

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

УДК 664.64

DOI 10.26456/vtchem2023.3.12

ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ СВОЙСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ ВЫСШЕГО СОРТА

А.В. Кудрявцева, Ю.А. Рыжков

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

В работе проведены анализы по органолептическим и физико-химическим показателям качества муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, оценены её хлебопекарные свойства. В ходе исследования были изучены реологические свойства теста и тестовых заготовок. По методу пробной лабораторной выпечки были изготовлены хлебобулочные изделия и оценены их органолептические и физико-химические показатели качества.

Ключевые слова: ферментные препараты, мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, хлебобулочные изделия, пробная лабораторная выпечка, реологическая оценка качества, органолептическая оценка качества, физико-химическая оценка качества, хлебопекарные свойства.

Поскольку пшеничная мука, являющаяся основным сырьем для производства хлеба, изготавливается из пшеницы, то все негативные свойства в зерне, на которые влияют изменения климата, почвы, окружающей среды, а также заражённость вредителями хлебных запасов, отражаются на веществах муки. Вследствие чего найти сырьё устойчивого качества невозможно. В таких случаях в рецептуру включают добавление ферментных препаратов, позволяющих раскрыть и использовать возможности муки, тем самым добиваясь повышения качества выпечки, уменьшая чёрствость и порчу хлеба и, как следствие, оптимизируя производственные процессы.

Ферментные препараты – очищенные и концентрированные продукты, содержащие определенные ферменты или комплекс ферментов, растительного, животного и микробного происхождения, необходимых для осуществления биохимических процессов, происходящих при производстве продуктов [1]. Большинство ферментных препаратов, используемых в выпечке, имеют микробное происхождение. Получение ферментных препаратов с помощью микроорганизмов представляется наилучшим, так как не связано с ограничениями климата и поставкой препаратов животного происхождения [9].

© Кудрявцева А.В.,
Рыжков Ю.А. 2023

Улучшение качества хлебобулочных изделий обуславливается обеспечением стабильных хлебопекарных свойств муки в рамках её стандартизации независимо от колебаний качества зерна. Ферменты сосредоточены главным образом в зародыше и периферийных частях зерна, поэтому в муке высоких выходов ферментов содержится больше, чем в муке низких выходов. Ферментная активность у разных партий муки одного и того же сорта различна. Чтобы усовершенствовать технологические свойства и качество муки, применяются сложные ферментные системы, которые одновременно экономичны и высокофункциональны. Но стоит учитывать, что ферменты активны только при достаточной влажности среды, поэтому при хранении муки влажностью 14,5 % и ниже действие ферментов проявляется очень слабо.

Целью данной работы является изучения влияния ферментных препаратов на хлебопекарные свойства изделий из пшеничной муки высшего сорта.

Действие ферментов при изготовлении хлеба приводит к ускорению нескольких процессов, первый из которых – извлечение сахара из крахмала. Вторым этапом следует расщепление сахара на простые сахара, вступающие в реакцию с дрожжами во время брожения теста [4].

В состав крахмала входит большое количество молекул глюкозы, связанных вместе. Дрожжи не могут вступить в реакцию пока не произойдет ферментативное расщепление крахмала за счёт механического распада или путем загустевания. Для этого в составе теста при выпечке хлеба необходимо участие таких ферментов, как α - и β -амилаза.

Может показаться, что, расщепляясь, крахмал разрушается в процессе выпекания, но на самом деле процесс разрушения, разбивания и расщепления некоторых частиц происходит в момент помола муки.

В хлебопекарной промышленности используют ферментные системы с моноспецифичностью – это амилазы, гемицеллюлазы, оксидазы, протеазы, а также ферментные системы с мультиспецифичностью (например, амилазно-гемицеллюлазные комплексы) [10].

Особенно обоснованно использование ферментных препаратов при переработке муки с пониженными хлебопекарными свойствами, в частности, муки с низкой ферментативной активностью.

Цели, в которых используется обработка ферментами:

- корректировка углеводно-амилазного комплекса муки;
- снижение числа падения;
- повышение водопоглощения;
- укрепление клейковины и улучшение реологических характеристик теста;

- повышение устойчивости и растяжимости теста, уменьшение его сопротивляемости;
- облегчение механической обработки теста;
- уменьшение количества эмульгаторов;
- усиление подъёма в печи и увеличение объёмного выхода изделий;
- улучшение пористости мякиша;
- улучшение цвета корки;
- замедление черствения, сохранение свежести и продление срока хранения [5].

