

УДК 627.8

**ОБОСНОВАНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
БЕЛКОВОГО ГИДРОЛИЗАТА ИЗ ОСТАТОЧНЫХ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ**

Е.А. Казимилова, Е.С. Землякова

**IMPROVEMENT OF PROTEIN HYDROLYZATE TECHNOLOGY BASED ON
RESIDUAL BEER YEAST**

E.A. Kazimirova, E.S. Zemlyakova

Аннотация. Обосновано совершенствование технологии получения белкового гидролизата на основе остаточных пивных дрожжей. Экспериментально подтверждена целесообразность использования биопотенциала остаточных пивных дрожжей, как источника биологически активных веществ. Обоснован выбор ферментного препарата «Alcalase», обеспечивающий более полный процесс гидролиза сырья. Получена математическая модель и графическая интерпретация процесса ферментации, а также рассчитаны оптимальные значения количества ферментного препарата и времени гидролиза 1,7% и 3,6 ч соответственно. Установлен общий химический состав гидролизата, аминокислотный состав белков, минеральный и витаминный состав готового гидролизата, рассчитаны показатели его биологической ценности. Определен уровень функциональности белкового гидролизата по содержанию биологически активных компонентов.

Ключевые слова: переработка вторичного сырья; остаточные пивные дрожжи; белковый гидролизат; ферментные препараты; гидролиз.

Abstract: The improvement of the technology of obtaining protein hydrolyzate based on residual brewer's yeast is grounded. The expediency of using the biopotential of residual brewer's yeast as a source of biologically active substances is substantiated and experimentally confirmed. The selection of the enzyme preparation Alcalase, which provides a more complete process of hydrolysis of raw materials, is substantiated. A mathematical model and a graphical interpretation of the process of fermentolysis are obtained, and optimal values of the amount of enzyme preparation and time of hydrolysis are calculated, 1.7% and 3.6 hours respectively. The general chemical composition of the hydrolyzate, the amino acid composition of the proteins, the mineral and vitamin composition of the finished hydrolyzate are determined, and the indices of its biological value are calculated. The level of functionality of the protein hydrolyzate is determined by the content of biologically active components.

Key words: processing of secondary raw materials; residual brewer's yeast; protein hydrolyzate; enzyme preparations; hydrolysis.

Расширение ассортимента функциональных продуктов питания и создание технологий переработки недоиспользуемых пищевых отходов - одни из важных задач, которые стоят сегодня перед пищевой промышленностью РФ. В среднем до 70% вторичных продуктов в необработанном виде поступает на корм крупнорогатому скоту, птице, кроликам и т.д. И лишь 16-22% подвергается обработке для дальнейшего использования в пищевых целях.

С другой стороны, в планетарном масштабе уже много лет существует проблема недостатка пищевого белка в мире. Больше половины населения Земли страдает от дефицита белка. Одна из возможностей решения этой проблемы – развитие нового биотехнологического направления получения пищевых объектов с повышенным содержанием и улучшенным

качеством белка. Такими объектами стали белковые изоляты, концентраты и гидролизаты [1, 2].

Одним из основных вторичных ресурсов пивоварения, процветающей отрасли пищевой промышленности РФ, является биомасса остаточных пивных дрожжей. Данное вторичное сырьё является ценным источником витаминов группы В, легко усвояемого белка, а также эссенциальных микро- и макронутриентов. Химический состав позволяет считать данный вид сырьевого источника перспективным для производства белковых гидролизатов, в дальнейшем идущих на пищевые цели [3, 4]. Поэтому работа по совершенствованию технологии белкового гидролизата на основе остаточных пивных дрожжей является актуальной и своевременной.

Целью работы являлось совершенствование технологии белкового гидролизата на основе остаточных пивных дрожжей (далее – ОПД).

В 2017 году количество действующих в Российской Федерации пивоварен насчитывалось 872. Среди них: 36 крупных предприятий, 82 региональных пивоварен, 519 минипивзаводов/минипивоварен и 235 ресторанных пивоварен. Таким образом, с 2010 года наблюдается рост общего количества пивоварен с перераспределением доли от крупных заводов к мини и ресторанным пивоварням.

Одним из отходов пивоваренного производства являются биомасса ОПД, они образуются в больших количествах и отличаются своей питательной ценностью. Примерно 35 % дрожжей используют для дальнейших циклов брожения пива, а оставшиеся 65 % представляют собой отходы. Выход ОПД составляет 0,3 – 0,6 % от объема пива [5].

