

Анотація. У статті наведені результати досліджень впливу пряно-ароматичної сировини з антисептичними властивостями, яка використовується при замочуванні пшениці для виробництва зернового хліба, на розвиток мікроорганізмів на поверхні зерна при його підготовці, перебіг технологічного процесу, якість виробів та їх мікробіологічну стійкість при зберіганні.

Ключові слова: зерно, замочування, прянощі, зерновий хліб, технологічні властивості, мікробіологічні показники, якість.

Анотация. В статье приведены результаты исследований влияния пряно-ароматического сырья с антисептическими свойствами, которое используется при замачивании пшеницы для производства зернового хлеба, на развитие микроорганизмов на поверхности зерна во время его подготовки, ход технологического процесса, качество изделий и их микробиологическую стойкость при хранении.

Ключевые слова: зерно, замачивание, пряности, зерновой хлеб, технологические свойства, микробиологические показатели, качество.

УДК 664.661:613.29

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С АНТИСЕПТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ В ТЕХНОЛОГИИ ЗЕРНОВОГО ХЛЕБА

О. В. Макарова

кандидат технических наук, доцент*

olgaodes@mail.ru

Г. Ф. Пшенишнюк

кандидат технических наук, доцент*

prostogeorg@gmail.com

А. В. Егорова,

кандидат технических наук, доцент

кафедра биохимии, микробиологии и физиологии питания

Одесская национальная академия пищевых технологий

г. Одесса, ул. Канатная 112, 65039

antonina_egorova@list.ru

А. С. Иванова

кандидат технических наук, ассистент

*кафедра технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищевых концентратов

Одесская национальная академия пищевых технологий

г. Одесса, ул. Канатная, 112, 65039

annaivanovaodessa27@ukr.net

Введение

Анализ структуры производства и основных направлений развития хлебопекарной отрасли свидетельствует о целесообразности и перспективности дальнейшего расширения ассортимента хлебных изделий из зерна и продуктов переработки злаковых культур. Кроме этого, в последнее время особое внимание уделяется внедрению безотходных технологий и комплексной переработке сельскохозяйственного сырья, что обеспечивает получение продукции с повышенной пищевой и пониженной энергетической ценностью. Технология зернового хлеба, благодаря использованию всех полезных составляющих сырья, позволяет максимально сохранить комплекс питательных и биологически активных веществ, потенциально заложенных природой в злаковых культурах [1-4]. Однако современный покупатель, оставаясь требовательным к сенсорным характеристикам и полезности пищевых продуктов, также обращает внимание на их безопасность.

Постановка проблемы

Главная особенность технологии хлеба из зерна пшеницы, в отличие от традиционных сортов, заключается в подготовке - замачивании зерна. При этом происходит набухание и размягчение оболочек, его пластификация, т.е. достижение зерном технологической влажности, при которой возможно его измельчение для образования однород-

ной диспергированной зерновой массы. Однако, в связи с тем, что подготовка зерна проводится длительное время при повышенном содержании влаги и достаточном количестве легкодоступных питательных веществ, при его замачивании создаются благоприятные условия для развития и размножения эпифитной микрофлоры и плесеней. Поэтому на данной стадии необходимо не только обеспечить необходимую пластичность зерновки, но и условия для снижения накопления микроорганизмов, так как при хранении хлеба микроорганизмы, не погибшие во время выпечки и попавшие с внешней среды, начинают развиваться, вызывая при этом микробиологическую порчу изделий.

Литературный обзор

В настоящее время для снижения интенсивности размножения эпифитной микрофлоры на поверхности зерна предусматривают использование физических, химических и биологических методов. Физические способы заключаются в термическом обеззараживании, применение ультразвука, излучений: инфракрасного, рентгеновского, ультрафиолетового, использовании для замачивания зерна обработанной ионами серебра воды [5-7]. Химические способы предусматривают использование таких химических веществ, как тиомочевина, бромистый этил, пропионовая и муравьиная кислоты, метацид и др. [8-9]. Биологические способы включают использование растительного сырья,

обладающего антисептическими свойствами, а также ингибирование спорных бактерий непосредственно при производстве зернового хлеба подкисляющими полуфабрикатами (жидкими дрожжами, КМКЗ, пропионовой кислотой, комплексной, витаминной, ацидофильной заквасками) [8, 10, 11]. Применение физических способов обеззараживания требует специального дорогостоящего оборудования, а использование химических соединений в качестве антисептиков зачастую ухудшает качество хлеба и приводит к снижению спроса на такие продукты.

