



Министерство образования и науки
Российской Федерации



Администрация Кемеровской области



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Кемеровский технологический институт пищевой
промышленности"

МАТЕРИАЛЫ

МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ



"БИОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНОЛОГИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ РЕСУРСОВ В ИНТЕРЕСАХ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ"

в рамках федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России"
на 2009-2013 годы

10 - 12 сентября 2012 г.

Кемерово



Министерство образования и науки
Российской Федерации



Администрация
Кемеровской области



ФГБОУ ВПО «Кемеровский
технологический институт пищевой
промышленности»

МАТЕРИАЛЫ

Международной молодежной конференции



«БИОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНОЛОГИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ РЕСУРСОВ В ИНТЕРЕСАХ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»

**в рамках федеральной целевой программы «Научные и
научно-педагогические кадры инновационной России»
на 2009–2013 годы**

10 – 12 сентября 2012 года

Кемерово

УДК 60
ББК 30.16
М 34

Под общей редакцией
профессора, д-ра хим. наук В.П. Юстратова

М 34 Материалы международной молодежной конференции «Биокаталитические технологии и технологии возобновляемых ресурсов в интересах рационального природопользования» 10 – 12 сентября 2012 г. / под общ. ред. В.П. Юстратова; ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности». Кемерово, 2012. – 233 с.

ISBN 978-5-89289-698-6

В сборнике представлены материалы международной молодежной конференции, объединенные по направлениям: биокаталитические технологии; переработки сырья, вторичных ресурсов и отходов; технологическое оборудование, процессы и аппараты пищевых производств; экология, контроль качества и безопасность пищевых продуктов.

Материалы изданы в авторской редакции на русском языке.

*Международная молодежная конференция проводится в рамках
федеральной целевой программы
«Научные и научно-педагогические кадры инновационной России»
на 2009-2013 годы,
государственный контракт № 12.741.11.0225 от 15 июня 2012г.*

УДК 60
ББК 30.16
М 34

© Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности, 2012

ISBN 978-5-89289-698-6

МЕТОДОВ ХРАНЕНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ ШТАММОВ-СУПЕРПРОДУЦЕНТОВ PAL

Г.А. Аватисян

Каролинский институт, Швеция, Стокгольм

L-фенилаланин – одна из незаменимых аминокислот. В животном организме фенилаланин необходим для синтеза таких соединений, как адреналин, норадреналин, катехоламин, допамин, так же как тироидные гормоны, тироксин, трийодотиронин и пигмент меланин [1].

Целью проведения исследований явилось молекулярное клонирование и экспрессия гена *pal*, обеспечивающего биотрансформацию фенилаланина с целью разработки технологии получения продуктов питания для лечения больных фенилкетонурией.

В результате исследований был разработан лабораторный способ выделения гомогенного препарата PAL, пригодного для создания на его основе крупномасштабного метода получения фермента. Для изучения влияний различных условий хранения на жизнеспособность и важнейшие физиолого-биохимические свойства были предложены и исследованы методы хранения и стабилизации штаммов-суперпродуцентов PAL.

Лиофилизация позволяет защищать биологические материалы, содержащие воду, в отсутствие которой многие химические и ферментативные процессы замедляются или прекращаются. Однако в процессе сушки могут происходить изменения свойств материала, так как при обезвоживании возрастает концентрация солей, что оказывает отрицательное воздействие на белковые компоненты высушиваемого препарата [2]. Наиболее прогрессивным методом обезвоживания биологических препаратов является сублимационная сушка - это удаление влаги из свежемороженых препаратов в условиях вакуума. Принцип сублимационной сушки основан на том физическом факте, что при значениях атмосферного давления ниже определенного порога – «тройной точки» (для чистой воды такое давление составляет 6,1 мбар при 0°C) вода может находиться только в двух

агрегатных состояниях - твердом и газообразном, переход воды в жидкое состояние в таких условиях невозможен. И если парциальное давление водного пара в окружающей среде ниже парциального давления льда, то лед прямо переводится в газообразное состояние, минуя жидкую фазу.

При высушивании термочувствительных биологических препаратов метод сублимационной сушки обеспечивает минимальные изменения физико-химических и биологических свойств продукта не только в процессе обезвоживания, но и в процессе длительного хранения.

На первом этапе работ по исследованию условий хранения штаммов-суперпродуцентов PAL изучали влияние замораживания – оттаивания на активность штаммов-суперпродуцентов PAL.

Однократная заморозка – разморозка показала, что потери активности штаммов в этих условиях эксперимента составляют 12%. В последующих экспериментах в процессе диализа потери активности фермента не происходило. Диализованный препарат микроорганизмов имеет удельную активность, равную 2,99 Е/мг белка.

На следующем этапе три образца препарата микроорганизмов (с добавлением D-трегалозы, поливинилпирролидона и Трис-НСI буферного раствора) подвергали сублимационной (вакуумной) сушке и оценивали потери активности после лиофилизации. Контролем служила активность препарата после диализа. Процесс сушки осуществляли в сублимационной сушилке ЛС – 500 (ООО «Проминтех», Россия). Процесс сушки проводили в течение 6 часов при вакууме 6 Па, температуре конденсатора - 40°C и температуре полки 20°C. Высушенные препараты во флаконах растворяли в изначальном объеме деионизованной воды (250 мкл) и определяли удельную активность PAL.

Результаты определения активности штаммов-суперпродуцентов PAL до и после лиофилизации представлены в табл. 1. Результаты, представленные в табл. 1, свидетельствуют о том, что наилучшим стабилизатором штаммов-суперпродуцентов PAL при лиофилизации является 0,5% раствор D-трегалозы. Поливинилпирролидон при той же концен-

трации характеризуется меньшим эффектом. Кроме того, данное соединение проблематично удалить из препаратов белка, поскольку оно сильно поглощает в УФ-диапазоне.

Таблица 1

Результаты определения потери активности штаммов-суперпродуцентов PAL при лиофилизации

Штаммы-суперпродуценты PAL	Удельная активность PAL, Е/мг белка	Потери активности, %
До сушки (контроль)	2,99	0
Только буфер	2,58	13,8
Трегалоза 0,5%	3,00	0
Поливилилпирролидон 0,5%	2,83	5,3

Таким образом, подобраны условия лиофилизации штаммов-суперпродуцентов PAL. Показано, что препарат микроорганизмов теряет около 10% активности при однократном цикле замораживания – оттаивания в 0,1 М трис-НСl буфере (рН 8,5). Использование этого же буфера, дополнительно содержащего 0,5% трегалозы, позволяет проводить лиофилизацию штаммов практически без потери активности. Поэтому для сохранения и стабилизации штаммов-суперпродуцентов PAL целесообразно использование сублимационной сушки.

После сушки и при хранении высушенные штаммы-суперпродуценты PAL не давали каких-либо отклонений по морфологическим свойствам по сравнению с исходными культурами. Так, форма, величина и расположение клеток оставались неизменными.

Наблюдения за стойкостью высушенных штаммов-суперпродуцентов PAL в ампулах, запаянных под вакуумом, были проведены при -18°C и $4-6^{\circ}\text{C}$. В результате установлено положительное влияние вакуума на сохранение жизнеспособности штаммов, причем наиболее четко эта закономерность выявлена при $4-6^{\circ}\text{C}$. В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что штаммы-суперпродуценты PAL характеризуются высокой стабильностью, если их подвергнуть суб-

лимационной сушке в защитной среде. Необходимым при этом условием является точное соблюдение режима замораживания, сушки, а также хранения сухих культур под вакуумом при 4-6°C или при -18°C.

При обработке приемов длительного сохранения свойств у штаммов-суперпродуцентов PAL методом замораживания изучалось влияние хранения штаммов в замороженном состоянии на их жизнеспособность, биохимическую активность и некоторые другие свойства. Методика постановки опытов была аналогична рекомендациям Т.Г. Романович. Культуры замораживали и хранили при -25°C. Как показали исследования, в процессе хранения штаммов микроорганизмов в замороженном состоянии происходит вымирание клеток. Результаты представлены в табл. 2. В течение месяца отмирает практически 50% клеток.

Таблица 2

Изменение свойств штаммов-суперпродуцентов PAL в процессе хранения при замораживании

Продолжительность хранения, сутки	Количество клеток	
	млн.	%
5	1400-1950	100
10	1250-1770	89,3-90,8
15	1100-1560	78,6-80,0
20	890-1350	63,6-69,2
25	780-1200	55,7-61,2
30	654-980	46,7-50,2

Таким образом, оптимальным способом стабилизации штаммов-продуцентов PAL является сублимационная сушка и последующее хранение препаратов под вакуумом.

Список литературы

1. Ладодо, К.С. Специализированные продукты питания для детей с различной патологией / К.С. Ладодо, Г.Ю. Сажинов.- М.: 2000.- 200 с.
2. Бабакин, Б.С. Современное состояние и перспективы развития вакуумной сублимационной сушки / Б.С. Бабакин, О.Е. Лепихина // Холодильная техника.- 2005.- №11.- С. 56-59.

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ
КМЦ АКУЦЕЛЬ 3265 НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ
СКВАШИВАНИЯ МОЛОКА
ЗАКВАСОЧНЫМИ КУЛЬТУРАМИ «AiVi»**

А.Н. Архипов, С.Н. Нестеров*

ООО «КПФ «Милорада», Россия, г. Москва

*ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

Молоко и молочные продукты являются одними из важнейших продуктов питания детского и взрослого населения нашей страны. Именно поэтому обогащение молока и молочных продуктов витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами можно рассматривать как наиболее надежный способ ликвидации дефицита этих микронутриентов в питании населения. При этом содержание микронутриентов в обогащенном продукте должно удовлетворять не менее 15-30 % (оптимально 30-50 %) средней суточной потребности [1, с 149].

Обеспечение населения страны качественными продуктами питания в достаточном ассортименте и количестве является актуальной народнохозяйственной задачей. В этой связи молочная промышленность занимает важное место в реализации социально-экономических задач, связанных с укреплением здоровья людей и обеспечением молочной продукцией населения различных возрастных групп, поскольку рациональное питание является одним из факторов, определяющих здоровье человека [2, с. 76]. Весьма серьезное место молочной промышленности в структуре перерабатывающих отраслей АПК определяет перспективные направления ее развития. Принадлежность к производственной сфере требует дальнейшей индустриализации отрасли, внедрение новых технологий на основе современных достижений смежных дисциплин.

Важной составной частью производства кисломолочных продуктов, в том числе диетических и лечебных, являются чистые культуры молочнокислых бактерий, поступающие в молочные продукты на определенной стадии технологического про-

цесса в виде заквасочных бактериальных препаратов. Качество и питательная ценность кисломолочных продуктов напрямую зависит от используемых штаммов молочнокислых бактерий. В свою очередь, для получения высококачественных бактериальных препаратов, необходимо постоянно вести работу по селекции - выделению и подбору новых штаммов молочнокислых микроорганизмов, обладающих необходимыми свойствами для каждого отдельного вида заквасочного препарата.

В состав заквасочных культур «DELVO-YOG» и «AiBi» входят лиофилизированные концентрированные заквасочные штаммы *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* $5,0 \times 10^{10}$ КОЕ/г, кроме этого в состав заквасочных культур «DELVO-YOG» входят пробиотические штаммы. Рассмотренные закваски имеют два направления: основной и фагоальтернативный. В состав заквасок «Lactoferm» входят *Lactococcus lactis* spp *cremoris* *Leuconostoc mesenteroides* ssp *cremoris* *Lactococcus lactis* $1,0 \times 10^{10}$ КОЕ/г. Особенностью состава заквасок «Lactoferm» является наличие фермента RENNET.

Несмотря на то, что используемые в технологии кисломолочных продуктов заквасочные культуры способствуют формированию структуры готовой продукции, очень часто заданные свойства корректируют совместным использованием микроорганизмов и стабилизаторов.

Механизм действия стабилизирующих добавок в общих чертах заключается в следующем. При перемешивании сквашенного продукта казеиновый гель разрушается на отдельные структурированные частицы, состоящие из большого количества мицелл и удерживаемой ими сыворотки. Часть сыворотки освобождается и находится в свободном виде. При нагревании частицы сближаются и образуют агломераты. Они теряют часть задержанной сыворотки и затвердевают.

При этом появляются такие дефекты текстуры, как песчанность, мучнистость. Внесение стабилизатора предотвращает агломерацию частиц. Механизм действия зависит от его природы. Например, пектин адсорбируется на поверхности казеиновых частиц через ионы кальция и сообщает им одинаковый положительный заряд, что препятствует слипанию. Крахмал, же-

латин образуют с казеином смешанный гель, состоящий из взаимопроникающих сеток каждого полимера, что препятствует сжатию казеинового геля, сближению казеиновых частиц и выделению сыворотки.

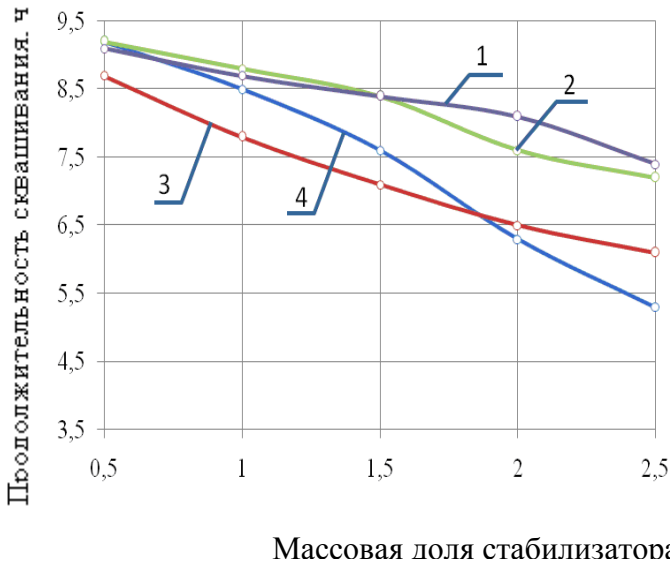


Рис. 1. Зависимость продолжительности сквашивания молока заквасочными культурами «AiVi» от массовой доли КМЦ Акуцель 3265:
1 - LbS 22.11(Y2); 2 - LbS 22.11(Y3); 3 - LbS 22.11(R2); 4 - LbS 22.11(R4)

Механизм действия гидроколлоидов различный. Наиболее эффективно применение комбинаций нескольких гидроколлоидов, что дает возможность расширить спектр их функций. Использование гидроколлоидов позволяет: во-первых, во время термообработки защитить белок от сильной денатурации, предотвратить отделение сыворотки; во-вторых, обеспечить требуемые органолептические показатели (вязкость, влагоудерживающую способность) в готовом продукте и в течение всего процесса его хранения.

Проведены исследования продолжительности сквашивания молока закваской «AiVi» от массовой доли стабилизатора КМЦ Акуцель 3265. Массовую долю стабилизатора варьировали в интервале от 0,5 до 2,5 с шагом 0,5 рис. 1.

Представленные данные позволяют сделать вывод о том, что с увеличением массовой доли стабилизатора продолжительность времени, необходимого для заквашивания молока, уменьшается, что обусловлено повышением активности заквасочных культур в более вязкой среде, а также тем, что стабилизатор можно расценить как дополнительный фактор роста для кисломолочных микроорганизмов.

В опытах с заквасочными культурами «AiVi» меньшее значение продолжительности сквашивания молока показало наименование LbS 22.11(R4) – при массовой доле КМЦ Акуцель 3265 в 2,5 % время (продолжительность сквашивания составила 5,3 ч). Кроме того, данное наименование характеризовалось наиболее сильной зависимостью от массовой доли стабилизатора.

Список литературы

1. Просеков, А.Ю. Современные аспекты производства продуктов питания.- Кемерово: Кузбассвуиздат - АСТШ - Университеты России.- 2005.- 370 с.
2. Бессонова Л.П. Научные основы обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов : монография / Л.П. Бессонова, Н.И. Дунченко, Л.В. Антипова. Воронеж: ВГАУ, 2008. - 337 с.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОТИВООПУХОЛЕВОЙ АКТИВНОСТИ РЕКОМБИНАНТНАЯ L-ФЕНИЛАЛАНИН-АММИАК- ЛИАЗЫ ИЗ RHODOSPORIDIUM TORULOIDES

О.О. Бабич¹, В.С. Покровский^{2,3}, Л.С. Солдатова¹,
Н.Ю. Анисимова³, Н.Н. Соколов², А.Ю. Просеков¹,
Г.А. Аветисян⁴

¹ ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

² Институт биомедицинской химии им. В.Н. Ореховича РАМН,
Россия, г. Москва,

³ Российский онкологический научный центр им. Н.Н.Блохина
РАМН, Россия, г. Москва,

⁴ Каролинский институт, Швеция, Стокгольм

Смертность от рака непрерывно увеличивается и приближается к 10 млн. человек в год, что составляет 15% всех смертных случаев. Прогнозируется, что к 2020 году число раковых больных в мире возрастет до 16 млн. человек. Приоритетное значение в области онкологии имеют исследования, направленные на раскрытие молекулярно-генетических механизмов функционирования препаратов, применяемых для лечения раковых больных. Разработка и исследование комбинаций лекарственных средств, обладающих цитотоксической активностью, представляются перспективными в успешном лечении онкологических заболеваний.

