

процесса ультрафильтрации пектинового экстракта наблюдается в режиме с вибрационным перемешиванием. При этом также происходит снижение производительности обоих типов мембран, но в значительно меньшей степени. Медленный характер уменьшения производительности ультрафильтрационных мембран, обусловленный влиянием вибрационной турбулизации, что препятствует увеличению толщины поляризационного осадка на их поверхности.

Проведенные исследования показали значительные преимущества мембранных методов обработки, наряду с другими способами. Поэтому исследование процессов концентрирования пектинового экстракта с помощью процесса ультрафильтрации является на сегодня актуальной задачей, потому что позволяет получать пектиновые концентраты с высокими, ярко выраженными пищевыми и питательными свойствами. Эксплуатация ультрафильтрационных установок во время концентрирования пектинового экстракта снижает образование на поверхности полупроницаемой мембраны поляризационного слоя высокомолекулярных соединений. Определены рациональные технологические параметры проведения процесса ультрафильтрационного концентрирования пектиновых экстрактов в вибрационном режиме. Экспериментально доказано, что наиболее эффективными рациональными режимами процесса ультрафильтрационного концентрирования пектинового экстракта с использованием полупроницаемых мембран является значение давления 0,4...0,5 МПа, температуры 40...50 °С, продолжительность процесса ультрафильтрации – 1...1,5 часов.

### Список использованной литературы

1. Ильина И. А. Научные основы технологии модифицированных пектинов: [монография] / И. А. Ильина. – Краснодар : Просвещение-Юг, 2001. – 312 с.
2. Донченко Л. В. Пектин: основные свойства, производство и применение [монография] / Л. В. Донченко, Г. Г. Фирсов – М.: ДеЛи, 2007. – 276 с.
3. Кузнецова Е. А. Ультрафильтрационное концентрирование и очистка экстрактов подсолнечного пектина / Е. А. Кузнецова, А. В. Халецкий, А. Л. Лукин, В. В. Котов // Сорбционные и хроматографические процессы. 2007. – Т. 7. – Вып. 6 – С. 965 – 967.
4. Голубев В. Н. Пектин : химия, технология, применение [монография] / В. Н. Голубев, Н. П. Шелухина. – Москва, 1995. – 387с.
5. Дейниченко Г. В. Ультрафільтраційні процеси та технології раціональної переробки білково-вуглеводної молочної сировини [монографія] / Г. В. Дейниченко, З. О. Мазняк, І. В. Золотухина. – Х : Факт, 2008. – 208 с.

УДК 644.641

**Олейник С. Г., кандидат технических наук, доцент**

Харьковский государственный университет питания и торговли, Украина

**Запаренко А. В.**

Харьковский торгово-экономический институт Киевского национального  
торгово-экономического университета, г. Харьков, Украина

## **ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНОВОГО ТЕСТА И КАЧЕСТВО ХЛЕБА**

Одним из приоритетных направлений развития хлебопекарной отрасли Украины является расширение ассортимента хлебобулочных изделий оздоровительного назначения. Перспективным путем решения этой задачи является производство хлеба из цельного зерна, что позволяет максимально сохранить заложенные в него природой белки, неперевариваемые компоненты пищи, витамины, макро- и микроэлементы. Регулярное потребление зерновых сортов хлеба способствует снижению риска возникновения ожирения, диабета, сердечно-сосудистых, онкологических и других заболеваний [1], что свидетельствует о необходимости увеличения их количества в ассортименте хлебобулочной продукции. Однако хлеб из целого зерна по показателям качества уступает изделиям из муки, что в основном вызвано крупностью частиц зернового теста, значительным содержанием в нем некрахмальных полисахаридов и ухудшением состояния клейковины во время длительной стадии замачивания зерна. В этой связи актуальным является поиск технологических мероприятий, направленных на повышение потребительских свойств зернового хлеба.

В мировой практике для интенсификации технологических процессов и улучшения качества хлебобулочных изделий успешно применяются ферментные препараты. С целью регулирования структурно-механических свойств изделий с высоким содержанием некрахмальных полисахаридов с успехом применяются цитолитические ферментные препараты [2; 3], а для укрепления слабой клейковины – ферментные препараты окислительного действия [2–4]. В научной литературе представлены данные о целесообразности совместного применения цитолитических ферментных препаратов и оксидоредуктаз для улучшения структуры хлеба за счет синергизма их действия [3]. Целлюлазы и гемицеллюлазы нашли применение в технологии зернового хлеба на этапе замачивания зерна для размягчения его периферийных частиц [5], однако более эффективно изменять состояние биополимеров, на наш взгляд, можно путем введения ферментных препаратов на стадии приготовления теста.

Целью данного исследования является изучение влияния ферментных препаратов целлюлолитического, гемицеллюлолитического и окислительного действия Целлюлад, Ксилолад и Глюкозооксидазу на реологические свойства зернового теста и качество готового хлеба.