Перспективным направлением для уменьшения интенсивности развития микроорганизмов является использование при замачивании зерна растительного сырья, в том числе и пряно-ароматического, которое обладает антисептическими и бактерицидными свойствами за счет входящих в их состав биологически активных веществ – фитонцидов. Снижение интенсивности накопления эпифитной микрофлоры на поверхности зерна во время замачивания пшеницы возможно за счет внесения на данной стадии 1 % пасты корня хрена, что обусловлено наличием в составе специфических для него фитонцидов, эфирных масел и лизоцима; 5 % измельченной цедры апельсина, содержащих эфирные масла, органические кислоты, водных экстрактов шишек хмеля, плодов рябины обыкновенной и луковок чеснока, которые содержат горькие, органические вещества и антоцианы [12-16].

Основная часть

Использование пряностей при замачивании зерна, обладающих бактерицидными свойствами, позволит снизить его микробиологическую обсемененность и предотвратить микробиологическую порчу хлеба в процессе хранения. Но следует отметить, что антисептические вещества такого сырья могут в той или иной мере отрицательно сказываться на микрофлоре зернового теста - угнетать жизнедеятельность дрожжевых клеток, молочнокислых бактерий и, как следствие, отрицательно отражаться на интенсивности брожения теста и качестве зернового хлеба. В связи с этим целью работы было определение целесообразности использования пряностей при замачивании зерна для снижения развития микроорганизмов и влияния их на хлебопекарные свойства пшеницы, ход технологического процесса и качество хлеба на основе зерновых смесей.

Подбор растительного сырья проводили, основываясь на особенностях химического состава и содержании биологически активных веществ, обладающих бактерицидными свойствами [12-15]. При проведении исследований в качестве пряно-ароматического сырья использовали измельченный корень имбиря, кориандр, куркуму и гвоздику. За-

мачивание зерна проводили при температуре 18-20 °С в течение 24 ч при соотношении зерна и водных настоев пряностей 1:1,5. Для приготовления контрольного образца пшеницу замачивали в воде.

Результаты исследований микробиологических показателей зерна после замачивания (табл. 1) показали, что использование водных настоев исследуемых пряностей на стадии замачивания позволяет снизить интенсивность размножения микрофлоры и, как следствие, микробиологическую обсемененность пшеницы.

Таблица 1 – Микробиологические показатели пшеницы после замачивания

Наименование образца	Содержание микроорганизмов на поверхности зерна, КОЕ/г		
	КМА-ФАнМ	Плесневые грибы и дрожжи	Спорообразующие бактерии
Нормы по МТБ и СН №5061-89	5·10	100	50
Контроль (вода)	4,0·10 ⁴	30	43
Имбирь	1,1·10 ⁴	8	15
Гвоздика	0,7·10 ⁴	8	11
Куркума	2,1·10 ⁴	20	30
Кориандр	1,3·10 ⁴	16	21

Установлено, что при использовании водных настоев имбиря, гвоздики, куркумы и кориандра количество МАФАнМ снизилось в 3,6, 5,7, 1,9 и 3,1 раза, спорообразующих бактерий – в 3,8, 3,8, 1,5 и 1,9 раз, а плесневых грибов и дрожжей – 2,9, 3,9, 2,4 и 2 раза соответственно по сравнению с зерном, замоченным в воде. Такая закономерность, вероятно, обусловлена наличием в составе имбиря эфирных масел, фенолоподобного вещества гингерола, гвоздики – эфирных масел, органических кислот, куркумы – активного алколоида куркумина и эфирного масла, а кориандра – органических кислот, алколоидов, дубильных веществ, обладающих антимикробным эффектом [13-15]. Следует отметить, что антисептические свойства проявляются в большей степени по отношению к бактериям (МАФАнМ) и в меньшей – к плесневым грибам и дрожжам.

При изучении влияния пряно-ароматического сырья на хлебопекарные свойства пшеницы определяли количество и качество клейковины, так как при замачивании происходит снижение содержания и упругости клейковины зерновой массы в результате дезагрегации клейковинного комплекса и его частичного протеолиза, приводящего к значительному ослаблению клейковины.