Амилазы (α -амилазы, β -амилазы, глюкоамилазы) – это самые известные и наиболее часто используемые ферменты при обработке муки. Амилазы уменьшают длину молекул крахмала, расщепляя их на более короткие молекулы сахара, которые могут использоваться дрожжами в качестве источника энергии. Сахар увеличивает мощность брожения дрожжей и улучшает образование цвета и аромата. Кроме того, частичное расщепление крахмала гарантирует, что мякиш дольше останется свежим [12].

Основная активность стандартизированной грибной α -амилазы:

- делает консистенцию теста менее крепкой;
- способствует увеличению объёма готовых изделий в печи;
- улучшает цвет готовых изделий.

Глюкозооксидазы способны катализировать окисление глюкозы в глюконовую кислоту, с образованием перекиси водорода и поглощением кислорода. Глюкозооксидаза воздействует на сульфгидриловые группы клейковины, в результате чего они становятся более тугими. Ограничивающим фактором при этом является наличие свободного кислорода. Наряду с другими химическими реакциями, использующими кислород, он необходим и дрожжам до начала процесса собственного брожения, т.к. поначалу они дышат вместо того, чтобы бродить. Как следствие, на поверхности теста возникают хорошие условия для глюкозооксидазы, т.к. именно здесь постоянно присутствует достаточное количество кислорода. Глюкозооксидазы образуют эмульгаторы из липидов в муке и улучшают функциональность существующих эмульгирующих молекул, тем самым обеспечивая более стабильное тесто и хлеб с привлекательным объёмом и однородной пористостью.

Основная активность стандартизированной грибной глюкозооксидазы:

- укрепляет структуру теста и делает его более стабильным;
- делает поверхность теста сухой;
- увеличивает объём готовых изделий;
- усиливает хруст корочки и даёт специфический подрыв корки;

– заменяет окислители (в комбинации с аскорбиновой кислотой) [3].

Гемицеллюлазы (ксилаказы, пентозаны) – хлебопекарный ферменты, обладающие мультиспецифичным действием, для улучшения свойств теста и качества хлеба. Ферментный комплекс оптимизирует водопоглощение муки и перераспределение добавленной воды во время замеса, что помогает при образовании клейковинного каркаса. Гемицеллюлазы образуют в муке комплексы с белками, оказывают положительное влияние на механические свойства теста. Фермент получается из штаммов «*Aspergillus*», которые специально селекционно направлены на производство гемицеллюлаз.

Функциональные свойства грибной гемицеллюлазы:

- снижает упругость теста, увеличивает его растяжимость и эластичность;
- делает тесто стабильным;
- увеличивает объём готовых изделий [6].

Ферменты активны только в растворе, поэтому при хранении сухого зерна и муки их действие почти не проявляется. После замеса полуфабрикатов многие ферменты начинают катализировать реакции разложения сложных веществ муки. Активность, с которой происходит разложение сложных нерастворимых веществ муки на более простые водорастворимые вещества под действием ее собственных ферментов, называется автолитической активностью (автолиз — саморазложение).

Автолитическая активность муки — важный показатель её хлебопекарных свойств. Как низкая, так и высокая автолитическая активность муки отрицательно влияют на качество теста, хлеба. Желательно, чтобы автолитический процесс разложения белков и крахмала теста происходил с определённой, умеренной скоростью. Для того чтобы регулировать автолитические процессы в производстве хлеба, необходимо знать свойства важнейших ферментов муки, действующих на белки, крахмал и другие компоненты [2].

При выпечке ферменты подвергаются воздействию температуры и, как и все белки, сворачиваются, теряя биологическую активность. Это означает, что ферменты полностью инактивируются при выпечке хлеба и не присутствуют в конечном продукте [7].

Безопасность ферментных препаратов, применяемых в хлебопечении, обеспечивается соблюдением предписаний ТР ТС 029/2011 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». Стандарт содержит перечень ферментных препаратов, разрешенных к использованию в пищевой промышленности. Также известно, что применение ферментных препаратов снижает использование пищевых добавок (например, эмульгаторов, аскорбиновой кислоты) и способствует получению «чистого» маркированного хлеба [8].

Экспериментальная часть

В работе для проведения исследования были использованы 3 вида ферментных препаратов немецкого производства. Были разработаны и проанализированы образцы муки и теста под номерами 1, 2, 3 и 4. По результатам полученных данных дополнительно были составлены две рецептуры с вводом комплекса исходных ферментных препаратов в разных дозировках. Образцам присвоены номера 5 и 6. Действующие вещества и их дозировки в образцах приведены в табл. 1. Исследование проводилось в производственной лаборатории предприятия ОАО «Мелькомбинат» г. Твери.