В настоящее время в России дрожжи в основном используют при производстве белковых кормовых добавок, в пищевой промышленности они практически не используются. Основными факторами, препятствующими широкому использованию отработанных, деактивированных пивных дрожжей в пищевой промышленности, являются выраженная горечь и нуклеиновые кислоты, содержащиеся в ОПД. Кроме того, белок дрожжей, сбалансированный по содержанию аминокислот, напоминает белок мяса, но плохо переваривается в связи с высокой устойчивостью клеточных оболочек дрожжей к действию пищеварительных ферментов человека.

Дрожжи могут применяться в качестве добавки в производстве хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий, мясных продуктов, соусов, продуктов детского питания и т. д. Избыточные пивные дрожжи могут быть использованы в качестве задаточных дрожжей при производстве пшеничной водки без изменения качества продукции. Из отработанных пивных дрожжей выделяют фермент инвертазу (b-фруктофуранозидазу), который используют для гидролиза сахарозы [6-9].

Дрожжи, используемые при производстве пива, относятся к классу Ascomycetes, роду *Saccharomyces*, видам *Saccharomyces cerevisia* (верховое брожение) и *Saccharomyces carlsbergensis* (низовое брожение). Форма клеток представляет собой овал или круг, длина – от 8 до 10 мкм и ширина от 5 до 7 мкм.

Дрожжевая клетка содержит 27 – 35 % сухого вещества, которое состоит на 85 -90 % из органических и на 10 – 15 % из неорганических веществ. Содержание белка и азотсодержащих веществ достигает 65 %, из них 88 % - высокомолекулярные белки и 12 % составляют аминокислоты. Больше всего известны такие белки, как фосфоглобулин и церевицин. Азотсодержащие вещества представляют собой 70% альбуминов и 30% нуклеопротеинов. Нуклеопротеины в свою очередь, расщепляясь, образуют пиримидины, пурины и аминокислоты. Так же дрожжевая клетка содержит 10 – 25 % углеводов. Углеводы в основном представлены гликогеном. Высокая концентрация сахара в сбраживаемой среде обуславливает накопление гликогена в дрожжевых клетках.

Клеточная стенка дрожжевой клетки в основном включает в себя глюкан и манан, а также помимо них содержит белок и хитин. Глюкан является сложно разветвленным полимером глюкозы и находится во внутреннем слое стенки. При его удалении клеточная

стенка разрушается. Манан представляет собой сложный полимер маннозы и находится во внешнем слое стенки. При его разрушении общая форма клетки не изменяется.

Белок клеточной стенки частично находится в связанном состоянии с ферментами. Фермент инвертаза является маннопротеином. Остальная часть белков клеточной стенки так же связана с маннаном, отсюда следует вывод, что маннан осуществляет структурную функцию клеточной стенки пивных дрожжей [10, 11].

В сухом веществе пивных дрожжей содержание белка и азотистых веществ достигает 60 – 65 %, жиров – 2 – 3% , минеральных веществ – 6 – 8%, углеводов – 10 – 25 %. В 100 г пивных дрожжей содержится порядка 1,5 мг витамина В₂, 400 мг холина, 500 мг калия, до 2 мг железа и т.д.

Содержание большинства незаменимых аминокислот (НАК) в пивных дрожжах, приближено к значениям, рекомендуемых ФАО/ВОЗ и говорит о высокой биологической ценности белка. Ферментативное воздействие является наиболее щадящим способом переработки вторичных ресурсов. Такое воздействие используется для разрыхления клеточной стенки пивных дрожжей, тем самым повышая пищевую ценность. Действие фермента разрушает клеточную стенку дрожжей, таким образом содержимое, в т.ч. белок и продукты его гидролиза, становится доступным.

Отечественные и зарубежные ученые, проводили ряд исследований посвященных ферментативному воздействию. Такой метод основан на обработке сырья ферментными препаратами при температуре 48-60 °С. Этапы данного метода: внесение достаточного количества ферментного препарата; инкубация при определенной температуре; инактивация ферментного препарата; фильтрование полученной массы и доведение pH полученного гидролизата до рекомендуемого значения.

Для полного расщепления полисахаридов клеточных стенок дрожжей используют ферментные препараты, выведенные из различных микроорганизмов (*Aspergillum*). Для этого сырье помещают или в солевой экстракт фильтрат продуцируемого микроорганизма, или в раствор ферментных препаратов. Инкубируют в течение 72 ч для дезинтеграции дрожжевых клеток [12].