Ферменты с противоопухолевой активностью принадлежат к специфической группе белков, характеризующихся уникальным механизмом действия, низкой токсичностью и отсутствием фармакокинетических взаимодействий с антинеопластическими агентами. Большинство интенсивно исследуемых и клинически испытанных противоопухолевых ферментов – это L-аспарагиназы из различных бактериальных источников, проявляющие значительную антилейкемическую активность [3, 4, 7].

L-аспарагиназа, выделенная из *E. coli* or *Erwinia chrysantemi*, используется для лечения острой лимфобластиче-

ской лейкемии на протяжении 30 лет. Недавно сообщалось, что другие ферменты, ранприназа и аргинин дейминаза, демонстрируют высокую эффективность при лечении пациентов с гепатоклеточной карциномой, метастатической меланомой и мезотелиомой [8, 9, 10].

L-фенилаланин-аммоний-лиаза (PAL, КФ 4.3.1.24), выделенная из бактерий или дрожжей, - это фермент, катализирующий превращение L-фенилаланина в транс-коричную кислоту и аммиак [12]. Экспрессия и свойства PAL из разных источников интенсивно изучаются [6, 11]. Известна потенциальная возможность использования PAL для заместительной терапии фенилкетонурии [5, 12]. В ряде исследований показан значительный противоопухолевый эффект по отношению к культурам клеток *in vitro* и клеткам опухолей крыс *in vivo* [2]. Вероятно, что основной механизм противоопухолевой активности PAL тесно связан с уменьшением содержания L-фенилаланина в плазме.

Критическими факторами для предсказания клинической эффективности новых противоопухолевых ферментов являются оптимальная активность при физиологических условиях, высокая субстратная специфичность и длинный период полужизни в кровяном потоке. Ввиду того факта, что спектр опухолей, чувствительных к L-аспарагиназам, сокращается, перед биотехнологией и клинической онкологией стоит задача поиска новых ферментов с противоопухолевой активностью.

Настоящее исследование направлено на оценку антипролиферативной активности рекомбинантной L-фенилаланин-аммоний-лиазы *Rhodospiridium toruloides*.

Рекомбинантный фермент L-фенилаланин-аммоний-лиаза из *Rhodospiridium toruloides*, полученный в предварительных экспериментах, очищенный и лиофилизированный.

L-аспарагиназа *E. coli* (EcA, «Medak», Германия), линии клеток лимфомы Беркитта ЛБР2 (Коллекция опухолевых штаммов РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН), рака предстательной железы человека DU 145 (ATCC, США), рака молочной железы человека MDA-MB-231 и MCF7 (ATCC, США), гепатоцеллюлярной карциномы HepG2 (ATCC, США).

10%-ная фетальная бычья сыворотка (HyClone Laboratories, Logan, UK), 2 мМ L-глутамин, 100 мкг/мл пенициллин и 100 мкг/мл сульфат стрептомицина (ПанЭко, Россия), среда RPMI 1640 (ПанЭко, Россия), краситель трипановый синий (ПанЭко, Россия).

Активность L-фенилаланин-аммоний лиазы *Rhodospiridium toruloides* тестировали на линиях анализируемых клеток. Клетки культивировали при 37°C и 5% CO₂ в среде RPMI 1640, содержащей 10%-ной фетальной бычьей сыворотки, инактивированной при 56°C в течение 30 мин, 2 мМ L-глутамин, 100 мкг/мл пенициллина и 100 мкг/мл сульфата стрептомицина. Достигшие логарифмической фазы роста клетки пассировали в плоскодонные 96-луночные микропланшеты («Costar») по 3-5 · 10⁴ клеток на лунку и преинкубировали в течение 24 ч перед добавлением тестируемых ферментов в указанных выше условиях.

Световую микроскопию клеток проводили с помощью системы AxioVision 4 (Zeiss, Германия).

Жизнеспособность клеток определяли по исключению красителя трипанового синего.

Подсчет клеток проводили в камере Горяева.

Оценку цитотоксичности фермента *in vitro* проводили следующим образом. Препарат L-фенилаланин-аммоний лиазы в среде RPMI 1640 в широком диапазоне прогрессивно уменьшающихся концентраций добавляли в лунки с клеточной культурой и коинкубировали в течение 72 ч. Диапазон концентраций фермента в среде культивирования соответствовал 0,000001-10 Е/мл. В контрольные лунки добавляли среду RPMI 1640 в том же объеме. Уровень клеточного метаболизма по окончании периода инкубации определяли с помощью стандартного МТТ-колориметрического метода. Оптическое поглощение окрашенных растворов диметилсульфоксида измеряли на планшетном фотометре Multiskan MS (Labsystem, Финляндия) при $\lambda=540$ нм. Влияние тестируемых растворов соединений на жизнеспособность клеточной культуры оценивали по формуле: $(N_0/N_k) \cdot 100\%$, где N_0 - оптическое поглощение в опытных пробах, N_k - оптическое поглощение в контроле. Для каждого фер-

мента методом нелинейной регрессии рассчитывали ингибирующую концентрацию фермента в среде, которая вызывала снижение количества живых клеток на 50% (IC50).

Результаты собственных исследований цитотоксических свойств PAL на разных культурах опухолевых клеток свидетельствуют о различной селективности фермента по отношению к раковым клеткам, полученным из разных типов тканей. Установлено, что IC50 PAL по отношению к клеткам MCF7 составляет 1,97 Е/мл, DU145 – 7,3 Е/мл (табл. 1).

Таблица.1

**Цитотоксичность PAL по отношению к линиям
опухолевых клеток человека**

Культура клеток	IC50, Е/мл	
	PAL	ЕсА
1	2	3
MCF7	1,97	10,9
DU145	7,3	2,3
MDA-MB-231	>10	14,3
НepG2	>10	–
LBR2	>10	–

Для MDA-MB-231, НepG2 and LBR2 IC50 была выше, чем исследуемая максимальная концентрация 10 Е/мл.

Подобные результаты получены для референтного вещества ЕсА в тех же условиях (рис.1).

Таким образом, МТТ-анализ с различными клеточными линиями выявил, что PAL в низкой концентрации обладает значительной цитотоксичностью. Показано, что фермент токсичен по отношению к клеткам рака груди MCF7 и рака простаты DU145. По сравнению с другими противоопухолевыми ферментами, PAL обладает цитотоксическим эффектом, сходным с таковым для L-аспарагиназы и новых противоопухолевых ферментов, таких как аргинин дейминаза и онконаза [1, 3]. Например, IC50 для L-аспарагиназы из *E. coli* для разных клеток линии АТСС варьируется от 0,8 to 14,3 МЕ/мл. Широкий диапазон в величинах IC50 для разных клеточных линий свойственен дру-

гим бактериальным и дрожжевым источникам [3]. Наблюдаемое разнообразие чувствительности клеточных линий к PAL может быть вызвана различной реакцией на удаление фенилаланина.

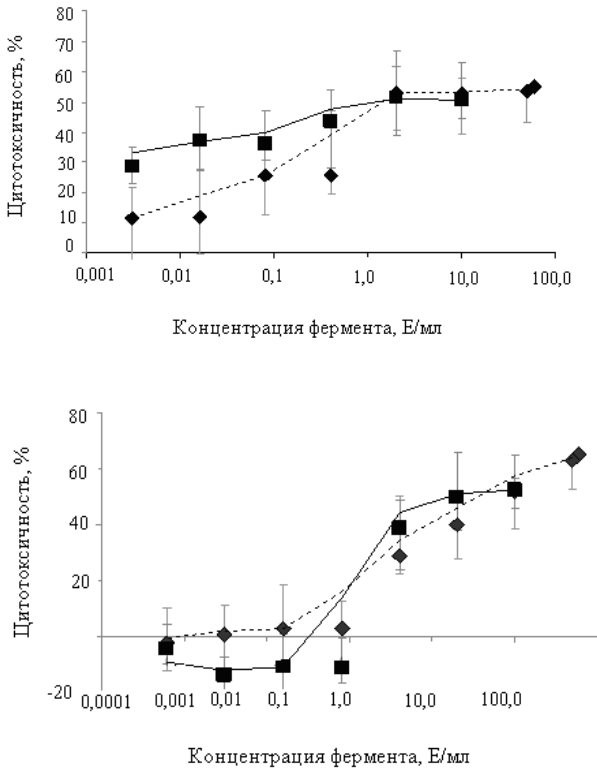


Рис.1. Цитотоксичность PAL (■) и Eca (◆) по отношению к клеточным линиям MCF7 (а) и DU145 (б)

Итак, впервые показано, что новая PAL из *Rhodospiridium toruloides* проявляет значительную противоопухолевую активность *in vitro*. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение антипролиферативной активности рекомбинантной L-фенилаланин-аммоний-лиазы на опухолевых моделях *in vivo*. Кроме того, необходимо объяснить токсикологические характе-

ристики и исследовать возможные способы применения в терапии раковых опухолей.

Список литературы

1. Выделение и свойства гомогенного препарата L-аспарагиназы из *Pseudomonas fluorescens* / С.П. Мардашев, А.Я. Николаев, Н.Н. Соколов и др. // Биохимия.- 1975.- №5.- С. 984-989.
2. Abell, C.W. Evaluation of the Chemotherapeutic Potency of phenylalanine Ammonia-Lyase / C.W. Abell, D.S. Hodgins, W.J. Stith // Cancer Research.- 1973.- №33.- P. 2529-2532.
3. Anticancer properties of highly purified L-asparaginase from *Withaniasomnifera* L. against acute lymphoblastic leukemia / V.P. Oza, P.P. Parmar, S. Kumar // ApplBiochem.Biotechnol.- 2010.- №160(6).- P. 1833-1840.
4. Biotechnological advancement in isolation of anti-neoplastic compounds from natural origin: a novel source of L-asparaginase / A. Shrivastava, A.A. Khan, S.K. Jain, et. al // Acta Biomed.- 2010.- №81(2).- P. 104-108.
5. Bourget, L. Artificial cell-microencapsulated phenylalanine ammonia-lyase / L. Bourget, T.M. Chang // Applied biochemistry and biotechnology.- 1984.- №10.- P. 57-59.
6. Crystal structure of phenylalanine ammonia-lyase: multiple helix dipoles implicated in catalysis / J.C. Calabrese, D.B. Jordan, A. Boodhoo, et. al // Biochemistry.- 2004.- №43.- P. 11403-11416.
7. Helicobacter pylori L-asparaginase: a promising chemotherapeutic agent / D. Cappelletti, L.R. Chiarelli, M.V. Paschetto, et. al // BiochemBiophys Res Commun.- 2008.- №377(4).- P. 1222-1226.
8. Pegylated arginine deiminase treatment of patients with metastatic melanoma: results from phase I and II studies / P.A. Ascierto, S. Scala, G. Castello, et. al // J ClinOncol.- 2006.- №24(24).- P. 40-47.
9. Porta, C. Ranpirnase and its potential for the treatment of unresectable malignant mesothelioma / C. Porta, C. Paglino, L. Mutti // Biologics.- 2008.- №2(4).- P. 601-609.
10. A randomized comparison of native Escherichia coli asparaginase and polyethylene glycol conjugated asparaginase for treatment of children with newly diagnosed standard-risk acute lymphoblastic leukemia: a children's cancer group study / V.I. Avrami, S. Sencer, A.P. Periclou, et. al // Blood.- 2002.- №99.- P. 1986-1994.
11. Ritter, H. Structural basis for the entrance into the phenylpropanoid metabolism catalyzed by phenylalanine ammonia-lyase / H. Ritter, G.E. Schulz // Plant Cell.- 2004.- №16.- P. 3426-3436.

12.Sarkissian, C.N. Phenylalanine ammonia lyase, enzyme substitution therapy for phenylketonuria, where are we now? / C.N. Sarkissian, A. Gamez // Molecular genetics and metabolism.- 2005.- №86.- P. S22–26.

ПОДБОР ВЫСОКОАКТИВНОГО ШТАММА-ПРОДУЦЕНТА β -ГАЛАКТОЗИДАЗЫ

М.В. Богашова, М.В. Новоселова

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

Лактаза — это фермент из семейства β -галактозидаз, который гидролизует гликозидные связи и принимает участие в гидролизе дисахарида лактозы. В результате гидролиза одной молекулы лактозы образуется молекула галактозы и глюкозы.

У человека лактаза в основном экспрессируется в энтероцитах кишечника и располагается на плазматических мембранах дифференцированных энтероцитов тонкой кишки [4, 9].

Явный признак недавней эволюции человека обнаружен генетиками в восточной Африке – способность взрослых людей переваривать молоко возникла вследствие мутаций всего 3 тысячи лет назад. На протяжении большей части истории человечества ген, контролирующий выработку фермента лактазы, переставал работать с окончанием младенчества, он как бы отключался. Однако если происходит мутация по этому гену, то он не отключается, а работает, производя лактазу всю человеческую жизнь, и тогда молоко усваивается независимо от возраста. Такие люди называются устойчивыми к молочному сахару, лактозе, им не бывает плохо от молока [1].

Среди голландцев лактозо-толерантны практически все, среди шведов – 99% населения. В то же время гиполактазией страдают жители африканских и азиатских стран. В Тайланде показатель непереносимости лактозы достигает 98% [3, 5].

Обработка молока и молочных изделий препаратами β -галактозидазы позволяет обеспечить часть населения, страдаю-

щего лактазной недостаточностью, молочными продуктами, почти не содержащими лактозу. Без лактазы не обходится производство мороженого, сгущенного молока и кисломолочных продуктов [2].

В настоящее время остро встал вопрос о поиске новых экономических источников получения фермента. К сожалению, в России производство лактазы невелико и необходимо импортировать препарат из США и Китая, что невыгодно для российских молокозаводов. Российские препараты лактазы («Лактоканесцин») по своей активности в разы уступают зарубежным («Максилакт», «Ha-Lactase») [6, 7, 10].

Целью работы является разработка технологии получения β -галактозидазы биотехнологическим способом.

Проведены экспериментальные исследования по определению лактазной активности нескольких штаммов микроорганизмов: *Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces marxianus*, *Penicillium canescens*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus coagulans*, *Streptococcus thermophilus*. Культуры выращивались на специализированных средах с последовательным пересевом с твердых сред на жидкие, для каждой из культур подбирались оптимальные значения температуры и pH, непрерывно отслеживался прирост биомассы (табл. 1).

Поскольку сама лактоза и продукты ее гидролиза обладают восстановительными свойствами, определение активности β -галактозидазы по скорости расщепления природного субстрата, т.е. по количеству образующихся моносахаридов (как, например, при определении активности инвертазы) не представляется возможным. Поэтому об активности β -галактозидазы судили по скорости расщепления синтетического субстрата орто-нитрофенил- β -D-галактопиранозида (ОНФГ), являющегося аналогом лактозы и отличающегося от нее наличием нитрофенола вместо глюкозы [6, 8]. Исследована лактазная активность продуцентов с разрушением (табл. 3) и без разрушения клеточных стенок (табл. 2).

Таблица 1

Прирост биомассы микроорганизмов в процессе культивирования

Температура, оС	Биомасса, г				Общая скорость роста, г/ч
	1 сутки	3 су- тки	5 сутки	7 су- тки	
<i>Penicillium canescens</i>					
28	0,06	0,06	0,07	0,08	0,0028
<i>Streptococcus thermophilus</i>					
42	0,04	0,05	0,06	0,06	0,0022
<i>Bacillus subtilis</i>					
37	0,08	0,11	0,18	0,22	0,0061
<i>Bacillus coagulans</i>					
37	0,08	0,11	0,14	0,30	0,0065
<i>Kluyveromyces marxianus</i>					
28	0,16	0,2	0,23	0,56	0,0119
<i>Kluyveromyces lactis</i>					
28	0,03	0,06	0,16	0,33	0,00605

Таблица 2

Изменение β -галактозидазной активности в процесс культивирования микроорганизмов (без разрушения клеточной стенки)

Температура, оС	Оптическая плотность при длине волны 405 нм			
	1 сутки	3 сутки	5 сутки	7 сут
<i>Penicillium canescens</i>				
28	0,008	0,020	0,033	0,050
<i>Streptococcus thermophilus</i>				
42	0,005	0,010	0,015	0,017
<i>Bacillus subtilis</i>				
37	0,013	0,018	0,026	0,035
<i>Bacillus coagulans</i>				
37	0,022	0,024	0,047	0,181
<i>Kluyveromyces marxianus</i>				
28	1,054	1,107	1,112	1,748
<i>Kluyveromyces lactis</i>				
28	0,025	0,108	0,225	0,685

Таблица 3

Изменение β -галактозидазной активности в процесс культивирования микроорганизмов (с разрушением клеточной стенки)

Температура, оС	Оптическая плотность при длине волны 405 нм			
	1 сутки	3 сутки	5 сутки	7 сути
<i>Penicillium canescens</i>				
28	0,009	0,043	0,042	0,059
<i>Streptococcus thermophilus</i>				
42	0,007	0,012	0,018	0,028
<i>Bacillus subtilis</i>				
37	0,056	0,058	0,068	0,119
<i>Bacillus coagulans</i>				
37	0,031	0,075	0,146	0,273
<i>Kluyveromyces marxianus</i>				
28	1,123	1,154	1,689	1,998
<i>Kluyveromyces lactis</i>				
28	0,027	0,131	0,386	0,685

Исходя из представленных данных, можно сделать вывод, что наиболее перспективным и промышленно-значимым штаммом продуцентом лактазы являются дрожжи *Kluyveromyces marxianus*. В дальнейшем планируется подробное изучение свойств выбранного штамма – продуцента лактазы и увеличение его активности с помощью методов геной инженерии.

