

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ СМЕСИ

*Е. В. Нелюбина, Е. Н. Урбанчик, Е. С. Ксенчук, Е. В. Захарова, О. С. Каминская*

Изучено влияние ферментных препаратов компании биотехнологического концерна «DSM» на качество хлеба и способность его к сохранению свежести. Показано, что использование исследуемых ферментных препаратов при производстве ржано-пшеничного хлеба увеличивает балльную оценку, удельный объем, пористость и формустойчивость готового изделия. Ферментный препарат ТВС «EnzoWay 7.07» (МАМ 10000) оказывает положительное влияние на способность хлеба сохранять свежесть в процессе хранения. Обоснован выбор ферментного препарата ТВС «EnzoWay 7.07» (МАМ 10000) в качестве активного компонента при формировании состава биологически активной хлебопекарной смеси на основе солода ржаного.

### Введение

Производство хлеба с использованием биологически активных смесей является перспективным направлением в хлебопекарной промышленности. Компоненты биологически активных хлебопекарных смесей могут, с одной стороны, обогащать хлеб определенными, полезными для человека, веществами, с другой стороны, положительно влиять на технологию производства хлебобулочного изделия. В современном хлебопечении основу биологически активных хлебопекарных смесей могут составлять различные физиологически полезные продукты. Одним из таких продуктов является солод ржаной, который характеризуется полноценным химическим составом, сохраняет все необходимые натуральные компоненты зерна, находящиеся в биодоступном состоянии, придает ржано-пшеничным изделиям специфический вкус и аромат, ускоряет протекание биохимических, микробиологических и коллоидных процессов [1, 2].

В настоящее время отечественные предприятия по производству солода испытывают сложности с реализацией данного продукта. Причина этого в основном заключается в сокращении потребления солода пивоваренной промышленностью – заводы предпочитают заменять натуральный солод специализированными ферментными препаратами. В результате солодовни терпят убытки и ищут пути расширения области использования солода. Практический интерес представляет более широкое использование солода в хлебопекарной промышленности. Коллективом ученых университета ведется разработка биологически активных смесей с использованием солода ржаного, предназначенных для применения в хлебопечении в технологии производства ржано-пшеничного хлеба. Основными компонентами разрабатываемых биологически активных смесей являются солод ржаной ферментированный и солод ржаной неферментированный. В состав подобных биологически активных смесей, наряду с солодом ржаным, могут входить ферменты и ферментные препараты комплексного действия. Использование ферментов и ферментных препаратов в разработке хлебопекарных биологически активных смесей является весьма перспективным направлением. Функциональная особенность ферментных препаратов состоит в форсировании и направленном регулировании биохимических процессов, протекающих при производстве хлеба. Преимуществом использования ферментных препаратов является: узкая специфичность действия; проявление активности в строго определенной последовательности; проявление активности при определенных параметрах процесса. Использование ферментов и ферментных препаратов в производстве хлеба позволяет интенсифицировать технологический процесс, улучшить структурно-механические свойства теста и мякиша, повысить удельный объем и пористость изделий, улучшить потребительские свойства [2, 3].

Поэтому целью работы явилось изучение возможности использования ферментных препаратов в качестве компонента биологически активных хлебопекарных смесей с использованием солода ржаного.

### Результаты исследования и их обсуждение

В настоящее время в Республике Беларусь фирмой, имеющей официальное разрешение на реализацию ферментов и ферментных препаратов для хлебопекарной промышленности, является компания ООО «Грейн Ингредиент» под брендом EnzoWay. Компания «Грейн Ингредиент» в секторе зернопереработки и хлебопечения является официальным дистрибьютером мирового лидера в области биотехнологии – компании «DSM». Для производства ржанных и ржано-пшеничных изделий данная компания предложила ассортимент ферментных препаратов, имеющих следующие фирменные названия: технологическое вспомогательное средство (далее ТВС) «EnzoWay 3.15» (стабильность), ТВС «EnzoWay 3.05» (ксиланаза), ТВС «EnzoWay 7.02» Panamore Golden, ТВС «EnzoWay 3.02» (фосфо/галактолипаза), ТВС «EnzoWay 3.03» (глюкозооксидаза), ТВС «EnzoWay 3.06» (глюкоза-амилаза), ТВС «EnzoWay 3.04» (альфа-амилаза), ТВС «EnzoWay 7.07» (MAM 10000), ТВС «EnzoWay 3.07» (свежесть), ТВС «BakeZyme B 500».