Таблица 1.

Исследуемые образцы с вводом ферментных препаратов в выбранных дозировках

№ образца	1	2	3	4	5	6
Действующее вещество	-	α-амилаза	Гемипеллюлаза	Глюкозооксидаза	α-амилаза+ гемипеллюлаза+ глюкозооксидаза	α-амилаза + гемипеллюлаза+ глюкозооксидаза
Дозировка	-	1 г / 100 кг	5 г / 100 кг	1 г / 100 кг	1 г / 100 кг + 5 г / 100 кг + 1 г / 100 кг	2 г / 100 кг + 7 г / 100 кг + 1 г / 100 кг

Особенно обоснованно использование ферментных препаратов при переработке муки с пониженными хлебопекарными свойствами, в частности, муки с низкой ферментативной активностью [11]. Поэтому для наиболее выраженного результата в исследовании влияния ферментных препаратов была выбрана мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта.

На начальном этапе были определены органолептические показатели качества муки – цвет, запах, вкус и хруст. У всех исследуемых образцов результаты органолептической оценки качества идентичны между собой и соответствуют показателям из ГОСТ 26574-2017 «Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия». Следовательно, ввод в муку ферментных препаратов не отражается на органолептических качественных характеристиках.

Следующим этапом исследования было определение физико-химических показателей качества. Полученные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-химические показатели качества муки пшеничной

Наименование показателя	ГОСТ 26574-2017	№ образца					
		1	2	3	4	5	6
Количество клейковины, %	не менее 28,0	28,0	28,0	28,2	28,3	27,8	27,8
Качество клейковины, ед. ИДК	45-90	72	72	70	68	70	70
Число падения, с	не менее 200	381	373	387	394	328	386
Влажность, %	не более 15,0	14,8	14,8	14,8	14,8	14,7	14,7

Образцы № 5 и 6 по показателю «количество клейковины» не соответствуют требованиям ГОСТ 26574-2017 «Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия». Такие результаты могли быть получены по причине того, что отмывание клейковины проводилось не в два определения в условиях повторяемости. У образца № 4 отмечено характерное для глюкозооксидазы укрепление клейковины. У образцов № 2 и 5 зафиксировано снижение числа падения, вследствие ввода в муку и увеличения концентрации α -амилазы. Влажность муки у образцов № 5 и 6 чуть снизилась из-за длительности хранения муки.

Следующим этапом в работе были определены реологические показатели качества. Водопоглощение муки – это её способность впитывать жидкость, образуя тесто нормальной консистенции. Выход теста и выход хлеба напрямую зависят от водопоглотительной способности: чем она выше, тем выше будут эти показатели. Время образования теста — это величина, за которую тесто в процессе замеса достигнет своего максимума. Степень разжижения – величина изменения консистенции теста через 12 минут от начала разжижения. Устойчивость теста к деформации характеризует его упругость. Растяжимость – способность теста растягиваться и деформироваться. Сила муки – показывает, какими физическими свойствами может обладать тесто, а, следовательно, объёмом и структурой пористости готовых изделий. Вязкость – это способность теста оказывать сопротивление на движение. Полученные результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3.

Реологические показатели качества муки пшеничной

Наименование показателя	№ образца					
	1	2	3	4	5	6
На приборе «Farinograph-E»						
Водопоглощение, %	60,1	60,2	60,3	60,4	60,6	60,3
Время образования, мин	2,0	2,2	1,7	1,7	2,0	2,5
Стабильность, мин	3,6	2,9	4,7	2,6	4,0	4,8
Степень разжижения, FU	58	67	50	75	60	48
На приборе «Chopin Alveograph NG»						
P, mmH2O	121	114	105	120	125	102
L, mm	58	78	74	70	61	113
W, Дж	274	318	274	315	300	356
На приборе «Amylograph»						
Вязкость, ЕА	1060	1140	1020	1100	1240	880

У всех образцов с вводом ферментных препаратов наблюдалось увеличение водопоглотительной способности муки. Образец № 5 показал самый высокий результат – это говорит о том, что такая мука даст больший выход теста. Показатель «время образования» у образцов № 3 и 4 самый низкий, что означает более быстрое достижение тестом заданной консистенции. Образец № 6 показал лучший результат по стабильности теста – оно дольше сохраняет свои первоначальные свойства. По степени разжижения у образца № 6 самое плотное тесто, а у образца № 4 – самое мягкое. Образец № 5 лучше всех сохраняет целостность при воздействии на него, что отображено показателем «устойчивость к деформации». Показатель «растяжимость» ярче выражен у образца № 6, что описывает тесто как наиболее способное растягиваться без повреждений при воздействии на него. Показатель «сила муки» у образца № 6 также выражен сильнее. Вязкость теста у образца № 2 ожидаемо увеличилась из-за активности α -амилазы, а у образца № 5 этот показатель ещё выше, что говорит о том, что в комплексе α -амилаза стала более активной.