Список литературы

1. Диагностика и лечение лактазной недостаточности при заболеваниях кишечника / А.И. Парфенов, Н.И. Полева, Н.И. Екисенина, А.В. Петраков // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии.- 1997.- Т.7.- №6.- С.27-31.
2. Добриян, Е.И. Использование β -галактозидазы в производстве молочных консервов / Е.И. Добриян, В.В. Калугин // Материалы междунар. научн.-техн.конф. Пищевой белок и экология. М.: 2000.

3. Жвавый, Н.Ф. Лактазная недостаточность у представителей некоторых народностей Сибири / Н.Ф. Жвавый, А.И. Козлов, В.М. Кондик // Вопросы питания.- 1991.- №5.- С.32-35.
4. Клесов, А.А. Ферментативный катализ / А.А. Клесов, И.В. Березин.- М.: Изд-во Московского университета, 1980.- 264 с.
5. Козлов, А.И. Исследование лактазного полиморфизма у представителей различных этнотерриториальных групп // Биологические науки.- 1992.- №1.- С.64-68.
6. Пахарукова, Е.М. Исследование β -галактозидазной активности различных видов молочнокислых микроорганизмов // В сб. Технологические и экономические аспекты обеспечения качества продукции и услуг в торговле и общественном питании Кемерово, 2003.- С.37-38.
7. Погорелова, Н.А. Кинетика процесса ферментации лактозы препаратом Максилакт // Пища. Экология. Качество. Новосибирск.- 2002.- С.61-63.
8. Польшалина, Г.В. Определение активности ферментов / Польшалина Г.В., Чередниченко В.С., Римарева Л.В. // Справочник.- М.: ДеЛи принт, 2003.- С. 134-141.
9. Свириденко, Ю.А. Гидролиз лактозы: мировой опыт / А.Ю. Свириденко, В.Ю. Смурыгин // Молочная промышленность.- 1996.- №7.- С.21-22.
10. Строкач, Д.А. Исследование процесса гидролиза лактозы в молоке / Д.А. Строкач, Т.П. Арсеньева // Хранение и переработка сельхозсырья.- 2003.- №8.- С.94-95.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ПОДХОД К ПОЛУЧЕНИЮ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ БОЛЬНЫХ ГИСТИДИНЕМИЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Г.В. Борисова, Л.С. Солдатова

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

Компьютерные методы анализа, получившие активное развитие в различных областях науки в последние десятилетия, позволяют за короткое время смоделировать любой процесс,

происходящий в биологических системах. Разработкой таких моделей занимается биоинформатика. Различные программы биоинформатики используют для поиска генов, поиска регуляторных сигналов в ДНК, предсказания структуры и функций белка, его локализации в клетке, для реконструкции метаболических реакций. В настоящее время во всем мире происходит стремительное развитие биоинформатики [1].

Биоинформатика в существенной степени уже способствовала развитию фундаментальных знаний в самых разных областях науки. Очевиден огромный прикладной потенциал биоинформатики, причем ее роль важна как для медицины, так и для самых различных технологий, где и используются элементы и принципы функционирования живых систем [2].

Биоинформационные технологии открывают перспективы при разработке специализированных продуктов питания для разных категорий больных. При некоторых заболеваниях применение рационов с включением специализированных и лечебных продуктов является единственным методом, позволяющим предупреждать развитие тяжелых последствий болезни. К числу таких заболеваний относятся наследственные нарушения аминокислотного обмена [3].

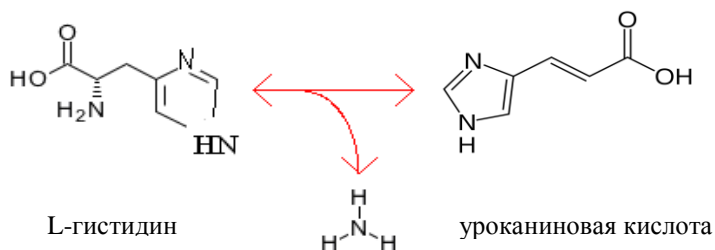


Рис. 1. Реакция окислительного дезаминирования L-гистидина

В настоящее время описано более 600 видов наследственных нарушений обмена веществ, одним из которых является гистидинемия. Гистидинемия - это наследственное заболевание, связанное с нарушением метаболизма гистидина. В основе заболевания лежит врожденный дефект фермента гистидин-

аммоний-лиазы (КФ 4.3.1.3), катализирующей дезаминирование L-гистидина с образованием уроганиновой кислоты и аммиака (рис. 1). Гистидин является незаменимой аминокислотой, которая обязательно должна входить в состав продуктов питания для детей раннего возраста. Также она является составной частью активного центра ферментов и источником образования гистамина в организме человека [4].

В результате метаболического блока происходит значительное накопление в тканях и жидкостях больного организма гистидина и продуктов его аномального метаболизма, оказывающих токсическое воздействие на центральную нервную систему [4].

По данным массового обследования в различных странах заболевание встречается с частотой 1:17000 новорожденных. Большинство зарегистрированных случаев были выявлены у новорожденных, прошедших программу скрининга по заболеваемости гистидинемией в Северной Америке, по оценкам - 1:12000. Особенно высокая заболеваемость зарегистрирована в Японии (1:9600). В России частота гистидинемии составляет 1:23000 новорожденных [5].

С учетом важности раннего выявления данной патологии во всех родильных домах в соответствии с приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 30.12.1993 г. №316 «О дальнейшем развитии медико-генетической службы Министерства здравоохранения Российской Федерации» введено обязательное проведение у всех новорожденных скрининг-теста на выявление гистидинемии, основанного на определении уровня гистидина в сыворотке крови. Все дети с установленным диагнозом гистидинемии берутся на диспансерный учет и наблюдение в региональных медико-генетических центрах. Они должны находиться под постоянным контролем педиатра и психоневролога, которые, в свою очередь, следят за их физическим и умственным развитием [6].

До настоящего времени единственным эффективным методом лечения является диетотерапия. Основным принципом лечебного питания при этой патологии является ограничение поступления гистидина с пищей в тех пределах, в которых на-

значенная диета наиболее адекватна особенностям метаболических процессов больного организма. Это достигается полным или частичным исключением из рациона больных гистидинемией высокобелковых продуктов [7].

В настоящее время на российском рынке для детей больных гистидинемией представлены специализированные продукты импортного производства, отличающиеся высокой стоимостью. Их получают с использованием двух основных технологий: путем гидролиза белка с частичным удалением гистидина и путем получения искусственной смеси аминокислот. Специализированные продукты для больных гистидинемией на основе смеси аминокислот обладают рядом преимуществ по сравнению с гидролизатами белка [7].

Для проведения целенаправленной диетотерапии очень важным и актуальным является создание аналогичных отечественных продуктов, доступных потребителю. Перспективным принципиально новым подходом к получению специализированных продуктов для больных гистидинемией представляется проведение реакции биотрансформации гистидина с помощью фермента L-гистидин-аммоний-лиазы (рис. 2), обладающего высокой специфичностью к данной аминокислоте в целенаправленных энзиматических гидролизатах белков молока, полученных в результате действия комплекса специально подобранных ферментов, обеспечивающих максимальное удаление гистидина из полипептидной цепи, что позволит разработать технологию получения молочного белкового эквивалента для специализированных продуктов, предназначенных для питания больных гистидинемией.

Для более глубокого и полного понимания процессов, происходящих при гидролизе и биотрансформации гистидина, целесообразно моделирование этих процессов с использованием методов биоинформатики, что позволит в результате многофакторного эксперимента осуществить выбор оптимальных параметров и режимов гидролиза и биотрансформации для последующего масштабирования на уровень реальных объектов.

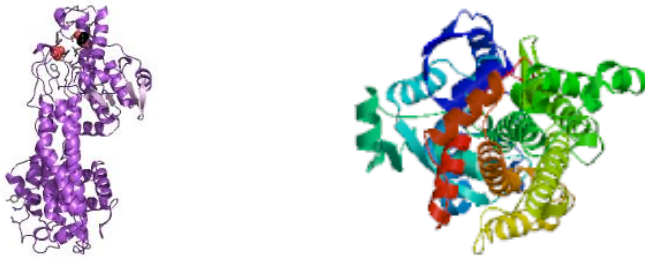


Рис. 2. Структура L-гистидин-аммоний-лиазы

Таким образом, в последующих исследованиях будут решаться задачи построения кинетических моделей ферментов, входящих в состав энзиматической системы для гидролиза белков молока и селективной элиминации гистидина, а также анализа поведения разработанных моделей в разных условиях. Применение разработанного инструментария в дальнейшем позволит разработать технологию продуктов питания для больных гистицинемией.

Список литературы

1. Орлов, О.Ю. Биофизика и биоинформатика / О.Ю. Орлов // Известия Южного федерального университета. Технические науки.- 2000.- Т. 16.- № 2.- С. 256-258.
2. Порозов, Ю.Б. Биоинформатика и средства компьютерного анализа и визуализация макромолекул / Ю.Б. Порозов // Саратовский научно-медицинский журнал.- 2010.- Т. 6.- № 2.- С. 273-276.
3. Вельтищев, Ю.Е. Наследственные болезни обмена веществ / Ю.Е. Вельтищев, Л.З. Казанцева, А.Н. Семячкина.- М: Наследственная патология человека, 1992.- 101 с.
4. Porter, I.H. Control of hereditary disorders / I.H. Porter // Ann. Rev. Public Health.- 1981.- №3.- P. 177-319.
5. Alfi, O.S. Histidinemia: follow-up of 13 patients / O.S. Alfi, K.N.F. Shaw, K. Fishler // Am. J. Hum. Genet.- 1978.- №30.- P. 20A.
6. Мастюкова, Е.М. Ребенок с отклонениями в развитии: Ранняя диагностика и коррекция / Е.М. Мастюкова.- М.: Просвещение, 1992.- 95 с.
7. Диетотерапия наследственных нарушений аминокислотного обмена / Е.П. Рыбакова, Т.В. Бушуева, К.С. Ладодо и др. // Вопросы детской диетологии.- 2005.- Т.3.- №1.- С.11-17.

ОПТИМИЗАЦИЯ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

В.Ф. Долганюк, М.В. Новоселова, М.В. Богашова
ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

По данным 2010 года, ресурсы молочной сыворотки в России превышают 5 млн тонн в год. Между тем используется только 20% молочной сыворотки, которая идет на частичную замену сырья в хлебопекарной и ряде других отраслей пищевой промышленности.

В настоящее время известны два подхода по переработке сыворотки: полное использование сухих веществ и раздельное использование ее составных компонентов. В последние годы особое внимание уделяется глубокой переработке молочной сыворотки – получению производных из отдельных компонентов (гидролизаты молочного жира и белков, производные лактозы – лактулоза, лактитол, тагатоза, галактоолигосахариды и др.).

Сыворотка содержит в своем составе биологически доступные белки и белковые компоненты, лактозу, витамины и минеральные вещества. Она обладает высокой пищевой и биологической ценностью, содержит около 50% сухих веществ молока, энергетическая ценность, в значительной части за счет высокого содержания лактозы, составляет 36% от цельного молока.

Все направления глубокой переработки молочной сыворотки связаны с биотехнологией, позволяющей получать широкую гамму продуктов. Использование сыворотки и её гидролизатов позволяет не только производить продукты с высокой пищевой, биологической и энергетической ценностью, но и снизить себестоимость продукции. Поэтому с каждым годом становится все актуальнее вопрос переработки молочной сыворотки и ее дальнейшего использования в отраслях пищевой промышленности.

Целью данного исследования являлось получение сырья с высокой степенью гидролиза. Для этого проделана работа по

выбору протеолитических ферментных препаратов и подбор оптимальных параметров гидролиза.

Исходя из данных, представленных в таблице 1, для исследования были выбраны следующие ферментные препараты: *Thermolysin*, *Protamex Subtilisin*, *Alcalase (subtilisin)*, *Протеиназа К*.

На первом этапе исследования был использован фермент *Protamex Subtilisin*.

На основе показателей оптической плотности, полученных спектрофотометрическим методом для серии разведений раствора лейцина, был построен калибровочный график зависимости показателя оптической плотности от содержания лейцина в растворе (Рис. 1).

Далее был проведен пробный эксперимент при температуре 50 °С и дозе фермента 3 % от содержания белка в пробе, выбранных на основе анализа литературных данных, для определения диапазона температур, концентраций фермента продолжительности гидролиза, а также необходимости доведения исходного образца до рН 7,0. Были взяты пробы с содержанием белка 1 % и 3,5 %.

Кинетические зависимости степени гидролиза от времени инкубации молочной сыворотки с ферментным препаратом PROTAMEX изображены на рисунке 2.

Исходя из результатов этого опыта было решено взять температуры 45, 50, 55 так как они наиболее близки к температурному оптимуму действия ферментного препарата, дозы фермента 1 %, 2,5 %, 4 % и продолжительности гидролиза 30, 60, 90 минут поскольку более длительный гидролиз не имеет смысла. А также принято решение доводить рН исходного сырья до значения 7,0, так как, если проводить гидролиз при начальных значениях, то в процессе гидролиза значение рН снижается до уровня при котором начинается ингибирование ферментного препарата.

В дальнейшем будет проводиться органолептический анализ и определение остаточной антигенности. Это позволит совместно с уже полученными данными подобрать параметры для достижения максимальной степени гидролиза. с наиболее при-

емлемыми органолептическими показателями и сниженной аллергенностью гидролизованной сыворотки.

Таблица 1

**Специфичность ферментных препаратов
протеолитического действия**

Фермент	Количество оставшихся эпитопов	Количество сайтов расщепления	Количество свободных аминокислот
<i>Thermolysin</i>	13	67	30
<i>Protamex Subtilisin</i>	11	56	17
Protamex Neutral protease	42	41	11
<i>Alcalase (subtilisin)</i>	11	56	17
Neutrase	42	41	11
<i>Протеиназа К</i>	0	84	36
Трипсин	101	18	2
Химотрипсин (высокой специфичности)	152	10	1
Химотрипсин (низкой специфичности)	33	43	9
Пепсин (рН 1,3)	39	57	25
Пепсин (рН 2)	46	47	11
Asp-N-endopeptidase	126	11	1
Pronase	Широкая специфичность		
Flavourzyme	Широкая специфичность		

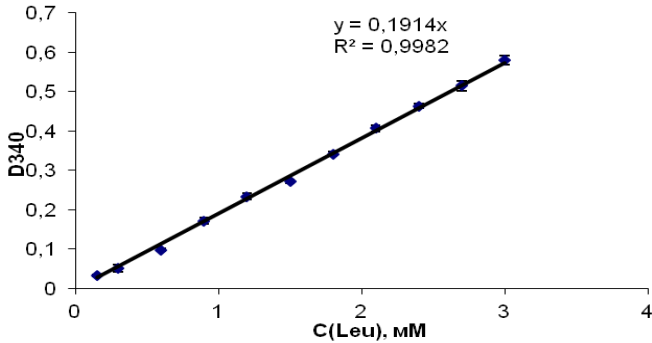


Рис. 1 Калибровочный график зависимости показателя оптической плотности от содержания лейцина в растворе.

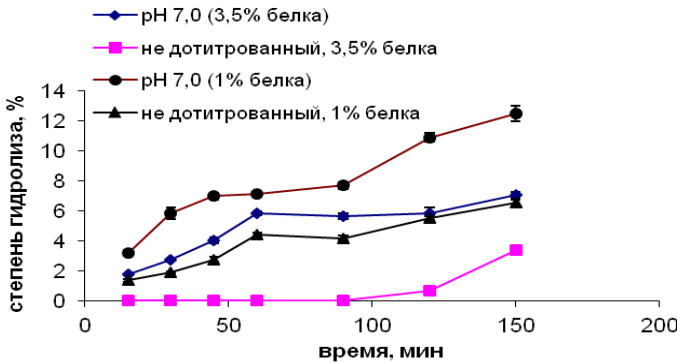


Рис. 2 Кинетические зависимости степени гидролиза от времени инкубации молочной сыворотки с ферментным препаратом PROTAMEX.

ХЕМОЭНЗИМАТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ (S)-3-ГИДРОКСИ-2,2-ДИМЕТИЛЦИКЛОГЕКСАН-1-ОНА

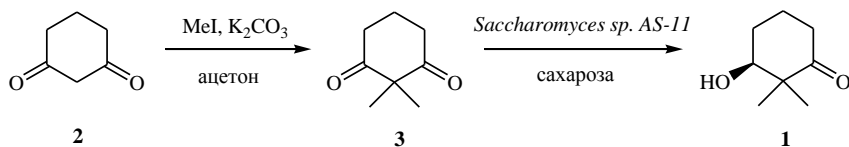
А.У. Ишбаева, Р.Н. Шахмаев, В.В. Зорин

Уфимский государственный нефтяной
технический университет, Россия, г. Уфа

(S)-3-Гидрокси-2,2-диметилциклогексан-1-он (1) широко используется в качестве исходного строительного хирального блока в синтезе важнейших фармакозначимых соединений (противораковых препаратов: таксола [1], (-)-стиполдиона [2], 3(S),17-дигидрокситаншинона [3], антибиотика (-)-перенипорина [4], ингибитора биосинтеза холестерина [5] и др.), парфюмерных продуктов (серой амбры [6], масла Османтуса Абсолюта [7]), витаминов группы D [8,9], феромонов [10,11], регуляторов роста [12] и других биологически активных веществ [13,14].