На основе анализа функциональных свойств предлагаемых ферментов для дальнейших исследований были выбраны четыре ферментных препарата:

– ТВС «EnzoWay 3.05» (ксиланаза) – способствует развитию белкового каркаса (без повреждения белковых связей) и высвобождению белковых связей из некрахмальных полисахаридов, повышению эластичности и обрабатываемости теста, повышению водопоглотительной способности и осветлению тестовой заготовки;

– ТВС «EnzoWay 3.03» (глюкозооксидаза) – укрепляет белковый каркас, повышает формоустойчивость и стабильность теста, снижает липкость тестовых заготовок;

– ТВС «EnzoWay 3.15» (стабильность) – понижает автолитическую активность муки, снижает липкость теста, предотвращает «расплываемость» тестовых заготовок, а также способствует развитию белкового каркаса, повышению эластичности и обрабатываемости теста, повышению водопоглотительной способности муки;

– ТВС «EnzoWay 7.07» (MAM 10000) – продлевает свежесть изделий, предотвращает ретроградацию крахмала, тем самым снижая активность воды, повышает пластичность теста, формирует равномерную, хорошо развитую структуру пористости, сохраняет первоначальную мягкость, улучшает структуру и эластичность мякиша.

Выбор данных ферментных препаратов обусловлен необходимостью улучшать реологические свойства ржано-пшеничного теста (основные свойства ферментов: укрепление белкового каркаса, стабильное тестообразование, снижение автолитической активности, предотвращение «расплываемости» теста и повышение формоустойчивости). Целесообразность выбора данных ферментов для производства ржано-пшеничного хлеба обусловлена наличием в технологии производства ржанных и ржано-пшеничных хлебов проблемы высокой автолитической активности ржаной муки и, как следствие, липкости и разжижаемости теста, сложности его формовки, низкой формо- и газодерживающей способности теста, расплываемости тестовых заготовок, низкой пористости и удельного объема готовых изделий.

В современном хлебопечении важным показателем для производителей и потребителей является продолжительность хранения хлебобулочных изделий. Сроки хранения определяют способность хлебобулочных изделий сохранять потребительские свойства на протяжении определенного периода времени. Ферментный препарат ТВС «EnzoWay 7.07» (MAM 10000), наряду со свойствами улучшать реологические качества теста, обладает дополнительными возможностями увеличивать сроки хранения изделий и способность к продлению сроков годности (предотвращать ретроградацию крахмала).

Остальные ферменты, представляемые компанией ООО «Грейн Ингредиент» EnzoWay, способны влиять на углеводно-амилазный комплекс муки, увеличивая ее автолитическую активность, что является неприемлемым для получения биологически активной хлебопекарной смеси на основе солода ржаного.

Дозировки внесения выбранных ферментных препаратов в биологически активные смеси с использованием солода ржаного устанавливались путем исследования влияния различных количеств ферментного препарата на качество ржано-пшеничного хлеба методом проведения лабораторных выпечек. Ржано-пшеничный хлеб изготавливался по базовой рецептуре, включающей: муку ржаную хлебопекарную сеяную, муку ржаную хлебопекарную обдирную, муку пшеничную первого сорта, дрожжи хлебопекарные прессованные, соль поваренную пищевую йодированную с внесением биологически активной смеси на основе солода ржаного в оптимальной дозировке, установленной в результате предыдущих исследований.

В биологически активную смесь на основе солода ржаного для опытных образцов хлеба ферментные препараты вносились согласно рекомендуемым производителем дозировкам (таблица 1) соответственно в минимальном, среднем и максимальном количестве.