В работе использовали ферментные препараты, выпускаемые ДП «Энзим» (г. Ладыжин, Украина) [6]. Для приготовления зернового хлеба использовали зерно полбы сорта Голиковская и зерно пшеницы сорта Харьковская 30, выращиваемые экспериментальными хозяйствами Института растениеводства НААН Украины (г. Харьков).

Реологические характеристики зернового теста определяли на эластопластометре Толстого по показателям его упругости, эластичности и вязкости. Качество зернового хлеба оценивали по физико-химическим показателям – влажности, кислотности, удельному объёму и пористости, а также по органолептическим показателям, которые определяли стандартными методами.

Зерновое тесто готовили следующим образом. Зерно полбы и пшеницы после предварительной очистки подвергали замачиванию в 0,5% растворе уксусной кислоты при температуре 20°C и гидромодуле 1:1,5 в течение 15 и 18 ч соответственно. После замачивания зерно промывали, измельчали и на основе полученной массы замешивали зерновое тесто с добавлением 3,0% дрожжей хлебопекарных прессованных, 1,5% соли, ферментных препаратов Целлюлад, Ксилолад и Глюкозооксидаза в установленных ранее оптимальных количествах, которые составляли для полбяного теста – 0,038, 0,076 и 0,010%, а для пшеничного – 0,036, 0,065 и 0,007% к массе зерна соответственно. Тесто подвергали брожению в течение 90 мин при температуре 32°C, после чего делили на куски, формовали, сформованные тестовые заготовки подвергали расстойке при 37°C и выпекали при температуре 180...220°C в течение 30 мин. В качестве контрольных использовали образцы зернового теста и хлеба, приготовленные без добавления ферментных препаратов.

Результаты исследований обобщены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1– Влияние ферментных препаратов на реологические характеристики зернового теста

Показатель	Полбяное тесто		Пшеничное тесто	
	контроль	с ферментными препаратами	контроль	с ферментными препаратами
Модуль мгновенной упругости, $G_{np} \times 10^{-4}$ , Па	2,26±0,10	2,45±0,11	2,38±0,10	2,57±0,12
Модуль эластичности, $G_{en} \times 10^{-3}$ , Па	0,83±0,03	1,09±0,04	1,04±0,04	1,35±0,05
Пластическая вязкость, $\eta_0 \times 10^{-5}$ , Па·с	1,92±0,07	6,36±0,22	1,78±0,08	5,74±0,15

Установлено, что контрольный образец полбяного зернового теста характеризуется более выраженными пластическими свойствами в сравнении с пшеничным, о чем свидетельствуют меньшие показатели модуля мгновенной упругости и модуля эластичности. Добавление комплекса ферментных препаратов способствует повышению показателя пластической вязкости в образцах полбяного и пшеничного теста в 3,3 и 3,2 раза, а также росту показателей модуля мгновенной упругости на 8,4 и 8,0% и модуля эластичности на 31,3 и 29,8% соответственно. Это объясняется комплексным действием ферментных препаратов на составляющие зернового теста. Так, вследствие окисления глюкозы под действием глюкозооксидазы в тесте образуется перекись водорода, которая окисляет тиоловые группы в молекулах белков клейковины, протеолитических ферментов, активаторов протеолиза, вследствие чего укрепляется клейковина и снижается активность протеолиза [4]. Кроме того, из литературных данных известно, что перекись водорода участвует в модификации свойств арабиноксиланов путем окисления их составляющей – феруловой кислоты, что приводит к образованию дополнительных связей и увеличению водопоглощительной способности теста, укреплению его структуры [2–4; 7].

Важным фактором улучшения реологических свойств зернового теста является частичный гидролиз целлюлозы и арабиноксиланов под действием Целлюлада и Ксилолада, в результате чего снижается их количество и изменяется состав арабиноксиланов в сторону увеличения содержания водорастворимых фракций, что способствует повышению водосвязывающей способности теста. Кроме того, вследствие гидролиза белок-полисахаридных связей под действием этих ферментных препаратов высвобождаются клейковинные белки, способные участвовать в образовании структуры теста согласно данным литературных источников [3; 8].

Анализ результатов оценки физико-химических показателей качества зернового хлеба (таблица 2) позволил установить, что образцы изделий, приготовленных с добавлением ферментных препаратов, имеют более высокую влажность сравнительно с контрольными образцами. Это связано с повышением его водоудерживающей способности вследствие биотрансформации некрахмальных полисахаридов и белков полбы и пшеницы. Показатель кислотности у исследуемых образцов полбяного и пшеничного хлеба на 7,4 и 8,0% больше, чем у соответствующих контрольных образцов. Следует отметить, что образцы полбяного и пшеничного хлеба с добавлением ферментных препаратов характеризуются повышенными показателями удельного объема и пористости, величина которых на 35,0 и 12,8% и 31,6 и 12,5% соответственно больше по сравнению с их значением в хлебе без ферментных препаратов.