Известный метод получения (S)-3-гидрокси-2,2-диметилциклогексан-1-она основан на малодоступном 2-метил-1,3-циклогександионе и характеризуется большим отношением биомассы и сахарозы к субстрату, необходимостью применения неионных сурфактантов, значительным количеством побочных реакций, не достаточно высоким выходом, а также весьма трудоемкой процедурой получения и выделения продукта [15].

В связи с большим значением (S)-3-гидрокси-2,2-диметилциклогексан-1-она (1) для органического синтеза нами проведены исследования по разработке усовершенствованного метода синтеза этого хирального синтона.



В качестве исходного сырья был использован доступный 1,3-циклогександион (2). Алкилирование йодистым метилом его

металлированной формы привело со средним выходом (55%) к 2,2-диметил-1,3-циклогександиону (3) и неидентифицированному побочному продукту. Попытка разделения этих соединений вакуумной ректификацией на 0.7 м колонке по предложенной методике [16] оказалась неудовлетворительной, содержание побочного продукта в основной фракции составило порядка 10%. Кроме того, согласно данным ЯМР спектроскопии в перегнанном продукте содержится еще порядка 10 % неопределяемых методом ГЖХ загрязнений. Таким образом, существующий на сегодняшний день метод разделения продуктов метилирования 1,3-циклогександиона является весьма неудачным.

С целью поиска более эффективного способа разделения данных продуктов, нами исследована возможность использования для этой цели метода колоночной хроматографии. В результате тщательного подбора элюента удалось полностью отделить 2,2-диметил-1,3-циклогександион (3) от основного побочного продукта (согласно ГЖХ-анализу). Анализ спектров ЯМР ¹H и ЯМР ¹³C указывает на отсутствие каких-либо загрязнений, содержание 2,2-диметил-1,3-циклогександиона (3) составляет ~ 99 %.

Далее нами была исследована возможность использования различных штаммов дрожжей для энантиоселективного восстановления 2,2-диметил-1,3-циклогександиона (3). В ходе обширного скрининга оценивалась способность микроорганизмов конвертировать 2,2-диметил-1,3-циклогександион (3) в 3-гидрокси-2,2-диметилциклогексан-1-он (1) без применения неионных сурфактантов в следующих (стандартных) условиях реакции: водопроводная вода, субстрат – 7 г/л, биокатализатор – 75 г /л, сахароза – 100 г/л, аэробные условия, температура 30-34 оС, время реакции – 50 ч.

Наилучшие результаты получены при использовании штамма *Saccharomyces sp. AS-11* из коллекции кафедры биохимии и технологии микробиологических производств УГНТУ, конвертирующим 2,2-диметил-1,3-циклогександион (3) в 3-гидрокси-2,2-диметилциклогексан-1-он (1) с 58% выходом. Исследование оптических свойств 3-гидрокси-2,2-диметилциклогексан-1-она (1), полученного с помощью данного штамма, по-

казало образование (S)-энантиомера с чистотой ~ 98 ee % ($[\alpha]_{D20} +22.7$, лит. [15] $[\alpha]_{D21} +23.0$, CHCl₃).

Таким образом, нами на основе доступного сырья разработан удобный хемознзиматический метод синтеза (S)-3-гидрокси-2,2-диметилциклогексан-1-она высокой оптической чистоты путем метилирования доступного 1,3-циклогександиона и энатиоселективного биокаталитического восстановления образующегося 2,2-диметил-1,3-циклогександиона дрожжами *Saccharomyces sp. AS-11*.

ИК спектры соединений получали в тонком слое на ИК Фурье-спектрофотометре IRPrestige-21 SHIMADZU. Спектры ЯМР ¹H и ¹³C записывали в CDCl₃ на приборе Bruker AM-300 (рабочая частота 300 и 75.47 МГц соответственно), внутренний стандарт – TMS. Хроматографический и масс-спектральный анализ полученных соединений проводили на аппаратно-программном комплексе Хроматэк - Кристалл 5000 с масс-селективным детектором Finnigan DSQ (электронная ионизация при 70 эВ). Использовали капиллярную колонку Restek Rtx-5ms (5% фенилполисилоксан, 95% диметилполисилоксан, длина 30 метров), температура испарителя 250 °С, температура ионизационной камеры 250 °С. Анализ проводили в режиме программирования температуры от 50 до 250 °С со скоростью 10 °С/мин; газ-носитель – гелий (1.1 мл/мин).

Дрожжи выращивали на сахарозо-аммонийной среде (г/л): сахароза – 60; (NH₄)₂SO₄ – 5.0; KH₂PO₄ – 0.85; K₂HPO₄ – 0.15; MgSO₄·7H₂O – 0.5; NaCl – 0.1; CaCl₂·4H₂O – 0.1. Выращенную биомассу фильтровали под пониженным давлением и сушили на фильтровальной бумаге.

Удельное вращение полученных продуктов ($[\alpha]_D$ продукта) измеряли на автоматическом поляриметре "Perkin Elmer" Model 341 при $\lambda=589$ нм.

2,2-Диметилциклогексан-1,3-дион (3). ИК спектр, ν , см⁻¹: 2992, 2940, 2922, 2874, 1695 ш (C=O), 1458, 1422, 1383, 1341, 1134, 1070, 1030, 999, 844. Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д.: 1.31 с (6H, CH₃), 1.96 квин (2H, CH₂), 2.70 т (4H, CH₂CO). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м.д.: 17.78 (C5), 21.97 (2CH₃), 37.08 (C4, C6), 61.46 (C2), 210.20 (C1, C3). Масс-спектр, m/z (I_{отн}, %): 141 (7), 140 (83), 97 (100),

71 (7), 70 (53), 69 (19), 67 (26), 55 (40), 43 (11), 42 (36), 41 (27), 39 (15).

(S)-3-Гидрокси-2,2-диметилциклогексан-1-он (1), 98 ee % ([α]D₂₀ +22.7, лит. [15] [α]D₂₁ +23.0, CHCl₃). ИК спектр, ν , см⁻¹: 3449 ш (OH), 2970, 2943, 2872, 1701 (C=O), 1452, 1426, 1383, 1315, 1142, 1121, 1055, 986, 966. Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д.: 1.05 д (3H, CH₃), 1.08 д (3H, CH₃), 1.55-1.63 м (1H, CH₂), 1.72-1.80 м (1H, CH₂), 1.91-2.01 м (2H, CH₂), 2.29-2.35 м (2H, CH₂CO), 2.76 ш. с (1H, OH), 3.61-3.65 м (1H, CHOH). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м.д.: 19.33 (CH₃), 20.32 (C₅), 22.44 (CH₃), 28.58 (C₄), 36.94 (C₆), 50.99 (C₂), 77.18 (C₃), 215.32 (C₁).

Список литературы

- 1 Iwamoto M., Miyano M., Utsugi M., Kawada H., Nakada M. *Tetrahedron Lett.* **2004**, *45*, 8647.
- 2 Mori K., Koga Y. *Liebigs Ann.*, **1995**, 1755.
- 3 Zhang J., Duan W., Cai J. *Tetrahedron.* **2004**, *60*, 1665.
- 4 Mori K., Takaishi H. *Liebigs Ann.* **1989**, 939.
- 5 Mori K., Mori H., Yanai M. *Tetrahedron.* **1986**, *42*, 291.
- 6 Mori K., Tamura H. *Liebigs Ann.*, **1990**, 361.
- 7 Mori K., Tamura H. *Tetrahedron.* **1986**, *42*, 2643.
- 8 Stepanenko V., Wicha J. *Tetrahedron Lett.* **1998**, *39*, 885.
- 9 Gorobets E., Stepanenko V., Wicha J. *Eur. J. Org. Chem.* **2004**, 783.
- 10 Mori K., Nakazono Y. *Tetrahedron.* **1986**, *42*, 283.
- 11 Mori K., Suzuki N. *Liebigs Ann.* **1990**, 287.
- 12 Mori K., Mori H. *Tetrahedron.* **1986**, *42*, 5531.
- 13 Mori K., Watanabe H. *Tetrahedron*, **1986**, *42*, 273.
- 14 Murai A., Tanimoto N., Sakamoto N., Masamune T. *J. Am. Chem. Soc.* **1988**, *110*, 1985.
- 15 Mori K., Mori H. *Org. Synth.* **1989**, *68*, 56.
- 16 Jacobson B. M., Soteropoulos P., Bahadori S. *J. Org. Chem.* **1988**, *53*, 3247.

ПРИМЕНЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ БИОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ БАКТЕРИЙ В ПРАКТИКЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

М. Л. Лесина, А. А. Новоселова

Кузбасский государственный технический университет
им. Т.Ф. Горбачева, Россия, г. Кемерово

В настоящее время в технологиях защиты окружающей среды (например, очистка сточных вод, очистка нефтяных разливов, деструкция ксенобиотиков и т. д.) часто используются генномодифицированные организмы. Это вызывает ряд опасений в отношении их поведения в окружающей среде, загрязнения среды такими организмами.

Разрабатываемая нами технология основана на использовании живых объектов, присутствующих в природе, для очистки сточных вод путем направленного управления этими объектами, стимуляции их деятельности. Это позволяет вписываться в природные процессы, не нарушая естественные круговороты веществ, не внося в среду новые для нее объекты.

В практике детоксикации сточных вод химических производств широкое распространение получил метод биологической очистки, основанный на исключительной способности гетеротрофных микроорганизмов использовать в качестве источников питательных веществ и энергии разнообразные органические и некоторые неорганические соединения. Огромное значение микроорганизмов как биоразрушителей объясняется тем, что они обладают мощными биокатализаторами – окислительно-восстановительными ферментами (дегидрогеназами, каталазами, пероксидазами).

В естественных условиях внешней среды микроорганизмы существуют в ассоциациях, свойства которых характеризуются большой степенью динамичности и изменчивости. Известно, что для биодegradации ксенобиотиков лучше использовать ассоциации микроорганизмов, так как они более эффективны, чем отдельно взятые виды.

Целью данной работы явилась интенсификация деятельности микроорганизмов-деструкторов для очистки воды от фенола.

Нами использован прием биостимуляции *in situ* (биостимуляция в месте загрязнения). Этот подход основан на стимулировании роста природных биоценозов микроорганизмов естественно сложившихся в загрязненных экосистемах и потенциально способных утилизировать загрязнитель путем создания оптимальных условий для интенсификации (внесение соединений азота, фосфора, калия, аэрация и др.).

В разработанном способе создаются условия для адаптации естественных ассоциаций микроорганизмов-деструкторов для очистки промышленных стоков.

Одним из эффективным приемов стимуляции микроорганизмов для очистки сточных вод является их иммобилизация на различных носителях. Иммобилизованные клетки обладают целым рядом преимуществ по сравнению с системами свободно суспендированных клеток. В настоящее время в качестве иммобилизаторов используют различные сорбирующие материалы: почвенные частички, керамику, глину, цеолит, поливинильные листы, хитозан, альгинатный гель, активированный уголь.

Развитие естественных ассоциаций микроорганизмов стимулировали использованием в качестве иммобилизатора инкапсулированного питательного и энергетического целлюлозного субстрата (соломенная резка) с добавлением минерального азота. Указанный растительный биополимер смягчает экстремальные условия высоких концентраций загрязняющих веществ, позволяет микроорганизмам адаптироваться к токсичным для них концентрациям веществ. За счет водорастворимых веществ солома служит для микроорганизмов не только иммобилизатором, но и дополнительным полноценным источником питания.

Проведены модельные опыты по оценке эффективности иммобилизаторов на основе растительных субстратов для биологической очистки сточных вод.

В работе использовались чистые культуры *Pseudomonas pictorum* и *Bacillus pseudococcus*. Исследуемые микроорганизмы

способны развиваться в среде, содержащей фенол, анилин и др., используя их в качестве питательного субстрата.

Изучена выживаемость смеси культур *Ps. pictorum* и *B. pseudococcus* в контакте с фенолом.

Опыт проводили по следующей схеме (табл.):

контроль – водопроводная вода+смесь культур;

вариант №1 – фенольная вода+смесь культур;

вариант №2 – фенольная вода+смесь культур+инкапсулированные опилки;

вариант №3 – фенольная вода+смесь культур+инкапсулированная солома.

Таблица

Численность микроорганизмов в пробах водопроводной воды с различными концентрациями фенола (количество клеток в 1 мл)

Время (в сут- ках)	Концентрация фенола 0,3 г/л			Концентрация фенола 0,03 г/л		
	Номер варианта			Номер варианта		
	1	2	3	1	2	3
3	$8,3 \times 10^6$	$7,3 \times 10^7$	$7,5 \times 10^8$	$7,5 \times 10^6$	$6,5 \times 10^7$	$5,3 \times 10^8$
7	$7,2 \times 10^6$	$3,2 \times 10^8$	$6,2 \times 10^9$	$3,7 \times 10^6$	$9,2 \times 10^7$	$7,2 \times 10^9$
12	$5,7 \times 10^6$	$9,3 \times 10^7$	$8,5 \times 10^{10}$	$9,3 \times 10^5$	$5,7 \times 10^7$	$4,6 \times 10^{10}$
16	$8,6 \times 10^5$	$5,6 \times 10^7$	$5,5 \times 10^{11}$	$4,6 \times 10^5$	$8,3 \times 10^6$	$2,7 \times 10^{11}$
20	$4,2 \times 10^5$	$8,2 \times 10^6$	$6,7 \times 10^{10}$	$5,8 \times 10^4$	$3,2 \times 10^6$	$5,4 \times 10^{10}$
25	$9,1 \times 10^4$	$4,4 \times 10^6$	$5,2 \times 10^9$	$7,5 \times 10^3$	$7,6 \times 10^5$	$4,7 \times 10^9$
30	$5,4 \times 10^4$	$6,2 \times 10^5$	$9,3 \times 10^8$	$3,1 \times 10^3$	$0,7 \times 10^5$	$4,2 \times 10^8$

Начальная концентрация микроорганизмов в 1 мл составила 10^6 клеток. Микроорганизмы каждого варианта исследовали на выживаемость в 4х концентрациях фенола: 3 г/л, 0,3 г/л, 0,03 г/л, 0,003 г/л. Концентрация фенола 3 г/л была взята, исходя из литературных данных, что некоторые микроорганизмы могут переносить такую концентрацию.

В ходе исследований установлено, что в водопроводной воде (контроль) идет быстрое отмирание клеток за счет их авто-

лиза. На 3 сутки содержание микроорганизмов снижается до $5,6 \times 10^4$ кл/мл, а уже на 12 сутки падает до нуля.

На 3 сутки в варианте № 1 при концентрации фенола 3 г/л количество микроорганизмов снизилось до 105 кл/мл, при других концентрациях осталось стабильным.

Через 7 суток в варианте № 1 при всех концентрациях фенола количество микробных тел составило 106. С течением времени идет постепенное отмирание микрофлоры. На 30-е сутки количество микроорганизмов составило 103-104 кл/мл при разных концентрациях фенола.

При действии высоких концентраций фенола на ассоциации микроорганизмов, иммобилизованных на растительных субстратах, снижение количества микробных тел не происходит. Микроорганизмы не только выживают, но и размножаются. Сочетание смеси культур на иммобилизаторе, являющимся одновременно питательным субстратом, наиболее благоприятно для выживания микроорганизмов.

Концентрация фенола во всех вариантах на 12-е сутки составила от 3,8 до 6,8 %, а на 30-е сутки – 0,1 % от начальной концентрации, что говорит об использовании микроорганизмами фенола в качестве источника углерода и энергии.

Таким образом, исследования показали, что наиболее оптимальным для выживаемости и развития микроорганизмов является нахождение их в иммобилизованном состоянии.

При очистке сточных вод от органических веществ в качестве иммобилизаторов микроорганизмов перспективно использование отходов сельского хозяйства и деревообрабатывающей промышленности. Растительный биополимер (солома) смягчает экстремальные условия высоких концентраций фенола, так как является доступным источником питания и энергетическим субстратом для микроорганизмов, что позволяет им адаптироваться к фенолу.

АНАЛИЗ ПРОДУКТОВ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРО- ЛИЗА МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

А.И. Линник, А.С. Матвеевко, П.В. Митрохин, А.А. Терехов
ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

Коровье молоко — распространенная причина аллергии у детей, начиная с младенческого возраста.

Несмотря на это белки молока более полноценны, чем белки мяса и рыбы. Белок необходим для образования новых клеток в организме человека. Белки молока состоят из трех компонентов: казеина, альбумина и глобулина, которые в сыром молоке находятся в растворенном состоянии (табл. 1).