Анализ научной литературы показал, что при получении белковых гидролизатов в основном используют белоксодержащее сырье животного и рыбного происхождения, сырье растительного происхождения используется редко. Из анализа литературы по переработке ОПД следует сделан вывод о том, что процессы гидролиза их не изучены в достаточной степени, поэтому дальнейшие исследования в данном направлении являются актуальными.

Для обоснования параметров процесса гидролиза, а также выбора наиболее эффективного ферментного препарата, были проведены ряд исследований. Эффективность ферментных препаратов определяли методом формольного титрования по количеству аминного азота.

Было исследовано 4 процесса гидролиза с 4 ферментными препаратами такими как, «Alcalase®» 2,5 L (Novozymes, Дания, активность 2,5 AU/г), «Flavourzyme» 1000 L (Novozymes, Дания), «Papain» PSM 500 (Enzybel), Protomex (Novozymes, Дания, активность 2,5 AU/г) с концентрацией от 1,0 % до 2,0% от количества водно-дрожжевой суспензии. Температура гидролиза - 50-52 °С, продолжительность процесса – наблюдения проводили в течение 4,5 ч. Результаты представлены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что самым активным ферментным препаратом, гидролизующим данный вид субстрата, является «Alcalase®» 2,5 L в концентрации 1,5 % от количества водно-дрожжевой суспензии и продолжительность гидролиза устанавливается 3,5 ч. Остальные ферментные препараты менее активны при всех рассматриваемых концентрациях. Повышение концентрации с 1,5% до 2 % не приводит к активизации процесса, следовательно, рассмотрение концентраций ферментных препаратов более 2 % не целесообразно.

Таблица 1 - Результаты определения аминного азота в водно-дрожжевой суспензии

Ферментный препарат	Концентрация фермента	Продолжительность гидролиза, ч								
		0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Alcalase	1.0 %	126.8	128.7	129.6	131.4	133.3	132.8	139.6	141.2	141.2
	1.5 %	130.5	133.3	134.2	136.1	138	142.9	148.7	149.0	149.0
	2.0 %	133.3	134.3	135.2	136.1	138.9	141.0	147.9	149.2	149.2
Protomex	1.0 %	107.5	109.3	111.2	112.1	113.1	113.1	113.1	113.1	113.1
	1.5 %	109.3	102.1	113.1	114	115.9	117.7	117.7	117.7	117.7
	2.0 %	105.6	107.5	109.3	111.2	112.2	112.2	112.2	112.2	112.2
Papain	1.0 %	114	115.9	116.8	118.6	120.5	120.5	120.5	120.5	1120.5
	1.5 %	116.8	119.6	120.5	122.4	123.5	124.2	124.2	124.2	124.2
	2.0 %	120.5	121.5	122.4	123.3	127.1	127.1	127.1	127.1	127.1
Flavourzyme	1.0 %	119.0	120.8	122.1	124.7	126.1	128.5	128.5	128.5	128.5
	1.5 %	120.2	122.1	123.9	127.0	127.0	129.4	132.2	132.2	132.2
	2.0 %	122.1	123.2	124.1	125.0	126.9	127.8	127.8	127.8	127.8

С применением методов математического планирования эксперимента были оптимизированы ключевые параметры гидролиза ОПД: количество ферментного препарата – 1,7%, продолжительность гидролиза - 3,6 ч.

План эксперимента при моделировании процесса гидролиза остаточных пивных дрожжей и результаты его реализации приведены в табл.2 и табл. 3.

Таблица 2 – План эксперимента при моделировании процесса гидролиза ОПД

Номер опыта	План эксперимента	
	Количество фермента, Кф, %	Время гидролиза, Тг, ч
1	2,0	4,0
2	1,0	4,0
3	2,0	3,0
4	1,0	3,0
5	2,0	3,5
6	1,0	3,5
7	1,5	4,0
8	1,5	3,0
9	1,5	3,5

Таблица 3 - Результаты реализации плана эксперимента

№	Частные отклики		Обобщенный параметр оптимизации (Y)
	О, балл	АА, мг/%	
1	11,2	149,2	0,0843
2	7	141,2	0,2515
3	8,4	141,0	0,2175
4	7	132,8	0,3423
5	9,8	147,9	0,0405
6	9,8	139,6	0,1865
7	11,2	149,0	0,0685
8	8,4	142,9	0,1785
9	13	148,7	0,0121

С учетом полученных данных разработана технологическая карта для получения белого гидролизата (табл. 4).

