

УДК 612.395.2:642.58

## **Некоторые аспекты совершенствования технологии хлеба из целого зерна**

**С.Я.Корячкина**

Орловский государственный технический университет, г. Орел, Россия

Разработан способ производства хлеба из целого зерна. Снижение микробиологической обсемененности зерна осуществляется с помощью природных консервантов, которые можно вносить на стадии замачивания зерна или приготовления теста. Для повышения качества хлеба, сокращения продолжительности замачивания зерна, повышения степени его дисперсности при получении теста целесообразно использовать цитолитические ферментные препараты.

В настоящее время наряду с важнейшими проблемами, стоящими перед человечеством, не теряет своей актуальности вопрос о сбалансированном питании населения промышленно развитых стран. Стремительно развивающиеся пищевые технологии, привели к созданию рафинированных продуктов очищенных от грубых растительных волокон. Потребление этих продуктов вызывает снижение содержания балластных веществ и ценных микроэлементов в рационе питания всех групп населения, в результате широкое распространение получили «болезни цивилизации»: ожирение, сахарный диабет, атеросклероз, ишемическая болезнь сердца и другие.

Первостепенная роль в обеспечении организма человека неперевариваемыми растительными волокнами отводится злакам. Биологически важные соединения (пищевые волокна, витамины, микроэлементы, ферменты, белки) в зерне распределены в жизнедеятельных тканях зародыша и алейронового слоя. При традиционно сложившихся схемах помола зерна они удаляются и химический состав хлеба значительно обедняется в сравнении с зерном. В связи с этим среди населения промышленно развитых стран растет популярность специальных сортов хлеба на основе целого зерна.

Неперевариваемые организмом человека растительные волокна содержат комплекс, состоящий из целлюлозы, гемицеллюлозы, пентозанов и лигнина. Балластные вещества необходимы человеку для осуществления перистальтического эффекта, интенсифицируют расход энергии при обмене веществ, связывают токсичные вещества и уменьшают их вредные действия на организм. Однако общепринятые технологии производства зернового хлеба предусматривают шелушение зерна с удалением биологически ценных оболочек из-за того, что присутствие грубых оболочек затрудняет получение хлеба с высокими физико-химическими и органолептическими показателями.

При производстве хлеба из целого зерна можно выделить две основные проблемы: улучшение органолептических и физико-химических свойств и повышения микробиологической безопасности хлеба. С целью совершенствования технологии производства зернового хлеба на основе целого зерна решались следующие задачи:

-исследование возможности использования ферментных препаратов целлюлолитического действия для улучшения структуры и увеличения объемного выхода хлеба;

-изучение влияния химических и природных антисептиков на качество хлеба из целого зерна и повышение его микробиологической безопасности.

Для биохимической обработки применяли ферментные препараты фирмы «Novo Nordisk»: Pentopan 500 BG, содержащий ксиланазу и Fungamil Super AX, разработанный для коррекции низких уровней содержания амилазы в муке и содержащий ферментный комплекс ксиланазы и  $\alpha$ -амилазы; ферментный препарат Gemicellulasa фирмы «Quest», имеющий набор ферментов гemicеллюлазного комплекса ( ксиланазы, маназы) и отечественной ферментный препарат Celloviridin, в состав которого входят целлобиогидролаза,  $\beta$ -глюканазы и ксиланазы.

Определены оптимальные дозировки ферментных препаратов и технологические стадии для их внесения. Для определения влияния ферментных препаратов на показатели качества хлеба проводили лабораторные выпечки. Органолептическая оценка опытных проб хлеба с внесением ферментных препаратов показала их отличие от контрольного образца более развитой пористостью и большей эластичностью мякиша. Внесение ферментных препаратов при замесе теста оказалось менее эффективным по сравнению с внесением их при замачивании зерна. Замачивание зерна проводилось при температуре 50°C оптимальной для действия ферментов, поэтому гидролиз некрахмальных полисахаридов при внесении ферментных препаратов на стадии замачивания зерна происходил более интенсивно и эффект от применения препаратов на этой стадии технологического процесса при производстве зернового хлеба был более выражен. Внесение препаратов при замесе теста позволило увеличить пористость хлеба лишь на 1,5-2,0 %, а удельный объем на 0,6-2,0% по сравнению с контрольным вариантом, тогда как замачивание зерна в растворах ферментных препаратов привело к увеличению пористости мякиша на 2,0-4,5%, удельного объема на 4,8-9,8% по сравнению с контролем. Наибольшей эффективностью отличался ферментный препарат отечественного производства Celloviridin. Оптимальная доза применения этого препарата на стадии замачивания зерна составила 0,08 % от массы сухих веществ зерна. Внесение ферментного препарата Celloviridin в оптимальной дозе привело к увеличению удельного объема зернового хлеба на 37,6%, пористость мякиша - на 6,3% по сравнению с контрольным образцом без внесения ферментных пре-

паратов. Пористость и удельный объем хлеба при применении ферментных препаратов увеличиваются вследствие того, что целлюлолитические ферменты способствуют деструкции некрахмальных полисахаридов оболочек и алейронового слоя зерна. В результате этого происходит накопление низкомолекулярных продуктов, используемых в процессе брожения дрожжами, что способствует интенсификации процесса газообразования в тесте. Так, например, при внесении ферментного препарата Celloviridin на стадии замачивания зерна количество диоксида углерода, выделявшегося за 5 часов брожения теста на 22,3% больше по сравнению с контрольным образцом.

