды температурой 20–25 °С и вы-

держивания в ней в течение трех часов. После замачивания зерно измельчали на лабораторном прессе. Для измельчения пшеницы использовали лабораторную валковую мельницу.

Зерновой полуфабрикат замешивали безопарным способом из измельченной зерновой массы, пшеничной муки и пшеничной муки, соотношение которых приведены в таблице 1, вносили в него 2,5% сухих дрожжей, 0,8% соли, доводили до влажности 50% и отправляли на брожение в течение 2,5 часов при температуре 32±2 °С. В процессе брожения каждые 15 мин контролировали кислотность и подъемную силу зернового полуфабриката. Выброженный зерновой полуфабрикат помещали в установку для электроконтактной выпечки и отправляли на расстойку в течение 60 минут, после чего выпекали электроконтактным способом при напряжении 220 В.

Из предварительных экспериментов было выявлено, что увеличение дозировки пшеничной муки приводит к повышению кислотности зернового полуфабриката в процессе брожения, что наиболее заметно в образцах с заменой 30–50% зерновой массы на пшеничную и пшеничную муку. Внесение пшеничной муки в количестве до 40% к массе измельченного зерна в большинстве образцов приводила к увеличению начальных значений подъемной силы зерновых полуфабрикатов.

В процессе ЭК-выпечки контролировали изменение силы тока и температуры образцов.

Установлен характер изменения силы тока и температуры зерновых образцов в процессе ЭК выпечки. В начале ЭК-выпечки сила тока увеличивается, затем ее рост прекращается и через некоторое время, вновь увеличивается, достигая максимальных значений, после чего снижается и к концу выпечки достигает нулевых значений. Температура выпекаемых заготовок увеличивается и достигает значения около 100 °С в момент достижения силы тока максимальных значений. Следует отметить, что в образцах, содержащих от 70 до

50% зерновой массы, при максимальных дозах пшеничной муки, отмечаются самые быстрые снижения значений силы тока до нулевых отметок. На рисунках 1 и 2 приведены графики изменения силы тока и температуры для образцов зернового хлеба, содержащего 60% зерновой массы и различное соотношение пшеничной и пшеничной муки.

Качество образцов зернового хлеба оценивали по органолептическим и физико-

Таблица 1. Соотношение измельченной зерновой массы, пшеничной и пшеничной муки в образцах зернового полуфабриката

№ образца	Зерно пшеницы	Мука пшеничная высший сорт	Пшеничная мука
1	100	0	0
2	90	10	0
3	90	5	5
4	90	0	10
5	80	20	0
6	80	10	10
7	80	0	20
8	70	30	0
9	70	20	10
10	70	10	20
11	70	0	30
12	60	40	0
13	60	30	10
14	60	20	20
15	60	10	30
16	60	0	40
17	50	50	0
18	50	40	10
19	50	30	20
20	50	20	30
21	50	10	40
22	50	0	50

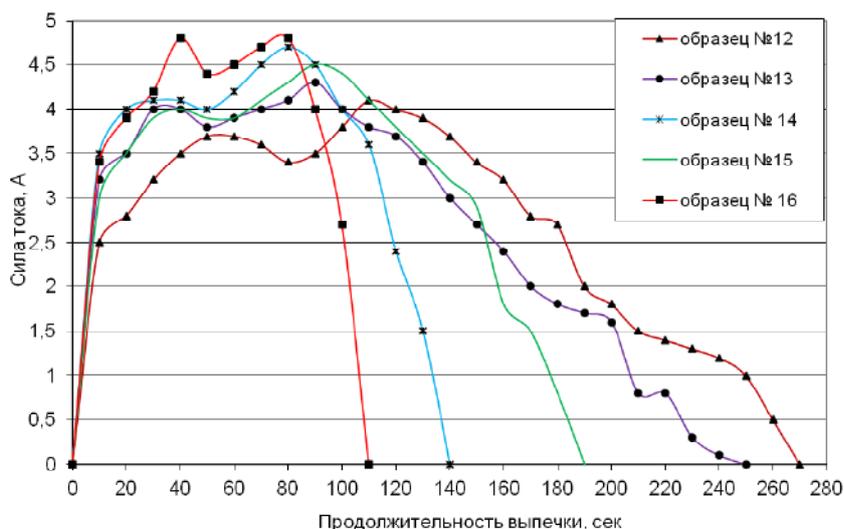


Рисунок 1. Изменение силы тока в процессе ЭК-выпечки

химическим показателям (влажность, пористость, кислотность).