Таблица 1

Фракционный состав молока

Компонент	Всего, %	Казеина, %	Сыворотки, %
Казеины	83		
α -s1- казеин	36	44	
α -s2- казеин	9	11	
β -казеин	21	25	
κ - казеин	12	14	
γ - казеин	4	5	
Сывороточные белки	17		
β - лактоглобулин	10		58
α -лактальбумин	2		13
иммуноглобулины	2		12
Сывороточный альбумин	1		6
Малые белки	2		12

Все белки молока относятся к группе полноценных, т.е. таких, которые содержат в своем составе все 20 аминокислот. В их числе - 8 незаменимых аминокислот, которые не могут син-

тезироваться в организме человека и должны поступать с пищей. Отсутствие хотя бы одной из них влечет за собой нарушение обмена веществ.

Однако некоторые люди страдают не от аллергии, а от непереносимости коровьего молока. Возможно, это связано с недостаточностью фермента лактазы, в связи с чем, молоко не может ни перевариваться, ни всасываться.

В ряде случаев аллергическая природа нежелательной реакции на коровье молоко является спорной, так как иммунные реакции выявлены только у небольшой части больных.

Исследования, проведенные в США, вселяют некоторую надежду относительно будущего людей, страдающих стойкой пищевой аллергией. Установлено, что такие молекулы как β -лактоглобулин молока, вызывающих аллергические реакции, богаты дисульфидными связями (соединенными попарно атомами серы) (Табл.2)

Таблица 2

Аллергены молока

№	Компонент молока	Количество аминокислот	Количество антигенных детерминант
1	β - лактоглобулин	178	290
2	α -лактальбумин	142	66
3	Сывороточный альбумин	607	31
4	α -s1- казеин	214	254
5	α -s2- казеин	222	188
6	β -казеин	224	186
7	κ - казеин	190	161

В качестве основных подходов для снижения аллергенности белковых ингредиентов используют его термическую обра-

ботку и гидролиз с использованием протеолитических ферментных препаратов с различной специфичностью. Термическая обработка позволяет в первую очередь изменить пространственную упаковку белковой молекулы и, соответственно, частично или полностью устраняет конформационные эпитопы. Использование биокаталитического подхода позволяет одновременно частично или полностью избавиться как от конформационных, так и от линейных антигенных детерминат.

На первом этапе работы проводили исследования параметров гидролиза в соответствии с проработанными литературными данными.

Для исследования на снижения антигенности молочных продуктов с применением ферментных препаратов была выбрана молочная сыворотка с уровнем деминерализации 70%. При построении калибровочного графика использовали водный раствор L-глутаминовой кислоты с концентрацией 1 мг/мл, из которого приготавливают серию разведений с концентрациями 0,05; 0,15; 0,30; 0,45; 0,60; 0,75; 0,90 и 1,00 мг/мл. Рассчитывают разность $D_{420sample}$ и $D_{420blank}$ и по полученным значениям строят калибровочный график (рис. 1).

Определяли оптическую плотность полученных проб при длине волны 420 нм с использованием микропланшетного фотометра-флюориметра Synergy2 (BioTek, США). Расчет содержания свободных аминокислот в % эквивалентов глутаминовой кислоты проводят согласно уравнению:

$$FAA = \frac{(D_{420sample} - D_{420blank}) \times R}{F}$$

Где: $D_{420blank}$ – величина оптической плотности при 420 нм в контроле; $D_{420sample}$ – величина оптической плотности при 420 нм в исследуемом образце; R – фактор разбавления исходного образца; F – тангенс угла наклона калибровочного графика, мл/мг; C – концентрация белка в растворе гидролизата, мг/мл.

Температура (Т) - 50 °С, скорость перемешивания была взята минимально возможной - 66 об/мин, доза фермента – 3% от содержания белка (Е/С), общее время гидролиза (t) – 150 минут. С применением данного метода получили данные кинетических зависимостей свободных аминокислот от времени инкубации молочной сыворотки с ферментными препаратами PROTAMEX и Alcalase. Полученные данные позволили составить композиционный план многофакторного эксперимента.

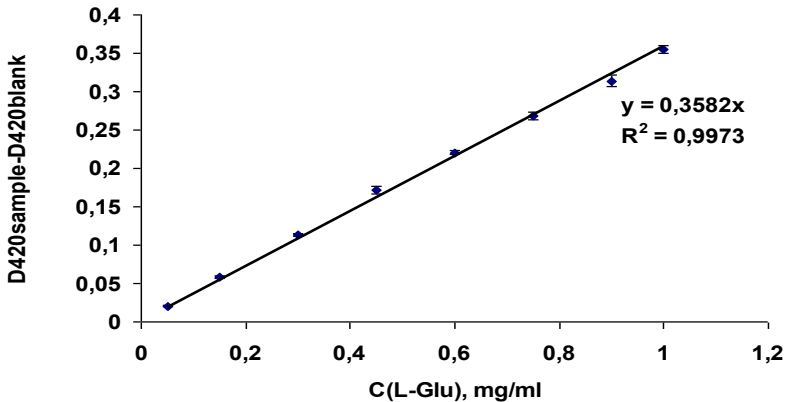


Рис. 1. – Зависимость разности оптических плотностей растворов образца и контроля от концентрации L-глутаминовой кислоты.

Многофакторный эксперимент проводили в два этапа, на первом этапе для определения коэффициентов при линейных членах ставили эксперимент из двух опытов с варьируемыми параметрами. Матрица композиционного плана эксперимента для варьирования трех исходных факторов приведена в табл. 3.

На втором этапе дополнительных экспериментов выбирали среднее значение, приняв его за нулевую точку.

Данные полученные по многофакторному эксперименту по оптимизации условий ферментативного гидролиза деминерализованной молочной сыворотки были подвергнуты регрессивному анализу.

Таблица 3

Уровни вариации независимых параметров при многофакторном эксперименте по гидролизу молочной сыворотки

Параметр	Переменная	Уровень варьирования		
		-1	0	1
Температура, С	X1	45	50	55
Продолжительность гидролиза, мин	X2	30	60	90
Доза ФП, % от белка	X3	1,0	2,5	4,0

Согласно полученным данным, составленному уравнению и проведенным расчетам определили, что наименьшее количество свободные аминокислоты образуется при наименьших параметрах гидролиза, так как при них не происходит вторичного гидролиз, который бы приводил к распаду пептидов на свободные аминокислоты. Проведившийся органолептический анализ гидролизатов сыворотки показал, что свободные аминокислоты влияют на конечный вкус. При избыточном количестве САК наблюдается горький вкус.

В настоящий момент ведутся работы по определению степени снижения антигенности в полученных гидролизатах сыворотки.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЛАКТОЗЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

Н.С. Локотченко, Е.Н. Аникина

ФГБОУ ВПО Омский Государственный Аграрный Университет
имени П.А. Столыпина, Россия, г.Омск

В настоящее время наряду с возрастающим распространением аллергических заболеваний людей возникает проблема лактазной недостаточности «гиполактазии». В России в зависимости от этнической группы не способны усваивать молоко и молочные продукты от 10 до 80 % людей. Врачи всего мира разрабатывали методические рекомендации по лечению больных с гиполактазией. В их основу заложена комплексная терапия в сочетании с постепенным увеличением потребления лактозы, что способствует частичному восстановлению толерантности к этому сахару. Такой метод эффективен, однако достаточно сложен из-за длительности лечения и необходимости размещения в стационаре. Более простым путём коррекции лактазной недостаточности является потреблением молочных продуктов, практически не содержащих лактозу или с низким её содержанием. [1]

Безлактозные молочные продукты производят в большинстве стран Западной Европы, Аргентине, Австралии, Канаде, Японии, Малайзии, Новой Зеландии, США, Финляндии. В этих странах выпускают коммерческие препараты лактазы, продуцированные из штаммов микроорганизмов, например *Aspergillus oryza*. Добавление таблетированной лактазы к молоку улучшает его переносимость. Для людей с лактазной недостаточностью рекомендуется йогурт, содержащий *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*. Его хорошая переносимость объясняется гидролизом лактозы в просвете кишечника за счёт β -галактозидазы этих бактерий. Увеличение активности лактазы слизистой оболочки тонкой кишки при длительном употреблении йогурта сводится к нулю. Проявления гиполактазии можно полностью устранить, если следовать диетическим рекомендациям: ограничивать потребление молока, употреблять молоко

вместе с другими продуктами, вместо молока употреблять кисломолочные продукты, употреблять таблетки лактазы, использовать молоко с пониженным содержанием лактозы. [4]

Так же разработаны перспективные ферментные препараты, такие как дрожжевая β -D-галактозидаза. Применяются для гидролиза лактозы, что позволяет получать молочные продукты лечебно-профилактического назначения. При ферментативном гидролизе лактозы образуются моносахариды, более сладкие по сравнению с лактозой. Моносахариды увеличивают осмотическое давление, а следовательно, повышают стойкость продукта при хранении. Практически все промышленные ферменты лактазы продуцируются дрожжами рода *Kluuyveromyces* или плеснями рода *Aspergillus*. Недавно были выделены лактазы с очень высокой термостабильностью. Появились так же препараты лактазы, обладающие высокой активностью при низких значениях температуры. Эти ферменты можно получать в промышленных масштабах, при помощи безопасных микроорганизмов, таких как дрожжи. В качестве источника лактазы изучали так же разрушенные молочные культуры, однако их конкуренция по цене с лактазами из дрожжей – низкая. [2]

Величина pH молока является оптимальной для действия дрожжевых лактаз. Лактазы из плесени достигают оптимума при значениях pH 4-6, и при значениях pH, характерных для молока, используется только около 20% оптимальной активности этих ферментов. Гидролиз с помощью дрожжевых лактаз должен осуществляться при температуре до 40 °С, лактазы из плесеней выдерживают температуру до 55 °С. Дрожжевые лактазы относятся к внутриклеточным энзимам, поэтому они очень чувствительны к разным ионам: калий и магний их активирует, а натрий и кальций ингибируют. Таким образом, пастеризация молока является благоприятной для процесса гидролиза, поскольку часть ионов кальция связана и, возможно, повышается реактивность сульфгидрильных групп. Лактазы, синтезируемые плесневыми грибами, являются внеклеточными ферментами, поэтому более устойчивы к окружающим условиям и ионы не влияют на их активность. Дрожжевые лактазы являются альтернативой при промышленном производстве молока с понижен-

ным количеством лактозы. При производстве других молочных продуктов, особенно кисломолочных, лучшим вариантом являются лактазы, синтезированные микроскопическими плесневыми грибами. С целью снижения стоимости фермента, при производстве, проводились интенсивные работы по изучению иммобилизации лактазы. При иммобилизации в носителе одно и то же количество фермента можно использовать в течение длительного времени. Процесс происходит непрерывно и легко контролируется. В Италии в течение длительного времени лактозу гидролизировали с помощью иммобилизированной лактазы. Недавно этот процесс усовершенствовали, но цель состояла в основном не в снижении стоимости процесса, а в исключении присутствия фермента в готовом продукте. [5]

Глюкоза и галактоза, получаемые в результате гидролиза, в два-три раза слаще лактозы, но по сравнению с сахарозой их сладость только 60%. Это даёт возможность молочной промышленности получать свои собственные подсластители на основе сыворотки и сократить использование сахарозы в йогуртах, молочных коктейлях, мороженом и других сладких молочных продуктах. Многие потребители, intolerантные к лактозе, отказываются пить гидролизованное молоко и предпочитают другие продукты. Проблему с избыточной сладостью можно решить, если часть лактозы удалить из молока физическим путём. Возможность отделения ионных и не ионных соединений с помощью катионообменных смол рассматривалась в работах у Итона и Баумана ещё 50 лет тому назад. Через 10 лет после этого Норманн и другие учёные открыли дополнительное преимущество – эффект молекулярного сита. Эта технология тут же была адаптирована в сахарной промышленности и стала использоваться в промышленных масштабах для восстановления сахарозы из мелассы. Работы по восстановлению лактозы из сыворотки были опубликованы Бергхофером и Шейбелом в 1986 году, а по отделению лактозы из молока – М. Харью в 1987 году. Когда субстратами являются молоко цельное и обезжиренное, то целесообразно для разделения на две фракции (лактозу и безлактозное молоко) использовать хроматографию. Это физический способ разделения, и для процесса необходимо только использование

воды. Хроматографическое сепарирование молока пока осуществляется как периодический процесс. После хроматографического сепарирования в молоке должно остаться какое-то количество лактозы, чтобы в дальнейшем она гидролизовалась для достижения такой же сладости как и в обычном молоке. В ЕС нет документов, подтверждающих определение «низколактозный» и «безлактозный молочный продукт». Однако в Скандинавских странах существует инструкция о том, что при декларации продукта как безлактозного, содержание лактозы должно быть менее 10 мг/100г (0,01%). [3]

Учитывая потребность в расширении ассортимента пищевых продуктов с полифункциональными свойствами, в том числе адаптированных для массового питания, создание высококачественной молочной продукции с пониженным содержанием лактозы, обогащённой витаминами, минеральными веществами, является весьма актуальным. На кафедре стандартизации и сертификации пищевых продуктов ФГБОУ ВПО Омского государственного аграрного университета имени П. А. Столыпина проводятся исследования по разработке способа производства и оптимизации рецептуры низколактозного молочного коктейля для диетического и массового питания. На первом этапе был проведен литературный обзор, определены основные цели и задачи исследования. На втором этапе проведен анализ известных способов производства низколактозных молочных продуктов, выбран оптимальный, обеспечивающий высокое качество продукта и адаптированный для молочных предприятий города Омска.

Список литературы

1. Арсеньева Т.П. К чему приводит лактазная недостаточность/Т.П. Арсеньева//Молочная промышленность.- 2010.- N 7.- С.28-30.
2. Божкова С.Е. Способ получения низколактозного молочного напитка/ Божкова С.Е., Духанина Е.Г., Тарлыгина Н.В., Пяткова Ю.П//Хранение и переработка сельхозсырья.- 2012.- N 1.- С.28-29.
3. Гаврилова Н.Б. Низколактозный кисломолочный напиток/Н.Б. Гаврилова, С.В. Мяло//Молочная промышленность.- 2008.- N 12.- С.44.

4. Тутельян В.А. Сбалансированное питание – основа процветания нации/Доклад на VI Всероссийской конференции «Здоровое питание: воспитание образование, реклама». - М.: БАД-Бизнес, 2001.
5. Харью М. Удаление лактозы из молока/перевод А.В. Бережная// Молочная промышленность.- 2005.- N 4. - С.52-54.

ТЕХНОЛОГИЯ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛЕБА ИЗ ПШЕНИЦЫ СОРТА ИРЕНЬ, ВЫРАЩЕННОГО В УСЛОВИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. Макаренко

Иркутский государственный технический университет,
Россия, г. Иркутск

Как известно, продовольственная безопасность регионов страны является особо актуальной проблемой и Иркутская область – не исключение.

Для решения проблемы продовольственной безопасности нашего региона и обеспечения населения Иркутской области продуктами собственного производства важное значение приобретает изучение технологических и биохимических свойств полевых культур с целью дальнейшего использования в той или иной сфере производства.

Пшеница - очень ценная продовольственная культура, которая благодаря своему химическому составу, хорошей усвояемости и калорийности, является превосходным сырьем для производства разнообразных продуктов и кормов.

В Иркутской области возделываются потенциально сильные сорта пшеницы, которые при благоприятных погодных условиях, формируют высокий урожай с хорошим качеством, одним из которых является сорт Ирень.

Ирень - раннеспелый, ценный сорт выведен Красноуфимской селекционной станцией, районирован в 2000 году. Средняя урожайность сорта составляет 29,3 ц/га (максимальная 45,9 ц/га). Сорт устойчив к полеганию, осыпанию, имеет высокую

послеуборочную всхожесть. В Иркутской области занимает лидирующую позицию по площади выращивания [1].

Цель настоящей статьи – разработать технологию и провести оценку качества хлеба из пшеницы сорта Ирень, выращенной в условиях Иркутской области.

Качество и технологические свойства зерна определяли по общепринятым методикам: отбор проб и выделение навесок по ГОСТ 13586.3-83; примесь по ГОСТ 13586.2-81; влажность по 13586.5-93; свежесть и зрелость по ГОСТ 10967-90; зараженность вредителями по ГОСТ 13586.4-83; масса 1000 зерен по ГОСТ 10842-89; натура по ГОСТ 10840-64; количество и качество клейковины по ГОСТ 27839-88; число падения по ГОСТ 27676-88 (ИСО 5529:1992); стекловидность по ГОСТ 10987-76.

Реологические свойства теста определяли по ГОСТ Р 51415-99 (ИСО 5530-4-91) и ГОСТ Р 51404-99 (ИСО 5530-1-97), водопоглотительную способность, время образования теста, устойчивость, разжижение и валориметрическая оценка теста по ГОСТ Р 511414-99.

Органолептические показатели качества муки оценивали по ГОСТ 10987-76; влажность по ГОСТ 9404-88; белизна по ГОСТ 26361.2-84; кислотность по ГОСТ 27493-87.

Потребительские показатели хлеба оценивали по известным методикам: пористость по ГОСТ 5669-96; структурно-механические свойства по ГОСТ 5669-96; кислотность по ГОСТ 5670-96; влажность по ГОСТ 21094-75; органолептические по ГОСТ 5667-65.

Характеристика зерна яровой мягкой пшеницы сорта Ирень по физическим свойствам, белково-клейковинному комплексу, реологическим свойствам теста и хлебопекарным достоинствам муки представлена в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, зерно пшеницы сорта Ирень обладает хорошими качественными характеристиками и может быть рекомендован для использования в мукомольной и хлебопекарной промышленности.