Использование настоев пряностей при замачивании зерна практически не оказывает влияния на выход сырой клейковины (рис. 1). Так, при за-

мачивании зерна в водном настое имбиря выход сырой клейковины снизился на 1 %, а при использовании водных настоев куркумы, кориандра и гвоздики – повысился на 0,3...0,8 %. При этом использование водного настоя имбиря способствовало повышению упругости клейковины (по прибору ИДК-1М) и уменьшению ее растяжимости на 5 %. Это, возможно, связано с некоторым снижением активности протеолитических ферментов в результате более высокой (на 2,2 град) кислотности данного настоя, что, в свою очередь, снижает их отрицательное влияние на изменение свойств клейковины во время замачивания.

Учитывая, что в технологии приготовления хлебных изделий основополагающими являются биотехнологические процессы жизнедеятельности микроорганизмов: хлебопекарных дрожжей и молочнокислых бактерий, целесообразно было исследовать влияние используемых при замачивании зерна пряностей на ход технологического процесса и качество хлеба.

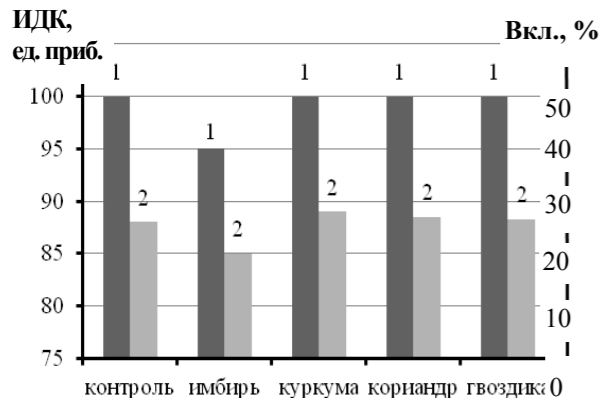


Рис. 1. Упругость (1) и выход (2) клейковины при замачивании пшеницы в водных настоях пряностей

Основными показателями, характеризующими ход технологического процесса при производстве изделий из дрожжевого теста, являются газообразующая и газодерживающая способности, от которых зависят разрыхленность хлеба, и кислотонакопление, обуславливающее вкус и аромат выпеченных изделий.

Полученные результаты исследований влияния используемого растительного сырья на газообразующую способность (рис. 2) свидетельствуют, что замачивание пшеницы в водных настоях имбиря, гвоздики, куркумы и кориандра сопровождалось ее снижением во всех образцах на 2,2, 2,5, 1,1 и 1,4 % соответственно относительно контроля. При этом в большей степени снижается газообразующая способность при использовании гвоздики, а в наименьшей – куркумы. Газодерживающая способность зернового теста при замачивании пшеницы в исследуемых настоях повысилась на 1,6...6,6 %. При этом исследуемые водные настои

пряного сырья практически не оказывают влияние на динамику кислотонакопления в зерновом тесте – кислотность полуфабрикатов в конце брожения составляла 2,8...2,9 град.

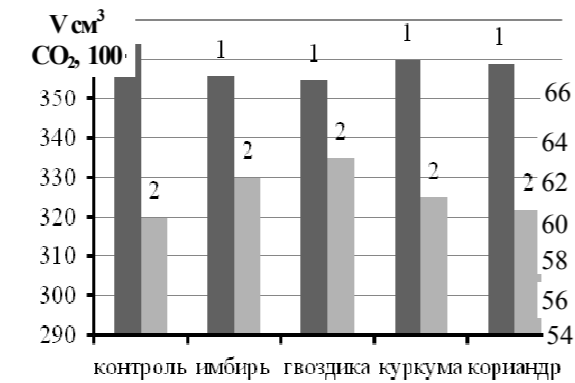


Рис. 2. Газообразующая (1) и газодерживающая (2) способность зернового теста при замачивании пшеницы в водных настоях пряностей

Приготовление хлеба на зерновой основе [17] при использовании водных настоев пряностей для подготовки пшеницы показало (табл. 2), что по физико-химическим показателям данные изделия не уступали контрольному образцу. Так, при замачивании пшеницы в водном настое имбиря удельный объем увеличился на 2,2 %. Это, вероятно, связано с повышением газодерживающей способности зернового теста, которая нивелирует незначительное снижение газообразования при использовании пряностей для замачивания зерна.