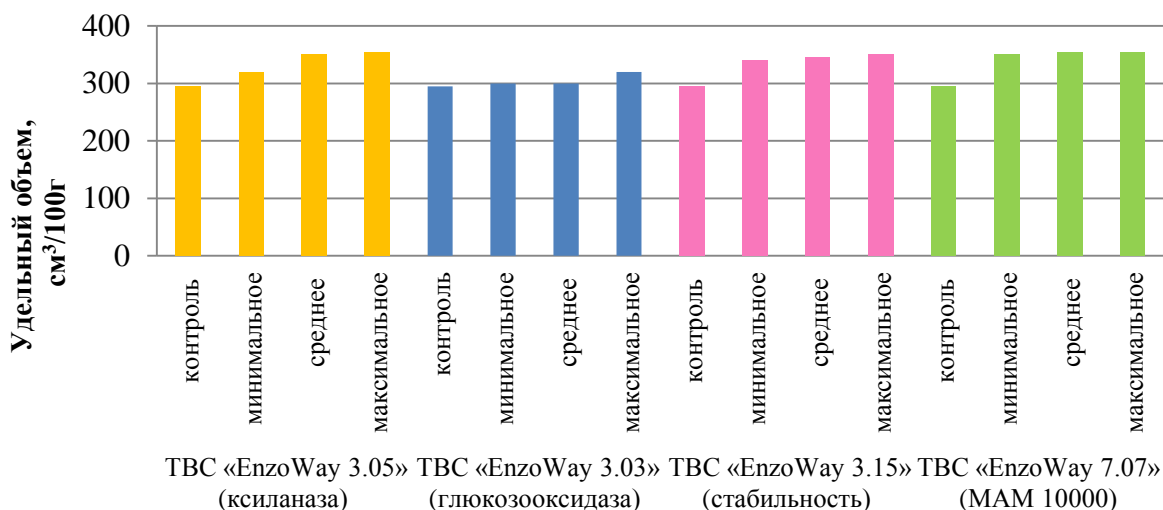
Таблица 1 – Дозировки ферментных препаратов, рекомендуемые производителем

Название ферментного препарата	Количество ввода, г на 100 кг муки		
	минимальное	среднее	максимальное
ТВС «EnzoWay 3.05» (ксиланаз)	1,0	3,0	5,0
ТВС «EnzoWay 3.03»(глюкозооксидаза)	0,1	0,45	0,8
ТВС «EnzoWay 3.15» (стабильность)	30,0	65,0	100,0
ТВС «EnzoWay 7.07» (МММ 10000)	1,0	5,5	10,0

В биологически активную смесь на основе солода ржаного для контрольного образца хлеба ферментный препарат не вносился. У готовых изделий определяли органолептические и физико-химические показатели качества. Балльная оценка, характеризующая органолептические показатели качества, и физико-химические показатели качества хлеба с использованием выбранных ферментных препаратов представлены в таблице 2 и на рисунках 1, 2.

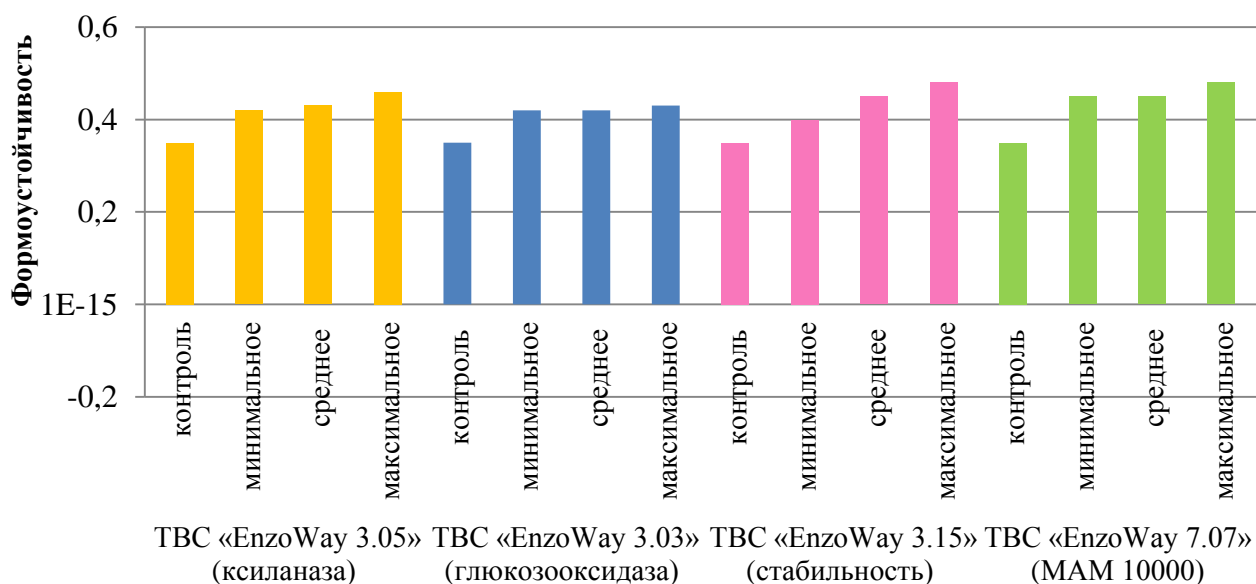
Таблица 2 – Влияние исследуемых ферментных препаратов на показатели качества хлеба с использованием биологически активных смесей на основе солода ржаного