Таблица 1

Комплексная оценка качества зерна пшеницы сорта Ирень

Показатели	Значения
Запах	Нормальный, свойственный здоровому зерну
Цвет	
Масса 1000 зерен, г	37,6
Натура, г/л	770
Влажность, %	12,3
Сорная примесь, %	0,3
Зерновая примесь, %	1,8
Белок, %	15,6
Массовая доля клейковины, %	28,3
Растяжимость клейковины, см	15,3
Качество клейковины, ед. ИДК	71,3
Стекловидность, %	65
Число падения, сек	323
Зараженность вредителями	не обнаружено
Выход муки, %	71
Упругость теста, мм	115,6
P/L	1,8
W, е.а.	310
ВСП, %	66,4
Время образования теста, мин	9,8
Устойчивость теста, мин	10
Разжижение теста, е.ф.	58,3
Валориметрическая оценка, ед.вал	68,6
Объем хлеба, см ³	1100
Общая оценка хлеба, балл	4,2

Технологическая схема производства хлеба отображена на рисунке 1.

Тесто для хлеба пшеничного из муки 1 сорта готовят опарным способом (жидкая опара) для ее приготовления используют хлебопекарные прессованные дрожжи. Рецептuru и

режим приготовления теста ускоренным способом приведены в таблицах 2 и 3.

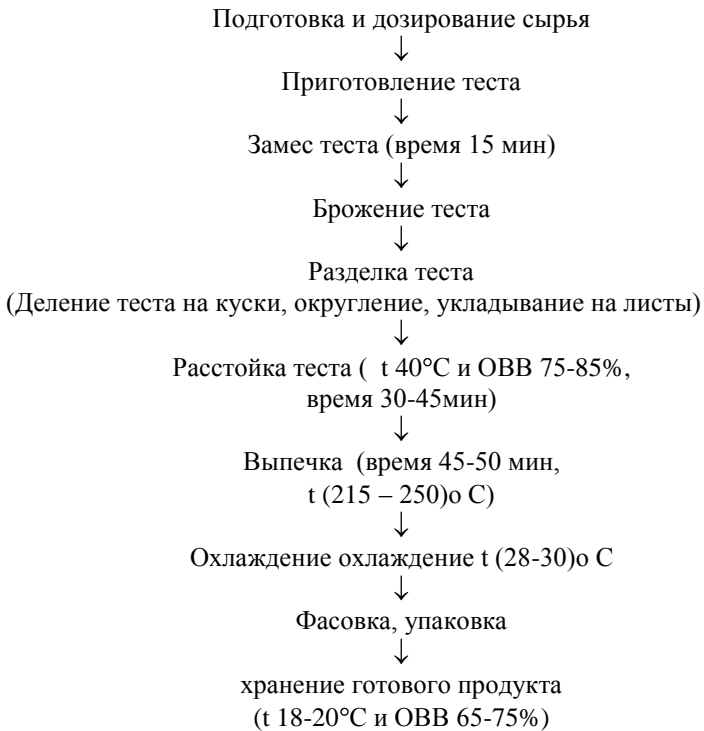


Рис. 1- Технологическая схема производства хлеба

Таблица 2

Рецептура хлеба из пшеницы сорта Ирень

Наименование сырья	Расход сырья	
	Опара	Тесто
Мука пшеничная хлебопекарная 1 сорта, кг	45,0	55,0
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	1,0	–
Соль поваренная пищевая, кг	–	1,3
Вода, кг	25-30	по расчету

Таблица 3

**Параметры основных технологических процессов
производства хлеба**

Операция	Характеристика режимов	
	Опара	Тесто
Температура теста начальная, °С	26–28	27–30
Продолжительность брожения, мин	210–240	60–90
Кислотность теста конечная, град., не более	3,0–3,5	3,5

Готовый продукт должен соответствовать требованиям, представленным в таблице 4.

Таблица 4

Качественная характеристика хлеба

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид: Форма	Округлая, овальная, продолговато-овальная, не расплывчатая, без притисков. Шероховатая, без крупных трещин и подрывов, без загрязнения. Допускаются наколы или надрезы, также отделка мукой. От светло-коричневого до коричневого, без Подгорелостей.
Поверхность	
Цвет	
Состояние мякиша: Пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный.
Промес	Без комочков и следов непромеса.
Пористость	Развитая, без пустот и уплотнений
Вкус	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса.
Запах	Свойственный данному виду изделий, без постороннего запаха

Влажность, % не более	45
Кислотность, град., не более	3,0-3,5
Пористость, % не менее	68
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	1×10 ³
Масса продукта (г), в которой не допускается:	
БГКП (колиформы)	1,0
S.aureus	1,0
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	25
Плесени, КОЕ/г, не более	50

Как видно из таблицы 4, хлеб должен обладать хорошими органолептическими, физико-химическими и микробиологическими показателями.

Список литературы

1. Долгополов А.А. Яровая пшеница в Приангарье. - Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2007.- 121 с.

**ВЛИЯНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ ОБОГАЩАЮЩИХ
ДОБАВОК НА ИНТЕНСИВНОСТЬ
БИОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБА**

Л.П. Нилова, К.Ю. Маркова

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный
торгово-экономический университет»,
Россия, г. Санкт-Петербург

В технологии хлеба для разрыхления теста и формирования оптимальных органолептических показателей готового продукта традиционно используют биологические разрыхлители – дрожжи. От интенсивности протекания под действием дрожжей биохимических процессов во время созревания теста и тесто-

вых заготовок при окончательной расстойке зависит формирование удельного объема и пористости изделий, обеспечивающих его высокую усвояемость. [1]

В последние годы для расширения ассортимента хлебобулочных изделий и придания им функциональных свойств стали использовать натуральные обогащающие добавки, представляющие собой – сухие (фруктовые или овощные порошки, муку из зерновых и др.) или жидкие (экстракты) продукты, полученные из природного сырья и содержащие одно или несколько функциональных ингредиентов. [2] Для активации дрожжей необходимо обогащение питательной среды, сахарами, витаминами и минеральными веществами. Вещества, содержащиеся в натуральных обогащающих добавках, с одной стороны, способствуют размножению дрожжей, тем самым, ускоряя протекание биохимических процессов в тесте, с другой – обогащают хлебобулочные изделия натуральными функциональными ингредиентами, придавая изделиям функциональные свойства.

В работе в качестве натуральных обогащающих добавок для хлебобулочных изделий были использованы порошки из выжимок облепихи (кожура ягод) и семян облепихи (ТУ 9164-032-70627901-2011). Ранее были проведены исследования химического состава порошков. [3] В работе изучалось влияние добавок на жизнедеятельность дрожжей и газообразующую способность, проведена пробная лабораторная выпечка из пшеничной муки общего назначения М 55-23.

В порошках из продуктов переработки облепихи содержится много сахаров, витаминов и минеральных веществ, особенно калия и фосфора, что должно способствовать интенсификации биокаталитических процессов при созревании теста.

Исследуемый образец пшеничной муки общего назначения М55-23 характеризовался низкой газообразующей способностью (1330 см³ СО₂ за 5 часов брожения), но добавление при замесе теста порошков из продуктов переработки облепихи в определенных количествах приводило к увеличению газообразующей способности. Уже при добавлении 1% порошка из выжимок облепихи газообразующая способность возросла на 2,6%, а при добавлении 2% - на 8,4%. Однако, при добавлении 3% по-

рошка из выжимок облепихи газообразующая способность стала незначительно снижаться – на 1,2% по сравнению с добавлением 2% облепихового порошка, но все равно была выше на 7,2% по сравнению с контролем, что, по видимому, связано с возрастанием кислотности теста. При добавлении порошка из семян облепихи в количестве 3% газообразующая способность возросла незначительно, а при добавлении 5% - на 7,8%. Динамика газообразования в контроле и опытах несколько отличается. В контроле на 90 минуте брожения наблюдается незначительный спад интенсивности брожения, затем увеличение, что характерно для безопарного теста. В тесте с порошками из продуктов переработки облепихи в этот период брожения спада интенсивности брожения не зафиксировано. В течение 120 минут интенсивность брожения оставалась достаточно стабильной и начинала снижаться после 210 минут брожения, что связано с ограниченной способностью ферментов гидролизовать крахмал.

Интенсификация газообразования при созревании теста напрямую зависит от жизнедеятельности дрожжевых клеток. Первыми усваиваются сахара, которые обеспечивают максимальную скорость роста: глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза. Витамины и отдельные минеральные элементы также ускоряют размножение дрожжевых клеток. [4] И хотя порошок из выжимок облепихи по сравнению с порошком из семян облепихи содержит меньше сахаров, но в нем больше витаминов и таких минеральных веществ, как калий, кальций, марганец. В результате 2% порошка из выжимок облепихи приводят к интенсивному размножению дрожжей, через 120 минут брожения их количество увеличивается в 3,5 раза. При этом лаг-фаза отсутствует. Незначительное снижение интенсивности размножения дрожжей начинается только после 150 минуты брожения. При внесении порошка из семян облепихи лаг-фаза составляет 60 минут, а затем начинается интенсивное размножение дрожжей. Однако, количество дрожжевых клеток на 180 минуте брожения составляет 140 млн/г, что соответствует количеству дрожжевых клеток на 120 минуте брожения при внесении 2% порошка из выжимок облепихи.

Интенсификация процесса брожения теста за счет роста дрожжевых клеток приводит к увеличению удельного объема и пористости готовых хлебобулочных изделий, что установлено в результате проведенной пробной лабораторной выпечки. (таблица 1)

Хлебцы массой 100 г с 2% порошка из выжимок облепихи характеризовались наибольшим удельным объемом и формоустойчивостью. Пористость изделий улучшилась по сравнению с контролем, но практически не менялась в зависимости от количества порошка. В хлебцах с порошком из семян облепихи наибольший удельный объем был у изделий с 3% порошка, но пористость и формоустойчивость были выше у изделий с 5% порошка.

Таблица 1

Результаты пробной лабораторной выпечки

Наименование показателей	Контроль	Хлебцы с добавкой порошков (% от массы муки) из				
		выжимок облепихи			семян облепихи	
		1	2	3	3	5
Пористость, %	66,04	70,8	71,0	69,0	68,2	68,7
Удельный объем, см ³ /100г	336,0	359,6	389,4	376,7	399,1	376,4
Формоустойчивость	0,52	0,51	0,54	0,51	0,53	0,58

Следует отметить, что изделия с порошком из выжимок были немного меньше как по объему, так и формоустойчивости по сравнению с хлебцами с порошком из семян, что связано с газодерживающей способностью и высоким содержанием витамина С, способствующему укреплению клейковины.

Таким образом, натуральные обогащающие добавки в виде порошков из выжимок и семян облепихи способствуют ускорению биохимических процессов при созревании теста, сокращая его на 30 минут, повышают газообразующую способность, в

результате чего увеличивается удельный объем хлебобулочных изделий. Синергизм биологически активных веществ в порошках из продуктов переработки облепихи позволяет одновременно обогатить хлебобулочные изделия пищевыми волокнами, витаминами и минеральными веществами.

Список литературы

1. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: Учебник / О.А. Неверова, Г.А. Гореликова, В.М. Позняковский – Новосибирск: Сиб.унив.изд-во, 2007. – 415 с.
2. Нилова Л.П., Совершенствование товаровой классификации хлебобулочных изделий. / Л.П. Нилова, Т.В. Пилипенко, Т.В. Шленская // Товаровед продовольственных товаров, 2012, №7. – с.66-70.
3. Нилова Л.П., Расширение ассортимента хлебобулочных изделий за счет натуральных обогащающих добавок. / Л.П. Нилова, К.Ю. Маркова // Хлебопродукты, 2012, №7. – с. 50-51.
4. Афанасьева О.В. Микробиология хлебопекарного производства. – Спб: ООО «Береста», 2003. – 220с.

ИЗУЧЕНИЕ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТА ПОЛИФЕНОЛОКСИДАЗЫ КАРТОФЕЛЯ

О.Т. Розиков, С.А. Мамаджонов, Ф.Ш. Исмоилов

Лицей Таджикского института предпринимательства и сервиса,
Таджикистан, г. Душанбе,

Главной проблемой сохранности очищенного картофеля является потемнение его на воздухе. Причиной данного процесса, является окисление полифенолов под действием кислорода воздуха при участии фермента полифенолоксидазы (ПФО). Вещества фенольного характера (полифенолы), содержащиеся в клубне, при окислении необратимо темнеют. При повреждении паренхимной ткани клубня (очистка, нарезка и др.), клетки разрываются, клеточный сок смешивается с цитоплазмой, в результате чего полифенолы, сосредоточенные в вакуолях раститель-

ной клетки, подвергаются необратимому ферментативному окислению до образования темноокрашенных продуктов. Вместе с тем, при хранении очищенного картофеля происходит окисление другого вещества фенольной природы – хлорогеновой кислоты, в результате, образованные хиноны соединяются с аминокислотами и образуют более стойкие темноокрашенные соединения.

Скорость потемнения сырого очищенного картофеля различных сортов неодинакова. Скорость и интенсивность потемнения напрямую зависит от количества и активности фермента полифенолоксидазы.

В связи с этим исследования направлены на изучение количественных и качественных характеристик фермента полифенолоксидазы картофеля. Эти исследования позволят проанализировать нативные каталитические свойства фермента в клубне картофеля, с целью дальнейшего подбора ингибиторов и разработки алгоритма снижения активности сырого очищенного картофеля в процессе хранения.

В качестве объектов исследования был выбран картофель сортов «Приобский», «Адретта», «Луговской» и «Розамунда» ГОСТ 26832-86 урожая 2011 г. Эти сорта картофеля производят в Кемеровской области и выбраны по следующим признакам: сроки созревания, высокоурожайность, лежкость, устойчивость к хранению и к болезням.

Для решения поставленной задачи использованы стандартные, общепринятые методы исследования активности ферментных систем картофеля (физико-химические, биохимические). Активность фермента полифенолоксидазы определён по методу Д. М. Михалина и З. С. Брновицкой, фракционный состав полифенолоксидазы - на вертикальном электрофорезе BIO-RAD в полиакриламидном геле.

Для адекватного изучения ферментных систем картофеля у выбранных нами сортов «Приобский», «Адретта», «Луговской» и «Розамунда», с целью выявления наиболее подходящих для дальнейших исследований, являлось исследование количественного и качественного ферментного состава клубня. Первым этапом работы явилось разделение комплекса ферментов

полифенолоксидазы на составляющие, изучить их наименование и состав.

На рис. 1 представлен электрофоретический анализ фракционного состава полифенолоксидазы на вертикальном электрофорезе в полиакриламидном геле.

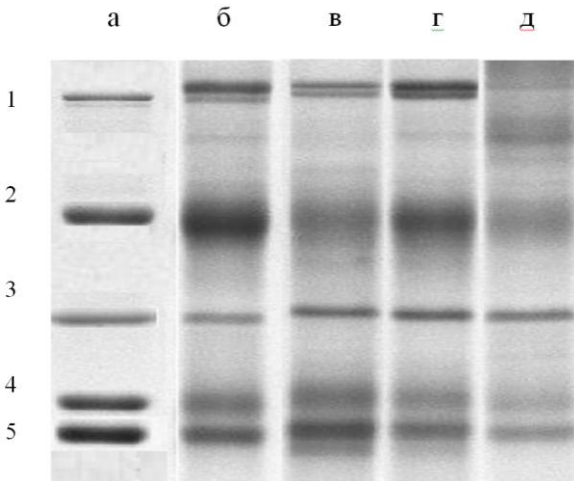


Рис. 1. Электрофоретический анализ фракционного состава полифенолоксидазы на электрофорезе в ПААГ (ДДС-Na- электрофорез): а – маркер Polyphenol oxidase-005, б– «Приобский», в – «Адретта», г – «Луговской», д – «Розамунда»: 1 – тирозиназа, 2 – катехолаза, 3 – полифенолаза, 4 – фенолаза, 5 – крезолазы.

Анализ экспериментальных данных, представленных на рис. 1, позволяют заключить, что изучаемая ферментная система картофеля характеризуется наличием ее множественных молекулярных форм. Скорость окисления в картофеле пропорциональна количеству этих ферментных форм. Ферментная система картофеля является одной из реагирующих сторон в неблагоприятной реакции окисления, при взаимодействии с субстратом образует промежуточный фермент-субстратный комплекс, который далее и подвергается распаду на меламина (темноокрашенное соединение) и свободный фермент. Ферментная система

картофеля, полифенолоксидаза, насчитывает пять ферментных форм.

Качественный и количественный фракционный состав полифеноксидазы, согласно обработке результатов, представленных на рис. 1 (а, б, в, г, д), показан в табл. 1.