Производство хлебобулочных изделий для каждого образца включает следующие этапы: взвешивание ингредиентов, замес теста, деление на куски и округление теста, предварительная расстойка,

обминка, формование тестовых заготовок, окончательная расстойка и выпечка.

Пшеничное тесто вследствие своей упругости и сравнительно небольшой адгезии должно подвергаться более интенсивной механической обработке при разделке. Округление необходимо для сглаживания неровностей на поверхности кусков и создания плёнки, которая препятствует выходу газов из теста в процессе предварительной расстойки. Наличие плёнки дает равномерную пористость мякишу при выпечке. В результате предварительной расстойки ослабляются возникшие в тесте при делении и округлении внутренние напряжения и восстанавливаются частично разрушенные отдельные звенья клейковинного структурного каркаса.

Цель окончательной расстойки – брожение теста, которое необходимо для восполнения диоксида углерода, удалённого в процессе деления, округления и формования. Если выпекать хлеб без окончательной расстойки, то он будет низкого объёма, с плотным, плохо разрыхлённым мякишем, с разрывами и трещинами на корке. В процессе расстойки формируется структура пористости будущего изделия.

Исследование испытуемых образцов проводилось по методу пробной лабораторной выпечки. Количество муки, воды, пресованных дрожжей и соли в граммах определено по таблицам из ГОСТ 27669-88 «Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба»: для образцов № 1, 2, 3, 4 влажность муки – 14,8 %; для образцов № 5 и 6 – 14,7 %. Полученные рецептуры для каждого исследуемого образца представлены в табл. 4.

Таблица 4.

Рецептуры для исследуемых образцов с учётом ввода ферментных препаратов

№ образца	Наименование и расход сырья, г						
	Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	Вода	Соль	Дрожж и пресованные	α-амилаза	Гемицеллюлаза	Глюкозооксидаза
1	751,0	378,0	10,0	20,0	-	-	-
2	751,0	378,0	10,0	20,0	0,0075	-	-
3	751,0	378,0	10,0	20,0	-	0,0376	-
4	751,0	378,0	10,0	20,0	-	-	0,0075
5	750,0	379,0	10,0	20,0	0,0075	0,0375	0,0075
6	750,0	379,0	10,0	20,0	0,0150	0,0525	0,0075

В процессе разделки и формования тестовых заготовок были изучены органолептические характеристики теста, его газодерживающая способность (ГУ), а также газообразующая

способность (ГО). Для каждого образца выпечки были зафиксированы данные по продолжительности расстойки.

Характеристика исследуемых образцов теста после замеса, при обминке и разделке представлена в таблице 5.

Таблица 5

Характеристика исследуемых образцов теста

№ образца	Наименование показателя				
	Тесто после замеса	Тесто при обминке I	Тесто при обминке II	Тесто при разделке	Продолжительность расстойки
1	Плотное, не липкое	Плотное, не липкое, с эластичными свойствами, подрывается	ГО – удовлетворительное, ГУ - хорошее	Среднего объема, мягкое, ГО – хорошее, ГУ - отличное	90
2	Плотное, не липкое	Мягкое, не липкое, с эластичными свойствами	ГО – хорошее, ГУ - отличное	Объемное, ГО – хорошее, ГУ - отличное	85
3	Мягковатое, не липкое	Мягкое, не липкое, с эластичными свойствами, подрывается	ГО – хорошее, ГУ - отличное	Объемное, ГО – хорошее, ГУ - отличное	80
4	Плотное, не липкое	Мягкое, не липкое, с эластичными свойствами, подрывается	ГО – хорошее, ГУ - отличное	Объемное, ГО – отличное, ГУ - хорошее	85
5	Мягкое, липкое	Мягкое, липкое, с эластично-пластичными свойствами, подрывается	ГО – отличное, ГУ - отличное	Очень объемное, очень мягкое, ГО – отличное, ГУ - хорошее	60
6	Мягкое, липкое	Мягкое, не липкое, с эластично-пластичными свойствами, подрывается	ГО – хорошее, ГУ - отличное	Объемное, мягкое, ГО – отличное, ГУ - отличное	55

У всех образцов были оценены органолептические и физико-химические показатели качества. Полученные результаты представлены в табл. 6.