Таблица 2 – Показатели качества зернового хлеба

Показатели качества	Образцы зернового хлеба				
	контроль	имбирь	гвоздика	куркума	кориандр
Удельный объем, см³/г	2,3	2,35	2,3	2,3	2,3
Пористость, %	54,0	55,0	54,0	54,0	54,0
Влажность, %	44,4	44,7	44,3	44,6	44,5
Кислотность, град	2,6	2,7	2,6	2,6	2,6

Для покупателя наиболее важными являются высокие органолептические показатели качества хлеба, которые оказывают существенное влияние на потребительские свойства пищевых продуктов. Следует отметить, что использование куркумы и гвоздики при замачивании пшеницы приводило к изменению органолептических показателей зернового хлеба. При внесении куркумы мякиш приобрел ярко-желтый цвет, а внесение гвоздики способствовало получению хлеба со специфическим для нее запахом. Использование при замачивании зерна пшеницы измельченного имбиря и кориандра

не оказывало отрицательного действия на органолептические показатели изделий. Поэтому в дальнейших исследованиях при подготовке пшеницы для производства зернового хлеба использовали сухой порошкообразный имбирь и традиционное для хлебопечения сырье – кориандр.

При хранении хлеба происходят различные изменения, приводящие к изменению его качественных характеристик, в том числе и количественные изменения состава микрофлоры, приводящие к микробиологической порче хлеба. Наиболее распространенными являются плесневение, обусловленное развитием грибов родов *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Geotrichum candidum* и «картофельная болезнь», вызываемая картофельной палочкой *Bacillus subtilis* ssp. *Mesentericus* [10].

Микробиологические показатели, к которым относятся мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (МАФАНМ), плесневые грибы определяли путем посева на питательные среды с последующим культивированием. Результаты исследований качества зернового хлеба по микробиологическим показателям при замачивании зерна в водных настоях имбиря и кориандра показали (табл. 3), что количество МАФАНМ снизилось в 1,7 и 2,5 раза, плесени – на 75 и 85 % соответственно относительно контрольного образца.

Таблица 3 – Микробиологические показатели хлеба на зерновой основе

Наименование образца	Содержание микроорганизмов на поверхности зерна, КОЕ/г	
	КМАФАНМ	Плесени
СанПиН 2.3.2.1078-01	$1,0 \cdot 10^3$	$50 \cdot 10^3$
Контроль	$0,5 \cdot 10^3$	$20 \cdot 10^3$
имбирь	$0,3 \cdot 10^3$	$10 \cdot 10^3$
кориандр	$0,2 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$

Следует отметить, что при соблюдении санитарных норм проведения технологического процесса при производстве зернового хлеба, микробиологические показатели качества изделий, приготовленных без использования пряного сырья при замачивании, также соответствовали требованиям СанПин.

Выявление картофельной болезни и плесневения хлеба проводили стандартным методом – путем пробной лабораторной выпечки с последующим хранением изделий с провокацией роста микрофлоры [9]. Микробиологические исследова-

ния хлеба проводили перед закладыванием на хранение и через каждые 12 часов после выпечки в течение 120 часов. Результаты исследований влияния водных настоев пряностей на скорость плесневения и выявления картофельной болезни хлеба на зерновой основе свидетельствует (табл. 4), что внесение имбиря и кориандра на стадии замачивания положительно повлияло на микробиологическую стойкость хлеба при хранении.

Таблица 4 – Степень зараженности картофельной палочкой и плесневение хлеба при хранении

Наименование	контроль			имбирь			кориандр		
	48	60	120	48	60	120	48	60	120
Картофельная болезнь									
Наличие специфического запаха	-	+	++	-	-	-	-	-	-
Состояние мякиша	эластичный	замынаемый		эластичный	эластичный				
Наличие нитей при разломе	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Плесневение									
Наличие специфического запаха	-	+	++	-	-	+	-	-	+
Наличие колоний плесени на поверхности хлеба	-	+	+	-	-	+	-	-	+
Наличие колоний при разломе в мякише хлеба	-	+	+	-	-	+	-	-	+

Примечание: – отсутствие признаков заболевания, + наличие незначительного проявления заболевания, ++ явно выраженные признаки заболевания

Едва уловимый запах – первый признак заболевания картофельной болезнью, у контрольного образца хлеба проявился через 60 часов термостатирования, тогда как у остальных образцов зернового хлеба признаки заболевания отсутствовали.

Первые признаки плесневения хлеба – появление видимого мицелия на поверхности изделий, у контрольного образца проявились через 60 ч термостатирования, тогда как в образцах хлеба с использованием при замачивании пшеницы водных настоев имбиря и кориандра – через 120 часов, что подтверждает фунгицидный эффект измельченного имбиря и кориандра.