Таблица 2 – Показатели качества зернового хлеба

Показатель	Зерновой полбяной хлеб		Зерновой пшеничный хлеб	
	без добавок (контроль)	с ферментными препаратами	без добавок (контроль)	с ферментными препаратами
Влажность, %	45,6±0,5	46,0±0,5	45,0±0,5	45,3±0,5
Титрованная кислотность, град.	2,7±0,1	2,9±0,1	2,5±0,1	2,7±0,1
Пористость, %	58±2	65±2	56±5	63±5
Удельный объём, см <sup>3</sup> /г	2,0±0,1	2,7±0,1	1,9±0,1	2,5±0,1

Положительный эффект от внесения комплекса ферментных препаратов на стадии приготовления зернового теста подтвержден и результатами органолептической оценки качества выпеченного хлеба: эти изделия отличались более выпуклой и гладкой поверхностью без подрывов и трещин, в то время как у контрольных образцов она была шероховатой с незначительными трещинами. Наибольшие изменения были отмечены при оценке состояния мякиша исследуемых образцов хлеба – по сравнению с контрольным он характеризовался большей эластичностью, лучшей разрыхленностью, имел более равномерную и развитую пористость.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что комплексное использование ферментных препаратов Целлюлад, Ксилотад и Глюкозооксидаза при производстве хлеба зернового полбяного и пшеничного способствует улучшению реологических свойств зернового теста и повышению органолептических и физико-имических показателей качества зернового хлеба.

Список использованной литературы

1. Whole grain consumption and the risk of cardiovascular disease, cancer, and all-cause and cause-specific mortality – a systematic review / [D. Aune, N. Keum, E. Giovannucci et al.] // *BMJ*. – 2016. – Vol. 353. – P. 1–13. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.i2716>.
2. Уайтхерст Р. Дж. Ферментные препараты в пищевой промышленности / Р. Дж. Уайтхерст, М. Ван Оорст ; пер. с англ. Д-ра хим. наук С. В. Макарова. – СПб. : Профессия, 2013. – 408 с.
3. Primo–Martin C. Influence of pentosanase and oxidases on water–extractable pentosans during a straight breadmaking process / C. Primo–Martin, M. A. Martinez–Anaya // *J.Food Sci.* –2003. – Vol. 68. – P. 31–41.
4. Матвеева И. Глюкозооксидаза для улучшения пшеничной муки и хлеба / И. Матвеева, Т. Колупаева // *Хлебопродукты*. – 2003. – № 7. – С. 30–31.
5. Кузнецова Е. А. Влияние биокатализаторов на основе целлюлаз на изменение некоторых показателей / Е. А. Кузнецова, С. Я. Корякина // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 12. – С. 361–365.
6. *Энзим. Завод препаратів мікробіологічного синтезу* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <[www.enzim.biz](http://www.enzim.biz)>.
7. Hosoney R. C. A mechanism for the oxidative gelation of wheat flour water–soluble pentosans / R. C. Hosoney, J. M. Faubion // *Cereal Chemistry*. – 1981. – Vol 58. – No. 5. – P. 421–424.
8. Hemdane S. Wheat (*Triticum aestivum* L.) bran in bread making: a critical review / [S. Hemdane, P. J. Jacobs, E. Dornez et al.] // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2015. – P. 1–14.

УДК 664.38

**Махенько В.Н., кандидат технических наук, доцент,  
Соколовская И.А., кандидат технических наук, Прищепчук М.А.**  
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

**СОВРЕМЕННАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ  
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И РАЦИОНОВ**

Белок является наиболее дефицитной составляющей большинства пищевых рационов. Поскольку он имеет важную физиологическую роль, решению проблемы белкового дефицита посвящены работы ученых различных стран. Преодолением проблемы белково-калорийной недостаточности в мировом масштабе занимается созданное еще в 1946 году подразделение ООН – Продовольственная и сельскохозяйственная организации (ФАО). Международные эксперты на Консультативных собраниях, которые проводятся приблизительно раз в десять лет, рассматривают различные пути решения проблемы белкового дефицита и пытаются разработать действенные методики оценки белковой составляющей как отдельных пищевых продуктов, так и рационов. Хотя наилучшим методом оценки биологической ценности являются клинические исследования, проведение подобных исследований в глобальном масштабе является нецелесообразным как с экономической, так и с этической точки зрения. Лучше использовать расчетные методы. К сожалению, даже в наши дни как в периодической, так и в учебной литературе можно встретить использование с целью оценки биологической ценности продуктов предложенного еще в 1971 году [1] метода расчета аминокислотного числа (аминокислотного сора), который предусматривает простое сравнение содержания незаменимых аминокислот