Таблица 6

Качественные характеристики исследуемых образцов выпечки

Наименование показателя	№ образца					
	1	2	3	4	5	6
Масса кусков теста, г (подовый)	547	557	570	571	569	583
Масса горячего хлеба, г (подового)	509	497	511	514	513	528
Масса кусков теста, г (формовой)	546	554	568	568	566	583
Масса горячего хлеба, г (формового)	490	505	513	520	499	534
Объем хлеба, мл	900	1240	1300	1150	1350	1550
Объемный выход хлеба, мл на 100 г муки	241	331	348	307	361	414
H (высота), мм	69	72	88	67	70	90
D (диаметр), мм	164	179	178	193	210	220
H/D (формоустойчивость)	0,42	0,40	0,49	0,35	0,31	0,41
Цвет корки	Бледно-кремовая	Светло-золотистый	Золотистый	Светло-золотистый	Бледно-кремовая	Тёмно-золотистый
Пористость, %	80	76	76	75	80	81
Цвет мякиша	Кремовый	Светло-кремовый	Кремовый	Светло-кремовый	Светло-кремовый	Кремовый

Вкус и запах всех исследуемых образцов свойственны и идентичны между собой, отклонений не отмечено. При вводе в рецептуру ферментных препаратов у всех образцов заметно увеличился объём и объёмный выход изделий: образцы № 1, 2, 3 и 4 малообъёмные, образец

№ 5 – среднего объема, а образец № 6 – объемный. Формоустойчивость увеличилась у образца № 3 и является отличной, у образцов № 2, 4 и 6 относительно образца № 1 – уменьшилась и является хорошей, у образца № 5 – уменьшилась и является удовлетворительной. Характер корки всех исследуемых образцов одинаков: корка гладкая, глянцевая, тонкая. Пористость всех изделий развитая, неравномерная, тонкостенная.

Нормы влажности мякиша для хлебобулочных изделий из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта приведены в ГОСТ 31805-2019 «Изделия хлебобулочные из пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия» - от 19,0 до 52,0 %. Полученные результаты измерения влажности мякиша представлены в таблице 7.

Таблица 7

Показатели влажности исследуемых образцов хлебобулочных изделий через 3 часа после выпечки

Наименование показателя	№ образца					
	1	2	3	4	5	6
Влажность мякиша подового хлеба, %	40,5	41,0	40,5	41,0	41,0	41,5
Влажность мякиша формового хлеба, %	41,0	42,0	41,5	41,5	42,0	42,5

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что ферментные препараты оказывают значительное влияние на влажность мякиша изделия, тем самым замедляя его черствение в процессе хранения. У образца № 6 отмечено увеличение влажности подового изделия на 1 %, а формового – на 1,5 %. Такой результат обуславливается тем, что дозировка α -амилазы в данном образце была самой высокой, и в комплексе с глюкозооксидазой дала такой высокий результат. Ведь α -амилаза и глюкозооксидаза отвечают за улучшение влажности и эластичности выпечки, а также за формирование качественной структуры мякиша хлебобулочных изделий.

Изменение влажности исследуемых хлебобулочных изделий представлено в таблице 8.

Изменение влажности подовых и формовых изделий
через 24 и 48 часов после выпечки

Наименование показателя	№ образца					
	1	2	3	4	5	6
Влажность мякиша подового хлеба через 24 часа, %	39,0	40,5	40,0	40,5	41,0	41,5
Влажность мякиша подового хлеба через 48 часов, %	37,0	39,0	39,5	40,0	40,5	41,0
Влажность мякиша формового хлеба через 24 часа, %	40,0	41,5	40,5	41,0	42,0	42,5
Влажность мякиша формового хлеба через 48 часов, %	39,0	41,0	39,5	40,5	41,5	42,0

Образец № 1 показывает тенденцию к снижению влажности мякиша у подового хлеба через 24 часа – 1,5 %, через 48 часов – 3,5 %. У формового хлеба через 24 часа – 1 %, через 48 часов – 1 %. У образцов с вводом ферментных препаратов: через 24 часа у подовых изделий – от 0 до 0,5 %, у формовых – от 0 до 1 %. Через 48 часов – от 0,5 до 2 %. Полученные результаты отражают стабильность в снижении влажности изделий, выпеченных с вводом ферментных препаратов, а также большее время сохранения свежести.