Таблица 1 - Влияние различных дозировок ферментного препарата Celloviridin, вносимых при замачивании зерна, на качество хлеба

Наименование показателя	Показатели качества хлеба от продолжительности замачивания зерна, час, при различных дозировках ферментного препарата								
	0	6				10			
	0	0,05	0,068	0,08	0,09	0,05	0,068	0,8	0,09
Пористость мякиша, %	35,5	38,7	39,1	41,8	39,7	38,5	40,5	39	38,8
Удельный объем хлеба, см <sup>3</sup> /100г	125	140	151	172	160	135	165	150	147

Глубокий гидролиз некрахмальных полисахаридов клеточных стенок зерна осуществляется в результате согласованного действия полиферментной системы, состоящей из эндо-и экзодеполимераз, и β-глюкозидаз. Характерным свойством, присущим целлюлазному комплексу, является синергизм, выражающийся во взаимном увеличении скорости и глубины гидролиза некрахмальных полисахаридов клеточных стенок до конечных продуктов при совместном действии компонентов целлюлазного комплекса по сравнению с индивидуальным действием этих компонентов. Целлюлазный комплекс должен обладать высокими эндоглюканазной и целлобиазной активностями. Этим требованиям соответствует ферментный препарат Celloviridin, поэтому он оказался наиболее эффективным из четырех используемых в работе препаратов.

Применение ферментных препаратов целлюлолитического действия оказало влияние на реологические свойства теста, которые характеризовали по его

сопротивлению деформирующей нагрузке в рабочей камере ротационного вискозиметра «Реотест-2». Показания прибора снимали при скорости сдвига 0,33-2,7 с-1. Установлено, что применение ферментных препаратов изменяло структуру теста в сторону его разжижения, что говорит о накоплении низкомолекулярных декстринов и редуцирующих сахаров при деструкции некрахмальных полисахаридов клеточных стенок зерна.

Для определения оптимального периода замачивания зерна с ферментными препаратами определяли степень перехода в раствор сухих веществ зерна. При 2 и 4 часовом замачивании зерна с препаратами целлюлолитического действия в раствор переходит незначительная массовая доля сухих веществ, при 6 часовом замачивании массовая доля сухих веществ в растворе составила 17,3%, при 10 часовом замачивании - 24,7 % по сравнению с контролем. Дальнейшее увеличение продолжительности замачивания не привело к значительному росту массовой доли сухих веществ в растворе.

Кроме того, замачивание зерна при температуре 50°C в течение более чем 10 часов приводит к интенсивному размножению эпифитной микрофлоры зерна. В этих условиях возможно образование микотоксинов. Химические и физические методы дезинфекции зерна применяются с давних пор. В настоящее время работа по дезинфекции зерна проводится в двух направлениях: обработка зерновых масс различными химическими соединениями, применение ионизирующих излучений.

В данной работе исследовали эффективность влияния физических и химических способов дезинфекции зерна, а также применения натурального сырья, обладающего антисептическими свойствами, на рост и развитие МА-ФАМ, спорообразующих бактерий, плесневых грибов и дрожжей. Применение целого ряда химических соединений в качестве антисептиков приводит к гибели отдельных групп микроорганизмов, но не уничтожает всю микрофлору. Для полного уничтожения микрофлоры зерна необходимо применение высоких доз химических соединений. Некоторые химические препараты, широко применяемые в пищевой промышленности, обладают ярко выраженным антисептическим действием, но не всегда оказывают положительный эффект на технологические свойства продукта. Так например, применение пиросульфита натрия при длительном замачивании зерна в присутствии ферментных препаратов целлюлолитического действия приводит к ухудшению свойств клейковины зерна. В связи с этим целесообразно изыскать возможность использования натуральных продуктов (пюре рябины обыкновенной, облепихи, калины, отвар черноплодной рябины и пасты чеснока) для подавления жизнедеятельности микроорганизмов и придания хлебной продукции антимикробных свойств.

Применение отвара или пюре плодов и ягод, содержащих вещества, обладающие выраженным фитонцидным и бактерицидным действиям на ряд мик-

роорганизмов, позволяет уничтожить многие бактерии и плесневые грибы, а вода при этом приобретает высокий антимикробный эффект.

Установлено, что при замачивании зерна в отваре черноплодной рябины или с добавлением в воду 5% пюре из рябины обыкновенной число колоний мезофильно-аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов уменьшилось на 66,7 и 61,6%, спорообразующих бактерий – на 87,9 и 79,2%, количество плесневых грибов и дрожжей уменьшилось на 57,0 и 48,8% соответственно по сравнению с контрольным вариантом.