Таблица 4 - Технологическая карта для получения БГ

Наименование сырья	Содержание на 100 мл ОПД, мл
Остаточные пивные дрожжи	100
Вода водопроводная	30
Ферментный препарат (Alcalase)	1,7

БГ из ОПД был получен по усовершенствованной технологии, которая включает в себя следующие стадии:

- Прием сырья.
- Обезгоречивание ОПД.
- Приготовление водной суспензии ОПД.
- Нагревание водной суспензии ОПД.
- Охлаждение водной суспензии ОПД.
- Введение фермента.
- Гидролиз.
- Нагревание гидролизата.
- Сушка гидролизата.
- Упаковывание, хранение, реализация.

На рис. представлен внешний вид полученного белкового гидролизата.



Рисунок – Внешний вид высушенного белкового гидролизата из остаточных пивных дрожжей

Органолептическая характеристика белкового гидролизата приведена в табл. 5.

Таблица 5 – Органолептическая характеристика белкового гидролизата

Наименование показателя	Характеристика показателя
Внешний вид	Порошок сыпучий, мелкодисперсный. Без комочков. Сухой, не слипшийся, рассыпается при легком воздействии.
Цвет	От светло-коричневого до коричневого оттенка, в зависимости от используемого вида дрожжей. Однородный по всей массе, без посторонних включений.
Запах	Гармоничный, средне выраженный, специфический, свойственный используемому виду дрожжей. Без посторонних или портящихся запахов.
Вкус	Специфический, характерный для данного вида продукта, со слабо выраженной горечью, без посторонних или портящихся привкусов.

Характеристика общего химического состава белкового гидролизата полученного путем гидролиза остаточных пивных дрожжей представлена в табл. 6.

Таблица 6 – Общий химический состав белкового гидролизата на 100 г

Показатель	Содержание
Влага, г	7,0
Белок, г	54,2
Жир, г	3,0
Углеводы, г	28,0
в т.ч редуцирующие сахара, г	11,5
Минеральные вещества, г	7,8
Энергетическая ценность, ккал	355,8

Для оценки биологической ценности белков полученного гидролизата, рассчитывали аминокислотный скор и показатель биологической ценности, который составил для нового продукта – 83,16%.

А также, при оценке качества белкового гидролизата, было рассчитано содержание минеральных веществ и витаминов, которые приведены в табл. 7 и 8 соответственно.

Таблица 7 - Содержание минеральных веществ белкового гидролизата

Наименование элемента	Содержание элемента, мг/100г	% от рекомендуемой* суточной нормы
Железо	2,96	16,44
Цинк	0,391	3,26
Марганец	0,106	2,12
Медь	0,426	42,6
Калий	960,3	38,4
Натрий	800,4	61,6
Кальций	585,0	58,5
Магний	661,6	165,4

* согласно МР 2.3.1.2432-08 – Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения [13].

Таблица 8 - Содержание витаминов в белковом гидролизате

Наименование витамина	Содержание элемента, мг/100г	% от рекомендуемой* суточной нормы
В ₁ (тиамин)	0,163	10,9
В ₂ (рибофлавин)	2,06	114,4
В ₃ (никотиновая кислота)	6,75	135,0
В ₄ (холин)	817,1	136,2
В ₅ (пантотеновая кислота)	1,962	39,24
В ₆ (пиридоксин)	0,27	13,5
В ₇ (биотин, Н)	0,013	26,0
В ₉ (фолиевая кислота)	0,256	64
В ₁₂ (кобаламин)	0,0064	21,3

Из данных табл. 7 и 8 видно, что полученный белковый гидролизат является источником ряда функциональных ингредиентов (железо, медь, калий, натрий, кальций магний и витамины В₂, В₃, В₄, В₅, В₇, В₉, В₁₂).

Высокое содержание минеральных веществ и витаминов позволяет рассматривать полученный белковый гидролизат как комплекс функциональных ингредиентов при получении функциональных продуктов питания.

В табл. 9 представлены физико-химические показатели качества белкового гидролизата, рекомендуемые для включения в проект ТУ.

Таблица 9 - Физико-химические показатели качества белкового гидролизата

Продукт	Массовая доля, %			
	влаги, не более	минеральных вещ-в, не менее	белка, не менее	жира, не более
Белковый гидролизат из остаточных пивных дрожжей	8,0	6,0	40,0	3,0

Усовершенствованная технология получения белкового гидролизата на основе остаточных пивных дрожжей, позволяет получить комплекс функциональных ингредиентов для получения функциональных продуктов питания.