Выводы

Таким образом, использование водных настоев пряностей при замачивании пшеницы для производства зернового хлеба позволяет снизить ее микробиологическое обсеменение и повысить микробиологическую стойкость изделий при хранении, при этом практически, не оказывая влияния на ход технологического процесса и не ухудшая качество зернового хлеба.

Список літератури:

1. Пшенишнюк Г. Ф. Інноваційні заходи підвищення якості зернового хліба / Г.Ф. Пшенишнюк, О.В. Макарова, Г.С. Иванова // Харчова наука і технологія.– 2010 №1. – С.73–77.
2. Ozboy O. Effect of a coarse bran of a wheat variety on dough rheological properties and baking quality / O. Ozboy, H. Koksel // *Cereals 96: Source and Future Civ.*–1996.– 10.–P. 9–12.
3. Anderson J. W., L. Marquart J. L. Slavin, and R. G. Fulcher // *Whole-grain Intake and Risk for Coronary Heart Disease. Am. Assoc. of Cereal Chemists.*–2002.
4. Корячкина С. Я. Инновационная технология хлеба из пророщенного зерна пшеницы / С. Я. Корячкина, Е. А. Кузнецова // *Хранение и переработка зерна.* – 2009. – № 3. – С. 51–53.
5. Волохова Т. П. Влияние ультразвуковой обработки зерна и воды в мукомольном процессе на хлебопекарные свойства пшеничной муки / Т. П. Волохова, С. Д. Шестаков // *Хранение и переработка сельхозсырья.* – 2000. – №5. – С. 10–14.
6. Arthur, Z.A. Microwave and gamma radiation of wheat // *Cer. Food World.*–1982.– 2, 58–60.
7. Люк Э Консерванты в пищевой промышленности / Э. Люк, М. Ягер // пер. с нем. – СПб.: ГИОРД, 2000. – 225 с.
8. Полякова С. П. Методы и средства повышения микробиологической безопасности хлебобулочных изделий / С. П. Полякова // *Хлебопечение России.* –2003. –№6.– С. 3–5.
9. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва. – К.: Логос, 2002. – 363 с.
10. Пат. 2341085 Россия, МПК51 А21 D8/02. Способ производства зернового хлеба из зерна тритикале: Орел ГТУ, Корячкина С. Я., Кузнецова Е. А., Черепица Л. В. №2007110259/13; Заявл. 27.03.2007; Опубл. 20.12.2008 Бюл. №35.
11. Пат. 2258377 Россия, МПК 7 А21 D13/02. Способ производства зернового хлеба: Орел ГТУ, Корячкина С. Я., Кузнецова Е. А., Хмелева Е. В., Сатцева И.К. №2004108546/13; Заявл. 22.03.2004; Опубл. 20.08.2005 Бюл. №3.
12. Гольдберг, Э. Д. Фитохимия и фармакологические свойства растений / Э. Д. Гольдберг, А. И. Дыгай, В. И. Литвиненко. – Томск: Изд.-во Томск. ун-та, 1994. – 224 с.
13. Srinivasan V. Contributions to the antimicrobial spectrum of hop constituents / V. Srinivasan D. Goldberg, GJ. Haas // *Economic botany.*–2004.–58.– P. 230–238
14. Stavri M. The antimycobacterial components of hops (*Humulus lupulus*) and their dereplication // *Phytotherapy research.*–2012.–18.–P. 774–776.
15. Simpson W. J. Factors affecting antibacterial activity of hop compounds and their derivatives // *Journal of Applied Microbiology.*–2012.–72.–P. 27–334.
16. Лебеденко Т. Є. Хмелеві екстракти як ефективний засіб підвищення мікробіологічної безпеки хлібобулочних виробів із пшеничного борошна / Т. Є. Лебеденко, О. М. Кананихіна, Н. Ю. Соколова, В. О. Кожевнікова // *Наукові праці ОНАХТ.* – 2013. – №44, т. 1.–С. 122–128.
17. Пат. 67466 Україна, МПК А21 D 8/02. Композиція інгредієнтів для виробництва зернового хліба / Г.Ф. Пшенишнюк, О. В. Макарова, Г. С. Иванова, А. Б. Демченко; заявник та патентовласник Одеська національна академія харчових технологій. – №u 2011 08424; заявл. 04.07.2011; опубл. 27.02.2012, Бюл. №4. – 4 с.