Используемые добавки оказывают бактериостатическое действие на тест культуры золотистого стафилококка и кишечной палочки. Добавления пюре калины, рябины обыкновенной и облепихи существенно влияет на качество зернового хлеба. Удельный объем хлеба с добавлением пюре облепихи увеличивается на 33,6%, калины - на 29,2%, рябины обыкновенной – на 21,6%, значения показателя общей деформации мякиша на 39,8%, 37,4% и 27,9% соответственно выше, чем в контрольном варианте, формоустойчивость – на 27,4%, 17,6% и 19,6% и пористость - на 7,0%, 6,8% и 9,6% выше соответственно по сравнению с контролем

Для повышения микробиологической безопасности зернового хлеба и обогащения его антиоксидантами на стадии замачивания вместе с ферментными препаратами целлюлолитического действия целесообразно введение 0,05% лимонной кислоты, которая, кроме того, способствует размягчению оболочек зерна и делает их более доступными действию комплекса целлюлолитических ферментов.

Таким образом, усовершенствована технология производства хлеба из целого зерна, обладающего антимикробными свойствами. Предлагаемый способ усовершенствованной технологии зернового хлеба отличается тем, что предусматривает замачивание целого зерна в отваре рябины черноплодной или в воде с добавлением 5% пюре рябины обыкновенной, калины, облепихи или пасты чеснока; в растворе для замачивания должны присутствовать 0,05% лимонной кислоты и 0,08% ферментного препарата целлюлолитического действия Celloviridina к массе сухих веществ зерна.

Анализ результатов определения аминокислотного, минерального и витаминного состава зернового хлеба показал, что пищевая ценность зернового хлеба выше по сравнению с хлебом из пшеничной муки 1 сорта. Скор белка хлеба по лизину возрос на 17% и треонину на 13% по сравнению с контролем. Суточная потребность человека в белке покрывается на 23% больше зерновым хлебом, чем контрольным. Соотношение кальций:фосфор изменилось с 1:3,2 до 1:2,0. Содержание витаминов В1, В2, РР в зерновом хлебе в 2,6; 1,7 и 4,6 раз выше по сравнению с хлебом их пшеничной муки, что обеспечивает покрытие суточной потребности в витаминах при потреблении 300г. хлеба зернового на 32,4, 18,3 и 60,6% соответственно. Покрытие суточной потреб-

ности человека в основных минеральных веществах повышается для кальция - на 31%, фосфора - на 100%, железа – на 50%. Зерновой хлеб является источником пищевых волокон: в 100г зернового хлеба содержится пищевых волокон в 10 раз больше, чем в хлебе из пшеничной муки 1 сорта (соответственно 2,0 и 0,2 г).

Совместно с Курским медицинским государственным университетом проводили медико-биологическую оценку хлеба из целого зерна. Исследования проводили на половозрелых крысах (самцах) с массой тела  $144 \pm 6$ г. Для оценки перевариваемости и усвояемости были сформированы две группы животных по 10 особей в каждой. В течение 30 суток у контрольной группы животных рацион состоял из хлеба из пшеничной муки 1 сорта, а у второй (опытной) – из зернового хлеба. В ходе опыта не выявлено изменений поведенческого и клинического статуса подопытных животных, выживаемость крыс составила 100%. Изменение привеса массы тела животных в опытной группе на 50% выше, чем в контрольной. Отсутствие започечного жира во всех группах животных указывает на то, что привес животных за время опыта осуществляется за счет анаболического эффекта белка, коэффициент эффективности которого в опытной группе животных составил 1,36 по сравнению с контрольной – 1,13, что на 20,4% больше. Результаты биохимических исследований сыворотки крови подопытных животных мало различаются между собой. Отмечено некоторое снижение глюкозы и холестерина в крови опытных животных по сравнению с контрольной группой, что позволяет говорить о благоприятном влиянии зернового хлеба на углеводно-липидный обмен.

Получаемый предлагаемым способом зерновой хлеб отличается высоким качеством, антимикробными и целебными свойствами и повышенной пищевой ценностью.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М: Агропромиздат, 1998.-368с.
2. Солманова Л.С. Цитолитические ферменты в пищевой промышленности. – М: Легкая и пищевая промышленность, 1982.-208с
3. Егоров Г.А. Управление технологическими свойствами зерна. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2000. – 348 с.

## **Some aspects of perfection of technology of bread from the whole grain**

**S.J.Korjachkina**

It is developed the method of bread making from the whole grain. Reducing of microbiological grain sowing is fulfilled with the help of natural conservation products, which can be introduced within the stage of grain soaking or dough making.

For the destruction of the polysaccharins aleyrous layer be used citoliticks ferment preparations. For the limited of duration of the wet grain for the raise of the degree pounded grain when receipt dough worth, while