Органолептическую оценку хлеба проводили по пятибалльной шкале, разработанной для оценки зернового хлеба [4] по четырем показателям: вкусу, запаху, консистенции и внешнему виду. Вычисление единого значения органолептической оценки – комплексного показателя органолептических свойств (КПОРГ) зернового хлеба ЭК-выпечки проводилось путем суммирования баллов по каждому показателю, умноженных на коэффициент значимости, который составлял для внешнего вида – 3, консистенции – 4, вкуса – 8 и запаха – 5. Общая оценка органолептических свойств образцов зернового

хлеба вычислялась как среднее арифметическое оценок всех экспертов. На рисунках 3–6 представлены физико-химические показатели и КПОРГ различных образцов зернового хлеба.

Анализ данных, представленных на рисунке 3, позволил установить, что в образцах, содержащих 90–50% зерновой массы, замена до 50% пшеничной муки на пшеничную приводит к повышению пористости готовых изделий, дальнейшее увеличение процента замены приводит к снижению пористости хлеба. Самые высокие значения пористости были у образца, содержащего 50% измельченной зерновой массы, 30% пшеничной муки и 20% пшеничной муки.

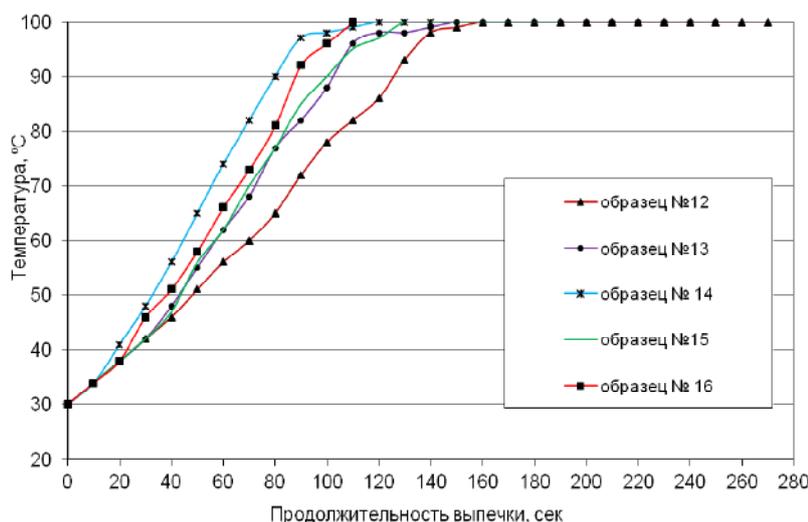


Рисунок 2. Изменение температуры образцов в процессе ЭК-выпечки

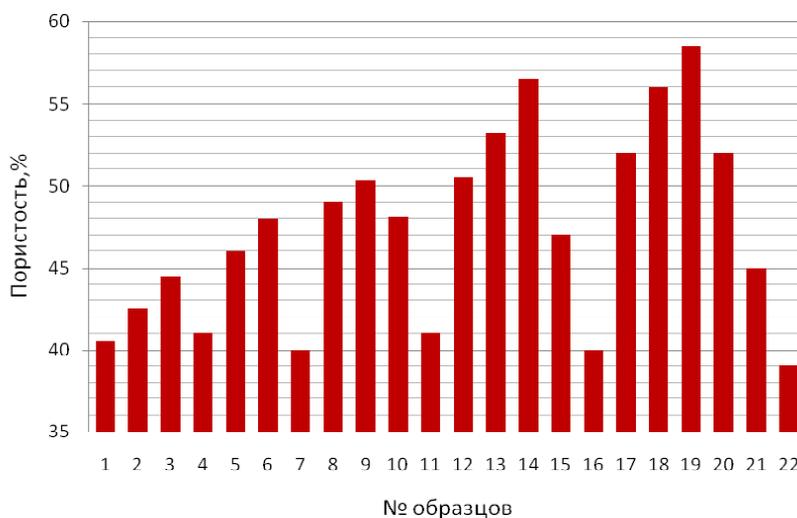


Рисунок 3. Пористость образцов зернового хлеба

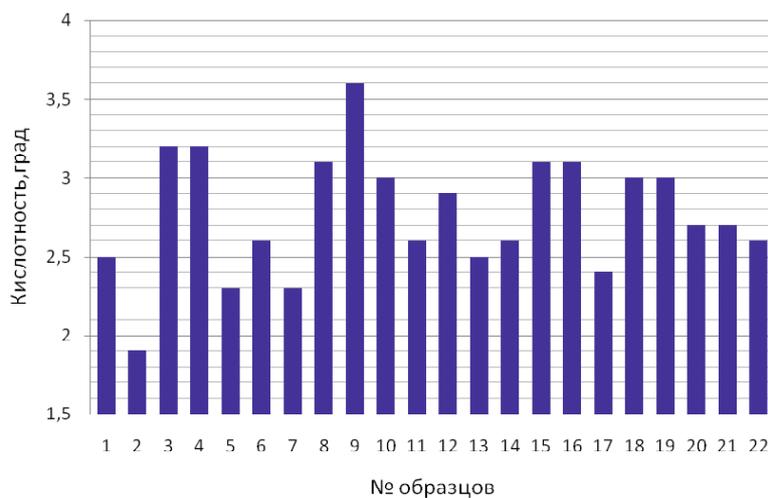


Рисунок 4. Кислотность образцов зернового хлеба

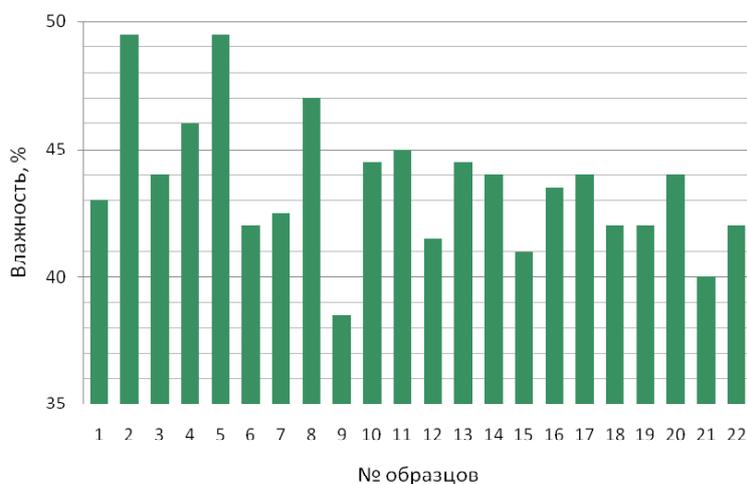