Таблица 1

Качественный и количественный фракционный состав полифенолоксидазы клубня картофеля

№ фракции	Наименование фракции	Молекулярный вес, кДа	Наименование сорта картофеля	Количество, мкг/100 г
1	Тирозиназа	88,0-91,0	«Приобский»	0,10-0,11
			«Адреатта»	0,04-0,05
			«Луговской»	0,09-0,1
			«Розамунда»	0,02-0,03
2	Катехолаза	73,0-75,0	«Приобский»	0,08-0,09
			«Адреатта»	0,05-0,06
			«Луговской»	0,09-0,1
			«Розамунда»	0,03-0,04
3	Полифенолаза	59,0-60,0	«Приобский»	0,08-0,09
			«Адреатта»	0,06-0,07
			«Луговской»	0,10-0,12
			«Розамунда»	0,03-0,04
4	Фенолаза	40,0-41,0	«Приобский»	0,10-0,11
			«Адреатта»	0,04-0,05
			«Луговской»	0,09-0,11
			«Розамунда»	0,04-0,05
5	Кетолазы	38,0-32,0	«Приобский»	0,11-0,012
			«Адреатта»	0,04-0,05
			«Луговской»	0,09-0,11
			«Розамунда»	0,03-0,04

Проведенные исследования показали, что ферментные формы клубня картофеля определяются их сортовыми признаками. По качественному составу во всех рассматриваемых сор-

тах обнаружены все формы ферментного комплекса полифенолоксидазы.

Количество каждой фракции в зависимости от сорта распределены следующим образом: наибольшее значение выявилось у сортов «Приобский» и «Луговской» в количестве от 0,09 мкг/100 г до 0,12 мкг/100 г. В сравнении у сорта «Адреатта» содержание ферментов в 2,2-2,4 раза меньше и составляла 0,04-0,06 мкг/100 г. Наименьшее значение содержания фермента показал сорт «Розамунда» от 0,02 мкг/100 г до 0,04 мкг/100 г, что в 1,5-2,0 раза меньше, чем у «Адреатта».

Таким образом, по фракционным характеристикам наименее подходящими являются быстротемнеющие сорта «Приобский» и «Луговской». Наиболее подходящими для производства полуфабрикатов являются слаботемнеющие сорта картофеля «Адреатта» и «Розамунда», обладающие наименьшим количественным составом полифенолоксидазы.

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОЛИЗАТОВ, СОДЕРЖАЩИХ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПЕПТИДЫ*

И.С. Разумникова, О.В. Козлова, О.О. Бабич, М.А. Кушевская
ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

В настоящее время сырьевые объекты, полученные с помощью биотехнологии, используются сравнительно редко, в то время как эффективность и перспективность таких объектов на сегодняшний день уже доказана. Особенно интересна группа лекарственных и парафармацевтических средств нового поколения, основу которых составляют регуляторные белки или био-

* Работа выполнена в рамках Гранта Президента РФ МК-1008.2011.4

логически активные пептиды, проявляющие биологическую активность в сверхмалых дозах [2].

С целью получения наиболее полной информации изучен состав, а так же биологические критерии качества и физико-химические свойства низкомолекулярных пептидов для использования в технологии лечебно-профилактического средства нового поколения.

Биологический критерий безопасности представлен определением остаточной антигенности (АГ) ферментативных гидролизатов белка и биологически активных пептидов. Остаточная антигенность представляет собой характеристику, имеющую решающее значение для возможности их использования в составе продуктов на молочной основе. Особенно жесткие требования предъявляются к снижению антигенности белкового компонента гипоаллергенных продуктов лечебно-профилактического назначения. До настоящего времени такого снижения АГ (10^{-6} и менее от АГ исходного белка) удавалось достичь только для смесей на казеиновой основе, подвергнутой глубокому протеолизу (например, смеси «Нутрамиген», «Прегестимил» и «Пептамен»).

Требования к остаточной АГ гидролизатов, используемых в смесях лечебно-профилактической направленности, являются менее жесткими, однако и в этом случае предпочтительно снижение АГ до уровня хотя бы 10^{-5} от исходного белка. При более высоком содержании антигенных структур нельзя исключить наличия у продукта иммуногенных и сенсибилизирующих свойств, что может повлечь за собой развитие аллергических реакций у генетически предрасположенных индивидов [3, 4].

В табл. 1 приведены результаты определения остаточной АГ гидролизатов и его фракций, получаемых в процессе обработки. Представленные результаты приведены к единице концентрации общего белка, определенного по методу Лоури по стандартной методике [1].

Как видно из представленных данных, использование фермента химотрипсина оказывается существенно более эффективным в плане снижения антигенных свойств гидролизата. Его АГ при этом составляет порядка $4 \cdot 10^{-6}$ даже без использования

наночастиц, что может быть достаточным для использования данного гидролизата в гипоаллергенных продуктах лечебно-профилактической направленности.

Таблица 1

**Остаточная АГ цельного белка коровьего молока,
его гидролизата и пептида**

№	Образец	АГ (относительно цельного пастеризованного коровьего молока)
1	казеин	0,79
2	Фильтрат трипсинового гидролизата через мембрану 10 кД	$7,5 \cdot 10^{-6}$
3	Фильтрат химотрипсинового гидролизата через мембрану 10 кД	$3,7 \cdot 10^{-6}$
4	Фильтрат термолизинового гидролизата через мембрану 10 кД	$5,8 \cdot 10^{-6}$

Таким образом, в процессе исследований различных вариантов обработки и их комбинаций позволяет получить, во-первых, ферментативный гидролизат для использования в энтеральном питании, критической характеристикой которого является вид молекулярно-массового распределения, отвечающий преобладанию средних пептидов в составе образца. Такой ферментативный гидролизат обладает сочетанием свойств хорошей усвояемости при частично нарушенной функции пищеварения; низкой осмолярности и удовлетворительных вкусовых свойств. Во-вторых, это гидролизаты, используемые в лечебном и лечебно-профилактическом питании, для которых критическая характеристика – остаточная АГ белков коровьего молока в составе белкового компонента продукта (гарантированно не более $1 \cdot 10^{-5}$ и $1 \cdot 10^{-4}$ соответственно).

С целью дальнейшего изучения свойств биологически активных пептидов в табл. 2. приведены органолептические и физико-химические показатели.

Таблица 2

Органолептические и физико-химические показатели биологически активного пептида для лечебно-профилактического средства

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и консистенция	Мелкий, сухой порошок. Допускается наличие легко рассыпающихся комочков
Цвет	Белый с кремовым оттенком
Запах и вкус	Чистые, свойственные свежей молочной смеси, со специфическим привкусом
Массовая доля сухих веществ, % не менее	94-96
Массовая доля пептида, г/100 г белка, не менее	50

Таблица 3

Сравнение основных свойств белковых компонентов специализированных продуктов

Свойства (показатели)	Нативный (натуральный) белок	Тип белкового компонента		
		Ферментативный трипсиновый гидролизат	Ферментативный химотрипсиновый гидролизат	Ферментативный термолизиновый гидролизат
Биологическая ценность	Высокая (+)	Высокая (+)	Высокая (+)	Высокая (+)
Осмолярность	Низкая (+)	Приемлемая (±) или низкая (+)	Приемлемая (±) или низкая (+)	Приемлемая (±) или низкая (+)

На этой же стадии исследований была определена осмолярность образцов, которую определяли стандартным криоскопическим методом по понижению температуры замерзания раствора с использованием осмометра. Результаты исследований

представлены в табл. 3

Смеси на основе не гидролизованного белка обладают наименьшей осмолярностью и хорошими органолептическими свойствами, однако их усвоение у больных с глубокими нарушениями функции пищеварения затруднено, и, кроме того, при внутрикишечном зондовом введении таких смесей значительно повышается всасывание нерасщепленного белка, что может привести к пищевой аллергической сенсibilизации.

На основании проведенных исследований доказано, что биологически активные короткие пептиды целесообразно применять в качестве компонентов биологически активных добавок, а также лечебно-профилактического средства в любом возрасте для поддержания нормального уровня обменных процессов, профилактики и лечения различных заболеваний, реабилитации после тяжелых заболеваний, травм, операций, замедления процессов старения в организме.

Список литературы

1. Мамонова, Л.Г. Анализ остаточной АГ молочного белка в гипоаллергенных пищевых продуктах для детского питания / Л.Г. Мамонова, И.В. Гмошинский, Т.Э. Боровик // Питание детей- XXI век: Материалы I Всероссийского конгресса с международным участием.- Москва.- 2000.- С. 121-122.
2. Неклюдов, А.Д. Свойства и применение белковых гидролизатов / А.Д. Неклюдов, А.Н. Иванкина, А.В. Бердугина // Свойства и применение белковых гидролизатов.- 2000.- Т. 36.- №5.- С. 452-459.
3. Телищевская, Л.Я. Белковые гидролизаты. Получение, состав, применение / Л.Я. Телищевская, А.Н. Панина.- М.: Аграрная наука.-2000.- 295 с.
4. Dziuba, M. Milk proteins as precursors of bioactive peptides / M. Dziuba, B. Dziuba, A. Iwaniak // Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.-2009.- Vol. 8(1).- P. 71-90.

АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ПЛЕСНЕВЫХ ГРИБОВ РОДА *P. CASEICOLUM*

О.В. Шабанова

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

Важнейшей стратегической задачей агропромышленного комплекса является удовлетворение потребностей населения в высококачественных и безопасных продуктах питания. Ее решение связано с улучшением структуры питания людей за счет увеличения доли продуктов с высокой пищевой ценностью, в том числе на 20-30% продуктов, обогащенных основными незаменимыми компонентами, с одновременной гармонизацией показателей качества и безопасности продовольствия в соответствии с рекомендациями ведущих специалистов.

Сыры относятся к категории продуктов, интересующих все социокультурные, этнические и возрастные группы потребителей.

Особое место среди сыров занимают сыры, созревающие при участии плесневых грибов. Для них характерны особые органолептические показатели, не позволяющие спутать их с сырами других групп даже неспециалисту.

В последнее время сыры с плесенью пользуются все большей популярностью. Это объясняется целым рядом их преимуществ: короткие сроки созревания; возможность обеспечения высокого уровня механизации; присутствие в свободном виде всех незаменимых аминокислот.

С развитием знаний в области механизма формирования органолептических и физико-химических свойств сыров, все более очевидной становится роль протеолитических, липолитических и других окислительно-восстановительных процессов, осуществляемых ферментными системами микроорганизмов, которые участвуют в формировании их качественных показателей и биологической ценности как пищевых продуктов.

Как считают ученые, управление процессами созревания сыров, наряду со знанием физиолого-биохимических свойств

микроорганизмов, во многом построено на активности входящих в состав микрофлоры заквасок. При этом знание свойств, специфичности и активности используемых ферментных препаратов, а также нативных ферментных систем молока, наряду с оценкой их роли в формировании специфического вкусового букета, позволяет достигнуть требуемых показателей качества.

Протеолитические и липолитические процессы, наряду с гидролизом лактозы, относятся к ряду ключевых биохимических реакций в созревающем сыре. Липазы, входящие в состав молокосвертывающих ферментных препаратов, также принимают активное участие в созревании сыра. Активизация липолитических и протеолитических процессов в сырах способствует интенсификации их созревания.

До недавнего времени попытки усилить липолитические и протеолитические процессы в сырах сводились к подбору и использованию штаммов заквасочной микрофлоры с высокой активностью. Эти приемы давали положительный эффект в интенсификации созревания и улучшении органолептических показателей, однако в силу специфичности заквасочной микрофлоры эти приемы были недостаточно эффективны.

Получение сыров высокого качества тесно связано с интенсивностью и направленностью ферментативных превращений сырной массы, в результате которых готовый продукт приобретает характерный для каждого вида вкус и запах. Применение натуральных ферментных препаратов, выделенных из различных источников, в производстве мягких и полутвердых сыров открыло возможность влиять на формирование органолептических показателей. Подбор состава композиций ферментов, обеспечивающих оптимальный процесс созревания сыров, является одной из наиболее сложных проблем, встречающихся в сыродельной практике.

Созревание сыров включает в себя комплекс биохимических и химических реакций, что приводит к образованию характерного вкуса, аромата и консистенции каждого вида сыра. Самые сложные из этих биохимических событий, такие как протеолиз и липолиз, вызваны веществами из различных источников: остаточного коагулянта (обычно химозина), нативных ферментов

молока, закваски, ферментов из вторичных флоры (например, из грибов *P. caseicolum*, хотя в настоящих исследованиях указанные плесневые грибы являются обязательной микрофлорой).

В связи с этим, дальнейшие исследования посвящены изучению ферментных систем плесневых грибов рода *P. caseicolum*.

На рис. 1 представлены значения активности ферментных систем в мицелии плесневых грибов *P. caseicolum*. Данные, представленные на рис. 1, свидетельствуют о том, что наибольшее значение активности ферментных систем у рассматриваемых плесневых грибов наблюдается у *P. caseicolum*

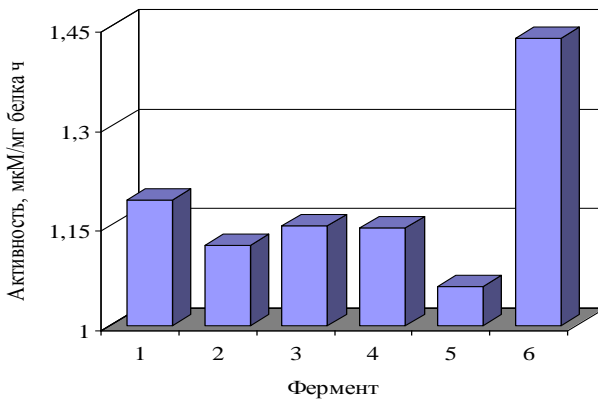


Рис. 1. - Активность ферментов в мицелии плесневых грибов рода *P. caseicolum*: 1 – Кислая протеаза; 2 – металлопротеаза; 3 – кислая карбоксипептидаза; 4 – щелочная аминопептидаза; 5 – кислая липаза; 6- щелочная липаза.

Полученные данные могут быть использованы при разработке технологии получения сыров, созревающих при использовании плесневых грибов, поскольку это позволяет регулировать процессы протеолиза и липолиза в сырах, вырабатываемых по соответствующей технологии.

Эти данные не только объясняют высокую протеолитическую и липолитическую активность исследуемых микроорганизмов, но и позволяют обосновать параметры технологического процесса производства сыров, созревающих с использованием плесневых грибов *P. caseicolum*.

**HOST-EPSTEIN-BARR VIRUS RELATIONSHIP
AFFECTED BY IMMUNOSTIMULATION IN
HIV-INFECTED PATIENTS REPRESENTING
DISTINCT PROGRESSOR PROFILE GROUPS**

Anna M.C. Friis^{*}, Borje Akerlund^{}, Katarina Gyllensten^{***},
Anna Aleman^{*}, Ingemar Ernberg^{*}**

^{*}Department of Microbiology, Tumor and Cell Biology (MTC),
Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden

^{**}Department of Infectious Diseases, Karolinska University Hospital,
Stockholm, Sweden

^{***}Venhalsan, Sodertjukhuset, Stockholm, Sweden

Abstract

Background: Human immunodeficiency virus (HIV) infection with pronounced immunosuppression disrupts Epstein-Barr virus (EBV)-host balance with increased lymphoma risk. We explored whether different host responses to HIV are reflected in the EBV-host balance. Methods: Eleven unvaccinated HIV-positive patients and 16 participants in a vaccine trial were included in the study. Blood samples were collected, B cells extracted, and EBV DNA load was determined using a semiquantitative polymerase chain reaction (PCR) method. Results: Treatment-naïve patients with a history of symptomatic primary HIV infection showed non-significant, but higher EBV load compared to untreated long-term non-progressors. A significant difference in HIV RNA titres between these groups correlated weakly to EBV DNA load. Patients in the vaccine trial with recombinant HIV gp160 and/or adjuvant and with a history of symptomatic primary HIV infection, showed a 1-log increase in EBV load compared to patients with long-lasting HIV disease. Conclusion: Different host responses to HIV infection, especially in combination with vaccination, can be reflected in the EBV-host balance.

Introduction

Like human immunodeficiency virus type 1 (HIV-1), Epstein-Barr virus (EBV) establishes its infection within the immune system. The combination of HIV-dependent immunosuppression and

immunostimulation results in increased EBV load, and the elevated number of EBV-infected B cells may increase the risk of lymphoma [1, 2]. In addition EBV load has been shown to correlate positively with T cell activation markers, a sign of general unspecific immune activation [3].

Before the introduction of combination antiretroviral therapy (cART), simultaneous infection with EBV and HIV-1 increased the risk of non-Hodgkin B cell lymphomas (NHL) several thousand-fold compared to the risk in HIV-1-seronegative persons in the same age group [4]. Thirty to forty percent of the HIV-related peripheral lymphomas, and close to 100% of the primary central nervous system lymphomas that occurred in patients with severe immunodeficiency, were EBV-positive [5]. Since the introduction of cART the lymphoma risk has decreased significantly, particularly the primary central nervous system lymphomas [6]. However, HIV-infected patients still have a greater risk of NHL [7, 8].

There is a variation in the clinical response to HIV infection manifested in patients with a documented symptomatic primary HIV infection (PHI) compared to those defined as long-term non-progressors (LTNP) [9, 10]. Patients with a history of PHI have been associated with more rapid progression to acquired immune deficiency syndrome (AIDS) compared to patients with asymptomatic seroconversion [9]. Our aim was to investigate, in a pilot study, if different responses to HIV-1 infection might affect the host- EBV relationship.

Methods

Eleven unvaccinated HIV-positive patients and 16 participants in a vaccine trial were included in the study. Blood samples were collected, B cells extracted, and EBV DNA load was determined using a semiquantitative polymerase chain reaction (PCR) method.