Результаты исследования будут интересны для хлебобулочной промышленности с целью разработки новых и улучшенных ферментных препаратов, которые могут повысить качество выпечки. Кроме того, с растущим спросом на более здоровые и более натуральные ингредиенты в пищевой промышленности, ферментные препараты могут быть жизнеспособной альтернативой химическим добавкам, что делает это исследование еще более актуальным.

По полученным данным можно сделать вывод, что ферментные препараты в комплексе работают значительно лучше, чем по отдельности. Комбинирование препаратов с разным действием помогает усилить влияние того или иного компонента.

Водопоглотительная способность муки с вводом ферментных препаратов увеличилась, как следствие увеличился объёмный выход изделий. Следовательно, в производстве возможно уменьшение исходного количества муки, что положительно скажется на экономическом аспекте. Продолжительность расстойки тестовых заготовок значительно снизилась, что позволяет проводить процесс выпечки изделий быстрее.

Список литературы

1. ТР ТС 029/2012 Технический регламент Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» от 29.10.2021 г. № 110.
2. Березин, И. В. Ферменты - химические катализаторы? / И.В. Березин, А.А. Клесов. - М.: Знание, 2012. - 326 с.
3. Бобышев, К. А. Влияние ферментного препарата глюкозооксидазы на свойства теста и качество хлеба из пшеничной муки / К. А. Бобышев, И. В. Матвеева // Московский государственный университет пищевых производств. – 2014. – № 7. – С. 48 – 50. 2.
4. Белибова, Ю. Корректировка пшеничной муки ферментными препаратами / Ю. Белибова, И. Матвеева // Хлебопродукты. – 2006. – № 3. – С. 52 – 55
5. Точное регулирование муки на высшем уровне: аналит. обзор, янв. 2018 / КТ «ООО Штерн Ингредиентс». – С.-Петербург.: 2018. – 31 с.
6. Ферменты с самой высокой активностью: аналит. обзор / КТ «ООО Штерн Ингредиентс». – С.-Петербург.: 2018. – 6 с.
7. Хлебопечение России: аналит. обзор, янв. 2023 / Российский союз пекарей. – Москва.: «Вива-Стар», 2023 – 76 с.
8. Хлебопродукты: аналит. обзор, февр. 2018 / ООО «Издательство «Хлебопродукты». – Москва.: ООО «Издательство «Хлебопродукты», 2018 – 71 с.
9. Кайрос, Наталия Пробиотики и ферменты — суперфуд XXI века / Наталия Кайрос. - М.: Питер, 2013. - 224 с.
10. Коровкин, Б. Ф. Ферменты в жизни человека / Б.Ф. Коровкин. - М.: Медицина, 2016. - 770 с.
11. Корячкина, Светлана Яковлевна Функциональные пищевые ингредиенты и добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий / Корячкина Светлана Яковлевна. - М.: Гиорд, 2013. - 180 с.
12. Пронин С.И. Амилолитические ферменты и их роль в пищевой промышленности. – М.: ИЛ, 1953. С. 165-170.

Об авторах:

КУДРЯВЦЕВА Анна Вадимовна – бакалавр кафедры биохимии и биотехнологии химико-технологического факультета ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (170100, Тверь, ул. Желябова, 33); e-mail: homuska@mail.ru

РЫЖКОВ Юрий Анатольевич - заведующий кафедрой биохимии и биотехнологии химико-технологического факультета ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (170100, Тверь, ул. Желябова, 33), кандидат химических наук, доцент, e-mail: Ryzhkov.YA@tversu.ru

EFFECT OF ENZYME PREPARATIONS ON BAKERY PROPERTIES OF PRIME GRADE WHEAT FLOUR PRODUCTS

A.V. Kudryavtseva, Yu.A. Ryzhkov

Tver State University, Tver

Analysis was carried out on organoleptic and physical-chemical indicators of the quality of prime grade bakery wheat flour, its bakery properties were assessed. The study examined the rheological properties of the test and test pieces. According to the test laboratory baking method, bakery products were made and their organoleptic and physicochemical quality indicators were assessed.

Keywords: enzyme preparations, prime grade bakery wheat flour, bakery products, test laboratory baking, rheological quality assessment, organoleptic quality assessment, physicochemical quality assessment, bakery properties.

Дата поступления в редакцию: 04.05.2023.

Дата принятия в печать: 11.09.2023.