Рисунок 5. Влажность образцов зернового хлеба

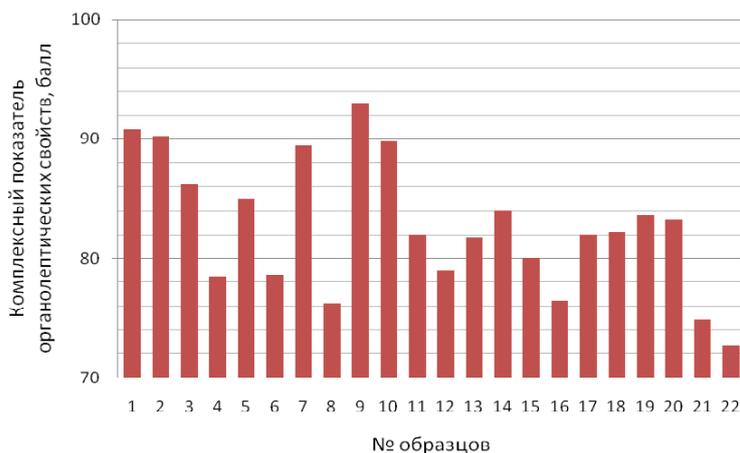


Рисунок 6. Комплексный показатель органолептических свойств образцов зернового хлеба

При анализе данных, представленных на рисунках 4 и 5, четкого влияния добавки пшеничной муки на кислотность и влажность готового зернового хлеба установлено не было.

При анализе органолептических показателей образцов зернового хлеба было выявлено, что при внесении пшеничной муки более 20% на поверхности зернового хлеба появляется белый налет, увеличивающийся с повышением дозировки пшеничной муки. С увеличением количества пшеничной муки мякиш зернового хлеба приобретает желтую окраску, более отчетливый вкус пшена. Также было отмечено, что при дозировках пшеничной муки свыше 30% хлеб приобретает горьковатый привкус. Появление белого налета и горького привкуса, вероятно, повлияло на органолептическую оценку образцов хлеба экспертами, в результате чего образцы, содержащие более 20% пшеничной муки, имели более низкие баллы комплексного показателя органолептических свойств (рисунок 6). Самым высоким значением КПОРГ обладал образец, содержащий 70% измельченной зерновой массы, 20% пшеничной муки и 10% пшеничной муки [15].

Таким образом, получена рецептура зернового хлеба со сбалансированными физико-химическими и органолептическими свойствами, основными компонентами которой являются: 70% измельченной зерновой массы, 20% пшеничной муки и 10% пшеничной муки.