Заключение

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Анализ патентной и научно-технической документации показал актуальность и перспективность усовершенствования технологии получения белкового гидролизата, за счет использования такого вторичного ресурса пивоварения, как ОПД.

2. Обоснован выбор используемого сырья – ОПД. Исследован их общий химический состав: вода - 8%, белки – 60%, жиры – 3%, углеводы – 21%, зола – 8%.

3. Обоснован выбор ферментного препарата и параметры гидролиза остаточных пивных дрожжей. Ферментный препарат «Alcalase», температура гидролиза 52 °С.

4. Получена математическая модель оптимизации параметров гидролиза остаточных пивных дрожжей. Определены оптимальные значения процесса: количество ферментного препарата – 1,7%, продолжительность гидролиза - 3,6 часа.

5. На основе полученных данных, разработана технологическая схема производства белкового гидролизата, которая включает в себя следующие стадии: прием сырья, обезгоречивание ОПД, приготовление, нагревание и охлаждение водной суспензии ОПД,

введение ферментного препарата, гидролиз, нагревание гидролизата, сушка гидролизата, упаковывание, хранение, реализация.

6. Определены органолептические характеристики готового продукта, характеризующие его качество.

7. Исследована пищевая и биологическая ценность гидролизата. Установлены физико-химические показатели, общий химический состав, количество содержащихся в продукте функциональных ингредиентов.

8. На усовершенствованную технологию получения белкового гидролизата из остаточных пивных дрожжей подготовлен проект ТУ и проект ТИ к ним.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ивашов В.И., Неклюдов Н.В., Федорова Н.В., Хромова Р.А. Получение и применение белковых гидролизатов. М.: АгроНИИТЭИММП, 1991. 44 с.
2. Шарков В.И. Гидролизное производство. М.: Гослесбумиздат, 1961. 154 с.
3. Позняковский В.М. Состояние и перспективы развития производства микробного белка // Биотехнология. 1986. № 5. С.1.
4. Руденко Е.Ю. Современные тенденции переработки основных побочных продуктов пивоварения // Пиво и напитки, 2007. № 2. С. 66-68.
5. Экологически безопасная технология переработки отходов пивоварения / М.Н. Дадашев, К.В. Кобелев, Д. Г. Филенко, В.А. Винокуров, М.А. Капустин, З.М. Раджабов, Н.Р. Принс, В.А. Крупнов // Пиво и напитки. 2011. № 5. С. 17-19.
6. Бердугина А.В. Разработка технологии белковых гидролизатов из вторичного сырья мясной промышленности: дис. ...канд. техн. наук. Москва. 2000. 186 с.
7. Кораблин Р.В. Разработка и применение обогатителя из пивной дробины и остаточных пивных дрожжей: дис. ...канд. техн. наук. Воронеж. 2003. 168 с.
8. Карпенко Д.В. Разработка технологии получения биосорбентов на основе осадочных пивных дрожжей и их применение для производства пива, этилового спирта и других пищевых продуктов: дис. ...доктора техн. наук. Москва, 2005. 289 с.
9. Гонсалес Р.Б. Применение остаточных пивных дрожжей, на территории Кубы, как добавки против очерствения хлеба.: дис. ...канд. техн. наук. Краснодар, 2003. 187 с.
10. Квасников, Е. И. Дрожжи. Биология. Пути использования. Киев: Наукова думка, 1991. 328 с.
11. Фараджева Е.Д., Шахов С.В., Кораблин Р.В., Прибытков А.В. Новые виды биологически активных добавок из вторичных ресурсов пивоварения // Сб. науч. тр. Воронеж. гос. технол. акад. 2002. № 12. С. 59-61.
12. Максимюк Н.Н., Марьяновская Ю.В. О преимуществах ферментативного способа получения белковых гидролизатов // Фундаментальные исследования. 2009. № 1. С. 34-35.
13. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации:—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 36 с.

REFERENCES

1. Ivashov V.I., Neklyudov N.V., Fedorova N.V., Khromova P.A. *Polucheniye i primeneniye belkovykh gidrolizatov* [Preparation and use of protein hydrolysates]. Moscow: AgroNIITEIMMP, 1991. 44 p.
2. Sharkov V.I. *Gidroliznoye proizvodstvo* [Hydrolysis production]. Moscow: Goslesbumizdat, 1961. 154 p.