Количество ввода ферментного препарата	Влажность, %	Кислотность, град	Пористость, %	Балльная оценка, баллы
ТВС «EnzoWay 3.05» (ксиланаз)				
контроль	46,2	4,2	56,0	61
минимальное	46,0	4,2	62,0	64
среднее	46,3	4,4	64,0	65
максимальное	46,5	4,4	68,0	65
ТВС «EnzoWay 3.03» (глюкозооксидаза)				
контроль	46,2	4,2	56,0	61
минимальное	45,8	4,0	63,0	65
среднее	46,0	4,0	63,0	65
максимальное	45,5	4,3	67,0	69
ТВС «EnzoWay 3.15» (стабильность)				
контроль	46,2	4,2	56,0	61
минимальное	46,0	3,9	60,0	63
среднее	46,0	4,2	65,0	66
максимальное	45,8	4,2	67,0	68
ТВС «EnzoWay 7.07» (МММ 10000)				
контроль	46,2	4,2	56,0	61
минимальное	46,3	4,4	65,0	64
среднее	46,2	4,8	65,0	64
максимальное	46,1	4,8	69,0	68



Количество ввода ферментного препарата

Рисунок 1 – Влияние исследуемых ферментных препаратов на удельный объем хлеба с использованием биологически активных смесей на основе солода ржаного



Количество ввода ферментного препарата

Рисунок 2 – Влияние исследуемых ферментных препаратов на формоустойчивость хлеба с использованием биологически активных смесей на основе солода ржаного

Анализ хода технологического процесса производства и качества полученных изделий позволил выявить ряд закономерностей. Визуальный осмотр при замесе теста не выявил внешнего влияния вводимых ферментных препаратов. Контрольный и опытные образцы теста имели одинаковый светло-коричневый цвет, запах и вкус, свойственные тесту из ржаной муки, близкие реологические характеристики: тесто плотное, обладающее средней адгезией, с хорошей способностью к формованию. После брожения контрольные и опытные образцы теста увеличились в объеме в 1,5–2,0 раза, у них наблюдалась развитая сетчатая структура и имелся характерный спиртовой и кисломолочный запах.

Следует отметить, что процесс увеличения объема, то есть процесс брожения в образцах теста с ферментным препаратом, происходил более интенсивно. Показатель кислотности у образцов теста в процессе брожения увеличивался на 1,5–2,0 градуса. Все образцы готового хлеба имели темноокрашенную, ровную, гладкую корочку, запах и вкус, свойственный ржано-пшеничному хлебу, без посторонних привкусов и запахов. По физико-химическим показателям видно положительное влияние всех выбранных ферментных препаратов на удельный объем хлеба (показатели удельного объема хлеба с увеличением количества вводимого ферментного препарата увеличиваются на 5 – 60 см<sup>3</sup>/100г) и формоустойчивость хлеба (с увеличением количества вводимых ферментных препаратов увеличивалась от 0,35 до 0,48). Таким образом, можно отметить положительное влияние выбранных ферментных препаратов в исследуемых дозировках на органолептические и физико-химические свойства хлебобулочных изделий.

Согласно представленным характеристикам одним из действий ферментного препарата ТВС «EnzoWay 7.07» (МММ 10000) является продление сроков хранения. В соответствии с СТБ 639 ржано-пшеничные хлеба должны храниться: 48 часов – заварные сорта хлеба без упаковки и 36 часов – остальные сорта хлеба без упаковки. Практический интерес представляет изучение способности ржано-пшеничного хлеба, полученного с использованием ферментного препарата ТВС «EnzoWay 7.07» (МММ 10000), сохранять свежесть. Опытные образцы хлеба изготавливались с использованием ферментного препарата ТВС «EnzoWay 7.07» (МММ 10000) в минимальной, средней и максимальной рекомендуемой дозировке. В качестве контрольного образца использовался хлеб, произведенный по аналогичной рецептуре, без использования ферментного препарата ТВС «EnzoWay 7.07» (МММ 10000). На протяжении определенного периода хранения, равного 64 часам, контрольные и опытные образцы хлеба анализировались по физико-химическим показателям качества, характеризующим свежесть продукта – влажности, содержанию связанной влаги и намокаемости. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в процессе хранения в контрольном и опытных образцах хлеба закономерно происходит уменьшение влажности мякиша. Начиная с 16 часов хранения, у опытных образцов хлеба, содержащих минимальную, среднюю и максимальную дозировки ферментного препарата ТВС «EnzoWay 7.07» (МММ 10000), снижение показателя влажности происходит значительно менее интенсивно относительно контрольного образца хлеба.