17.03.2015

**Список литературы:**

1. Ялалетдинова, Д.И. Применение электроконтактного энергоподвода для выпечки зернового хлеба / Ялалетдинова Д.И. Сидоренко Г.А., Попов В.П. / Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – №2. – С. 23-26.
2. Ялалетдинова, Д.И. Технология зернового хлеба с применением электроконтактного способа выпечки / Д.И. Ялалетдинова, Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, В.Г. Коротков, М.С. Краснова // Хлебопродукты. – 2013. – №8. – С. 52 – 55.

3. Пат. 2354118 Российская Федерация, Способ производства зернового хлеба / Сидоренко Г.А., Ялалетдинова Д.И., Бакирова Л.Ф., Попов В.П., Коротков В.Г. 30.07.2007.
4. Ялалетдинова Д.И. Разработка технологии зернового хлеба с применением электроконтактного способа выпечки: автореф. дис. ... кандидата технических наук: 05.18.01 / Ялалетдинова Дина Ильдаровна. – Москва, 2010. – 26 с.
5. Сидоренко, Г.А. Разработка технологии производства хлеба с применением электроконтактного способа выпечки: монография / Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, Г.Б. Зинюхин, В.Г. Коротков. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. – 119 с.
6. Сидоренко, Г.А. Электроконтактный прогрев как один из способов выпечки хлебобулочных изделий / Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, Д.И. Ялалетдинова, В.П. Ханин, Т.В. Ханина // Хлебопечение России. – 2013. – №1. – С. 14-17.
7. Пат. 2175839 Российская Федерация, Способ выпечки хлеба / Попов В.П., Касперович В.Л., Сидоренко Г.А., Зинюхин Г.Б. 07.10.1999
8. Матвеева, И.В. Новое направление в создании технологии диабетических сортов хлеба / И.В. Матвеева, А.Г. Утарова, Л.И. Пучкова и др. Серия: Хлебопекарная и макаронная промышленность. – М.: ЦНИИТЭИ Хлебопродуктов, 1991. – 44 с.
9. Сидоренко, Г.А. Исследование особенностей выпечки бескоркового хлеба на основе системного подхода / Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, В.Л. Касперович // Вестник ОГУ, 1999. – № 1. – С. 81-86.
10. Сидоренко, Г.А. Разработка технологии производства хлеба с применением электроконтактного энергоподвода: дис. ... канд. техн. наук / Г.А. Сидоренко. – Оренбург, 2002 – 168 с.
11. Электроконтактный энергоподвод при выпекании хлеба / Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, Г.Б. Зинюхин, Д.И. Ялалетдинова, А.Г. Зинюхина // Вестник Оренбургского государственного университета, 2012. – № 1. – С. 214-221.
12. Оптимизация технологии электроконтактной выпечки хлеба / М.С. Краснова, Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, Д.И. Ялалетдинова, Т.В. Ханина, А.В. Берестова // Хлебопечение России, 2013. – № 4. – С. 2-4.
13. Применение электроконтактного способа выпечки при производстве бескоркового хлеба / В.Г. Коротков, Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, М.С. Краснова, Т.В. Ханина // Хлебопродукты, 2013. – № 10. – С. 52-55.
14. Оптимизация технологии выпечки хлеба с применением электроконтактного энергоподвода / М.С. Краснова, Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, Т.В. Ханина, В.П. Ханин // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет», 2013. – С. 317-320.
15. Невзорова, Т.А. Исследование технологии производства зернового хлеба с применением электроконтактного способа выпечки / Т.А. Невзорова, Г.А. Сидоренко // Перспектива: сборник статей молодых ученых. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. – № 12. – С. 400-402.

Сведения об авторах:

**Сидоренко Галина Анатольевна**, доцент кафедры технологии пищевых производств факультета прикладной биотехнологии и инженерии Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент

**Попов Валерий Павлович**, заведующий кафедрой пищевой биотехнологии факультета прикладной биотехнологии и инженерии Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент

**Зинюхин Георгий Борисович**, доцент кафедры пищевой биотехнологии факультета прикладной биотехнологии и инженерии Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук

**Явкина Дина Ильдаровна**, старший преподаватель кафедры метрологии, стандартизации и сертификации транспортного факультета Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, e-mail: dinauld@mail.ru

**Межуева Лариса Владимировна**, профессор кафедры пищевой биотехнологии факультета прикладной биотехнологии и инженерии Оренбургского государственного университета, доктор технических наук, e-mail: larisam57@mail.ru

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел. (3532) 372467, e-mail: ppbt@mail.osu.ru