3. Poznyakovskiy V.M. *Sostoyaniye i perspektivy razvitiya proizvodstva mikrobnogo belka* [The state and prospects of microbial protein production]. *Biotekhnologiya*, 1986. No. 5, pp. 1.
4. Rudenko Ye.YU. *Sovremennyye tendentsii pererabotki osnovnykh pobochnykh produktov pivovareniya* [Modern trends in processing of the main by-products of brewing]. *Pivo i napitki*, 2007. No 2, pp. 66-68.
5. Dadashev M. KH., Kobelev K.V. Filenko D.G., Vinokurov V.A., Kapustin M.A., Radzhabov S. M., Prins H.R., Krupnov V.A. *Ekologicheski bezopasnaya tekhnologiya pererabotki otkhodov pivovareniya* [Ecologically safe technology for recycling brewery waste]. *Pivo i napitki*. 2011. No 5, pp. 17-19.
6. Berdutin A.V. *Razrabotka tekhnologii belkovykh gidrolizatorov iz vtorichnogo syr'ya myasnoy promyshlennosti. Dis. ...kand. tekhn. nauk.* [Development of technology of protein hydrolysates from the secondary raw materials of the meat industry: diss. ... cand. tech. sci.]. Moscow, 2000. 186 p.
7. Korablin R.V. *Razrabotka i primeneniye obogatitelya iz pivnoy drozbiny i ostatochnykh pivnykh drozhzhey: dis. ... kand. tekhn. nauk.* [Development and use of the enricher from beer beads and residual beer yeast]. Voronezh, 2003. 168 p.
8. Karpenko D.V. *Razrabotka tekhnologiy polucheniya biosorbentov na osnove osadochnykh pivnykh drozhzhey i ikh primeneniya dlya proizvodstva piva, etilovogo spirta i drugikh pishchevykh produktov. Dis. ... doktora tekhn. nauk* [Development of technology for obtaining biosorbents based on sedimentary beer yeast and their use for the production of beer, ethyl alcohol and other food products: diss. ... dr. tech. sci.] Moscow, 2005. 289 p.
9. Gonsales R.B. *Ispol'zovaniye ostatochnykh pivnykh drozhzhey, na territorii Kuby, kak dobavki protiv ocherstveniya khleba. Dis. ... kand. tekhn. nauk.* [The use of residual brewer's yeast, on the territory of Cuba, as an additive against the hardening of bread: diss. ... cand. tech. sci.]. Krasnodar, 2003. 187 p.
10. Kvasnikov Ye.I. *Drozhzhi. Biologiya. Puti ispol'zovaniya* [Yeast. Biology. Ways of using]. Kiyev: Naukova dumka, 1991. 328 p.
11. Faradzheva Ye.D., Shakhov S.V., Korablin R.V., Pribytkov A.V. *Novyye vidy biologicheski aktivnykh dobavok iz vtorichnykh resursov pivovareniya* [New types of biologically active additives from secondary brewing resources]. *Sb. nauch. tr. Voronezh. gos. tekhnol. akad.* 2002. No 12. pp. 59-61.
12. Maksimiyuk N.N., Mar'yanovskaya YU.V. *O preimushchestvakh fermentativnogo metoda polucheniya belkovykh gidrolizatorov* [On the advantages of the enzymatic process for the production of protein hydrolysates]. *Fundamental'nyye issledovaniya*. 2009. No 1. pp. 34-35.
13. *Normy fiziologicheskikh potrebnostey v energetike i pishchevykh veshchestvakh dlya Razlichnykh grupp naseleniya Rossiyskoy Federatsii* [Norms of physiological needs in energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation]. Methodical recommendations: -M.: Federal Center of Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor, 2009. 36 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Казимирова Екатерина Андреевна

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия, магистр биотехнологии.

E-mail: kazimirova_kat@mail.ru

Kazimirova Ekaterina Andreevna

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, Master of Biotechnology.

E-mail: kazimirova_kat@mail.ru



Землякова Евгения Сергеевна

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия,
кандидат технических наук.

E-mail: evgeniya.zemljakova@klgtu.ru

Zemlyakova Eugenia Sergeevna

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, Candidate of Technical
Sciences

E-mail: evgeniya.zemljakova@klgtu.ru

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи:
236022, Калининград, Советский пр., 1, КГТУ, ГУК, каб. 376а. Землякова Е.С.
8(911)4642030