Гидрофильные свойства мякиша характеризуются его намокаемостью. Чем больше влаги захватывается мякишем при определении данного показателя, тем менее структурированы (уплотнены) его высокополимерные соединения. Анализируя данный показатель, можно отметить, что на протяжении 64 часов хранения опытные образцы хлеба характеризовались более высокими показателями намокаемости. Для опытных образцов с минимальным, средним и максимальным содержанием ферментного препарата ТВС «EnzoWay 7.07» (МММ 10000) показатель намокаемости оказался выше, чем у контрольного образца хлеба, в среднем на 3 %, 7 % и 12 % соответственно.

Вода в мякише хлеба находится в свободном и связанном состоянии. Из теории черствения следует, что чем больше связанной воды в мякише хлеба, тем медленнее протекает в нем процесс черствения. Анализ кинетики изменения содержания связанной воды в исследуемых образцах показал, что опытные образцы хлеба отличались большей влагоудерживающей способностью по сравнению с контрольным образцом. К 64 часам хранения опытные образцы хлеба содержали связанной влаги на 10 %, 26 % и 27 % выше, чем контрольный образец (соответственно для опытных образцов с минимальным, средним и максимальным содержанием ферментного препарата ТВС «EnzoWay 7.07» (МММ 10000)).

Показатель усушки свидетельствует об интенсивности испарения влаги и летучих веществ хлеба в процессе хранения. Согласно полученным данным, опытные образцы хлеба теряли влагу и летучие вещества на протяжении всего периода хранения в среднем на 13 %, 29 % и 39 % (соответственно для опытных образцов с минимальным, средним и максимальным содержанием ферментного препарата ТВС «EnzoWay 7.07» (МММ 10000)) медленнее, чем

контрольный образец хлеба.

В целом динамика изменения показателей свежести хлеба в процессе хранения показывает, что опытные образцы хлеба, благодаря использованию биологически активной смеси на основе солода ржаного с применением ферментного препарата ТВС «EnzoWay 7.07» (МАМ 10000), во всех исследуемых дозировках менее интенсивно теряют влагу и летучие вещества в окружающую среду, обладают большей влагоудерживающей способностью, а следовательно, более длительный период времени сохраняют свежесть в процессе хранения.

### **Заключение**

Показано, что использование ферментных препаратов ТВС «EnzoWay 3.05» (ксиланаза), ТВС «EnzoWay 3.03» (глюкозооксидаза), ТВС «EnzoWay 3.15» (стабильность), ТВС «EnzoWay 7.07» (МАМ 10000) при производстве ржано-пшеничного хлеба увеличивает балльную оценку, удельный объем, пористость и формоустойчивость готового изделия. Кроме того, ферментный препарат ТВС «EnzoWay 7.07» (МАМ 10000) оказывает положительное влияние на способность хлеба сохранять свежесть в процессе хранения.

Установлено, что в качестве рецептурного компонента биологически активной хлебопекарной смеси с использованием солода ржаного из группы исследуемых ферментных препаратов наиболее целесообразно использовать ТВС «EnzoWay 7.07» (МАМ 10000), так как он улучшает характеристики теста и готового хлеба, продлевает способность хлеба сохранять свежесть в процессе хранения.

### **Литература**

- 1 Кузнецова, Л. И. Ржаной хлеб – развитие технологий и ассортимента / Л. И. Кузнецова // Хлебопечение России. – 2015. – № 2. – С. 18–19.
- 2 Пашенко, Л. П. Технология хлебопекарного производства: учебник /Л. П. Пашенко, И. М. Жаркова. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 672 с.
- 3 Пучкова, Л. И. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий / Л. И. Пучкова, Р. Д. Поландова, И.В. Матвеева; под. ред. Л. И. Пучковой. – СПб.: ЗАО ГИОРД, 2005. – 559 с.

*Поступила в редакцию 13.11.2018*