Results

There was a significant difference in HIV RNA titres ($p < 0.05$): the PHI group, who had been infected with HIV-1 for a shorter time, had higher HIV-1 RNA titres (median HIV RNA titre 9000 copies/ml; range 1500-47,000) compared to the LTNP group (<500 copies/ml; range 500-8000). Several individuals with low

HIV-1 RNA titres had a low EBV load and some individuals with high HIV RNA titres showed a high EBV load. The median EBV load in the LTNP group was 2.1 EBV genomes per 1000 B cell and in the PHI group, as a whole, 3.6 EBV genomes per 1000 B cells. The individual variation was as large as 4-5 log in both groups, 0.012-31 and 0.01-360 EBV genomes per 1000 B cells, respectively. In the overall patient material, EBV load and HIV-1 RNA titres correlated weakly ($r=0.2$).

We compared the EBV load in the LTNP and PHI groups with EBV data from the rgp 160/placebo controlled vaccine trial [11], including a group of patients with a history of symptomatic PHI as well as an LTNP vacc group. In these patients who received either vaccine or adjuvant we noted a 50-fold increase in the EBV load compared to HIV-1 negative controls. The median load for our PHI study group was 2.1 EBV genomes per 1000 B cells, compared to the median load of 14 EBV genomes per 1000 B cells in the vaccine trial PHI patient group.

The CD4 + cell count was clearly higher in LTNP (median $490 \times 10^6/l$, range 350-830) compared to PHI (median $310 \times 10^6/l$, range 290-700), despite the much shorter duration of disease in PHI. Notably the CD4 and HIV RNA values did not change significantly among the patients during a period of 6 months before and 6 months after blood sampling. In spite of our aim to include patients with very low CD4 + cell counts, none of our unvaccinated PHI patients had a value below $290 \times 10^6/l$. However, the highest EBV load was found in 3 of the patients with a relatively low CD4 + cell count, while 6 of the low EBV load values were observed in patients with high CD4 + cell counts.

We observed that all patients in the PHI group were CMV-seropositive, while 2 out of 5 in the LTNP group were CMV-seronegative (data not shown). The median EBV load was more than 10-fold higher in CMV-seropositive compared to CMV-seronegative individuals. All intravenous drug abusers in the LTNP group were seropositive for HCV, while only 1 in the PHI group was.

References

- 1 Piriou ER, van Dort K, Nanlogy NM, Miedema F, van Oers MH, van Baarle D. Altered EBV viral load setpoint after HIV seroconversion is in accordance with lack of predictive value of EBV load for the occurrence of AIDS-related non-hodgkin lymphoma. *J Immunol* 2004;172:6931-7.
- 2 Ernberg I. The role of Epstein-Barr virus in lymphomas of homosexual males. *Prog Allergy* 1986;37:301-18.
- 3 Piriou E, van Dort K, Otto S, van Oers MH, van Baarle D. Tight regulation of the Epstein-Barr virus setpoint: interindividual differences in Epstein-Barr virus DNA load are conserved after HIV infection. *Clin Infect Dis* 2008; 46:313-6.
- 4 Gaidano G, Dalla-Favera R. Molecular pathogenesis of AIDS-related lymphomas, *Adv Cancer Res* 1995; 67:113-53.
- 5 Camilleri-Broet S, Davi F, Feuillard J, Bourgeois C, Seihean D, Hauw JJ, et al. High expression of latent membrane protein 1 of Epstein-Barr virus and BCL-2 oncoprotein in acquired immunodeficiency syndrome-related primary brain lymphomas. *Blood* 1995;86:432-5.
- 6 Palmieri C, Treibel T, Large O, Bower M. AIDS-related non-Hodgkin's lymphoma in the first decade of highly active antiretroviral therapy. *QIM* 2006;99:811-26.
- 7 Simard EP, Pfeiffer RM, Engels EA. Cumulative incidence of cancer among individuals with acquired immunodeficiency syndrome in the United States. *Cancer* 2011;5;1089-96.
- 8 Huhn G, Badri S, Vibhakar S, Tverdek F, Crank C, Lubelchek R, et al. Early development of non-Hodgkin lymphoma following initiation of newer class antiretroviral therapy among HIV-infected patients-implications for immune reconstitution. *AIDS Res Ther* 2010; 44-52.
- 9 Lindback S, Brostrom C, Karlsson A, Gaines H. Does symptomatic primary HIV-1 infection accelerate progression to CDC stage IV disease, CD4 count below 200 x 10⁶/l, AIDS, and death from AIDS? *BMJ* 1994;309:1535-7.
- 10 Brostrom C, Comandini UV, Yun Z, Sonnerborg A. Longitudinal quantification of human immunodeficiency virus type 1 DNA and RNA in long-term nonprogressors. *J Infect Dis* 1999;179:1542-8.
- 11 Sandstrom E, Wahren B. Therapeutic immunization with recombinant gp160 in HIV-1 infection: a randomized double-blind placebo-controlled trial. Nordic VAC-04 Study Group. *Lancet* 1999; 353:1735-42.

ВЛИЯНИЕ МОЛОЧНО-БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ НА СВОЙСТВО МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

А.А. Архипов, Е.П. Емелин

ООО «КПФ «Милорадо», Россия, г. Москва
ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

В современных условиях пристальное внимание к проблемам агропромышленного комплекса закреплено Национальным проектом «Развитие АПК». Важнейшее место в его реализации отводится молочной отрасли. Молоко и молочные продукты, являясь продуктами повседневного потребления занимают одно из ведущих мест в рационах всех возрастных групп. Поэтому увеличение объемов производства, улучшение качества, повышение пищевой и биологической ценности, а также расширение и совершенствование ассортимента являются актуальными задачами молочной промышленности. В частности данные задачи решаются путем более полного использования составных частей молока.

Большим резервом повышения эффективности использования сырьевых ресурсов является комплексная и рациональная переработка молочного сырья и увеличение выпуска продуктов на основе молочно-белковых концентратов (МБК), которые имеют преимущества перед цельным и сгущенным молоком: в них значительная концентрация белковых веществ, они обладают хорошими технологическими свойствами. Кроме того, молочно-белковые концентраты являются перспективными еще и потому, что позволяют создавать такие формы пищи, которые способны как удовлетворить изысканные вкусы потребителей, так и сгладить проблему сезонности молока, характерную в настоящее время для молочной отрасли. Это особенно важно в летний период, когда спрос на цельномолочную продукцию и масло снижается. Данный факт приводит к определенным диспропорциям в структуре вырабатываемого ассортимента, а также росту объемов выработки обезжиренного молока и пахты, которые не всегда можно эффективно перерабатывать по тради-

ционными технологиям.

Целью работы явилось изучения влияния молочно-белковых концентратов на физико-химические и органолептические свойства пастообразных молочных продуктов.

Основными свойствами пищевых продуктов и пастообразных молочных продуктов, обуславливающих хорошие потребительские показатели качества и высокий спрос на пищевые продукты, являются органолептические показатели и физико-химические свойства.

В табл. 1 и 2 приведены органолептические и физико-химические показатели. В течение исследуемого периода изменений органолептических показателей не произошло, что указывает на правильность выбранного периода и температурных режимов хранения.

Таблица 1

**Органолептические показатели пастообразных
молочных продуктов**

Показатель	Значение
1	2
Внешний вид	Форма упаковки. Поверхность сыра после удаления фольги, крышки с покровным материалом или термосвариваемого слоя фольги чистая, неподсохшая, неплесневелая
Вкус и запах	Чистый, сладкий, с выраженным привкусом и ароматом внесенного наполнителя. Для сыра шоколадного сладкий с выраженным вкусом и запахом какао и ванилина
Консистенция	Для пастообразного сыра от пластичной до нежной, мажущейся, кремообразной, однородная по всей массе
Цвет	От белого до кремового или темно-коричневого. Для сыра с клубникой от светло-розового до ярко-розового
Вид на разрезе	Допускается наличие не более 3 воздушных пустот и нерасплавившихся частиц размером не более 2 мм на разрезе площадью 10 см ²

Анализ результатов, представленных в табл. 1, свидетельствует о том, что пастообразные молочные продукты, в состав которых входят молочно-белковые концентраты обладают высокими органолептическими свойствами, с однородной, нежной, мажущейся, кремообразной консистенцией. Продукты имеют приятный молочный насыщенный вкус и аромат соответствующий внесенному наполнителю. Использование молочно-белковых концентратов не ухудшает вкуса. По потребительским свойствам разработанный пастообразный молочный продукт не уступает аналогичным, произведенным из молочного сырья и соответствующего наполнителя с применением молочно-белковых концентратов.

Таблица 2

Нормируемые физико-химические показатели

Видовая группа	Массовая доля, %			
	жира в сухом веществе, не менее	влаги, не более	поваренной соли, не более	сахарозы, не менее
Сыр плавленый пастообразный	30, 35, 40, 50	50	-	16,0

Результаты исследований физико-химических показателей пастообразных молочных продуктов показывают, что они должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 2.

Таким образом, результаты научных исследований, приведенных в статье свидетельствуют о том, что введение молочно-белковых концентратов в состав пищевых продуктов питания, в частности в пастообразные молочные продукты позволяют улучшить качество, повысить пищевую и биологическую ценности, а также расширить и совершенствовать ассортимент выпускаемой продукции молочной промышленности.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ОПТИМУМА АКТИВНОСТИ ЗАКВАСОЧНЫХ КУЛЬТУР «DELVO-YOG», «AIBI», «LACTOFERM» В ПРИСУТСТВИИ СТАБИЛИЗАТОРОВ СТРУКТУРЫ

А.Н. Архипов, О.В. Козлова*

ООО «КПФ «Милорада», Россия, г. Москва

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»*, Россия, Кемерово

Большое значение в поддержании здоровья и работоспособности человека принадлежит полноценному и регулярному снабжению его организма всеми необходимыми питательными веществами. В связи с этим важным направлением развития пищевой промышленности является обеспечение населения качественными продуктами питания, которые являются неотъемлемой частью здорового образа жизни человека. Все большую популярность в настоящее время приобретают кисломолочные продукты. Интерес к ним объясняется высокой пищевой, биологической ценностью и высокой степенью усвояемости [1].

Процесс производства кисломолочных продуктов связан с приготовлением определенного вида закваски. Для этого предварительно составляется закваска на чистых культурах микроорганизмов, которые, выделяя свои ферменты, осуществляют биохимические превращения компонентов молока. Ассортимент заквасок разнообразен применительно к особенностям технологии и биохимическим процессам формирования заданных свойств молочных продуктов. Качественный состав заквасок постоянно совершенствуется [2].

Основными задачами при производстве кисломолочных продуктов являются: подбор необходимых серий и наименований заквасочных культур, обладающих повышенной кислотообразующей способностью, и условий сквашивания, позволяющих интенсифицировать размножение и кислотообразование молочнокислых бактерий. Важную роль в процессе производства кисломолочных продуктов играет температура сквашивания. Температура определяет длительность процесса сквашивания, ха-

рактир образующегося сгустка и качество получаемого продукта [3,4].

Нами проведены исследования по определению оптимальной температуры сквашивания молока заквасочными культурами «DELVO-YOG», «AiBi» и «Lactoferm», с целью дальнейшей разработки с их применением технологии структурированного пастообразного кисломолочного продукта. Исследуемые заквасочные культуры являются высококонцентрированными заквасками, обеспечивают эффективное и надежное нарастание кислотности.

Заквасочные культуры способствуют формированию структуры готового продукта, однако с целью корректировки и получения заданных свойств структурированного молочного продукта, а так же стимулирования роста молочных микроорганизмов нами проведено совместное использование молочных микроорганизмов и стабилизаторов структуры. В качестве стабилизаторов использованы: конжаковая камедь; камедь рожкового дерева; ксантановая камедь [5].

Установлены оптимальные температуры сквашивания молока заквасочными культурами «DELVO-YOG»; «AiBi» и «Lactoferm» в присутствии стабилизаторов структуры. Окончание процесса сквашивания устанавливали по консистенции и кислотности сгустка (кислотность 70-80 °Т (рН 4,5-4,7)) (табл. 1).

Установлено, что оптимальная температура активности заквасок «DELVO-YOG» составляет для наименований: «CY-346/347» – 43,5-44,0 °С; «FVV-21» – 43,5-44,5 °С; «CY DSL» – 43,0-43,5 °С; «FVV-31» – 40,5-42,0 °С. Оптимальная температура активности заквасочных культур серии «AiBi» составляет: «LbS 22.11(R4)» – 42,0-44,0 °С; «LbS 22.11(R2)» – 42,5-43,5 °С; «LbS 22.11(Y3)» – 40,5-41,5 °С; «LbS 22.11(Y2)» – 41,0-41,5 °С. Оптимальная температура активности заквасок серии «Lactoferm» составляет: «KEFIR-30» – 32,5-34,0 °С; «YO-441» – 43,5-44,5 °С; «MSO-11» – 32,0-34,0 °С; «RENNET» – 36,0-36,5 °С; «PROTEK» – 33,5-34,0 °С.

Анализ результатов экспериментальных исследований позволил установить, что для заквасок серии «Lactoferm» наименований (KEFIR-30; MSO-11; PROTEK) требуются более низкие

температуры (на 10-12 °С по сравнению с другими наименованиями исследуемых заквасочных культур) для получения сгустка требуемой консистенции с кислотностью pH 4,5-4,7. Более низкие температуры сквашивания объясняются тем, что закваски серии «Lactoferm» наименований (KEFIR-30; MSO-11; PROTEK) условно относятся к мезотермофильным, что выгодно отличает эти закваски от мезофильных.

Таблица 1

Оптимальная температура активности заквасочных культур в присутствии стабилизаторов, °С

Заквасочные культуры	Тип стабилизатора		
	Конжаковая камедь	Камедь рожкового дерева	Ксантановая камедь
«DELVO-YOG»			
CY-346/347	44,0±2,2	43,0±2,1	43,5±2,1
FVV-21	43,5±2,1	43,5±2,1	44,5±2,2
CY DSL	43,0±2,1	43,0±2,1	43,5±2,1
FVV-31	42,0±2,1	40,5±2,0	41,5±2,1
«AiBi»			
LbS 22.11(R4)	42,0±2,1	44,0±2,2	43,5±2,2
LbS 22.11(R2)	42,5±2,1	43,5±2,2	42,5±2,1
LbS 22.11(Y3)	41,5±2,0	41,0±2,0	40,5±2,0
LbS 22.11(Y2)	41,5±2,0	41,5±2,0	41,0±2,0
«Lactoferm»			
KEFIR-30	34,0±1,7	32,5±1,6	33,0±1,6
YO-441	44,5±2,2	43,5±2,1	43,5±2,2
MSO-11	34,0±1,7	32,0±1,5	32,0±1,5
RENNET	36,0±1,8	36,5±1,8	36,5±1,8
PROTEK	33,5±1,6	34,0±1,7	34,0±1,7

Установлено, что для закваски серии «DELVO-YOG» наименований (CY-346/347; FVV-21; CY DSL; FVV-31); серии «AiBi» наименований (LbS 22.11(R4); LbS 22.11(R2); LbS 22.11(Y3); LbS 22.11(Y2)); серии «Lactoferm» наименований (YO-441) оптимальная температура активности заквасочных

культур равна 40,0-45,0 °С; наименований (KEFIR-30; MSO-11; PROTEK) – 30,0-35,5 °С.

Анализ полученных результатов позволил установить оптимальные температуры активности заквасочных культур «DELVO-YOG»; «AiBi» и «Lactoferm», подобрать оптимальные параметры технологического процесса производства структурированного пастообразного кисломолочного продукта с использованием стабилизаторов структуры: конжаковой камеди; камеди рожкового дерева; ксантановой камеди. Производство разработанного кисломолочного продукта позволит расширить ассортимент биологически полноценных продуктов питания, сбалансированных по составу.

Список литературы

1. Просеков, А.Ю. Современные аспекты производства продуктов питания.- Кемерово: Кузбассвуиздат - АСТШ - Университеты России.- 2005.- 370 с.
2. Храмцов, А.Г. Научно-технические основы биотехнологии молочных продуктов нового поколения / А.Г. Храмцов, Б.М. Синельников, И.А. Евдокимов и др.- Ставрополь, 2002.- 118 с.
3. Зобкова, З.С. Влияние температуры на характеристики кисломолочных напитков со стабилизаторами / З.С. Зобкова, Т.П. Фурсова // Молочная промышленность. - 2004.- №6.- С.59-60.
4. Голубева, Л.В. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры.- Т. 9.- СПб.: ГИОРД, 2005.- 20 с.
5. Булдаков, А.С. Пищевые добавки: Справочник.– М.: ДеЛипринт, 2003.– 436 с

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОСИНТЕЗА ЭТАНОЛА
С ПОМОЩЬЮ *PACHYSOLEN TANNOPHILUS*
ВКПМ У-1532 НА СИНТЕТИЧЕСКИХ
ГЛЮКОЗНЫХ И КСИЛОЗНЫХ СРЕДАХ**

О.В. Байбакова

Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО
«Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова», Россия, г. Бийск
ФГБУН Институт проблем химико-энергетических
технологий Сибирского отделения Российской академии
наук, Россия, г. Бийск

Получение биотоплив из гидролизатов целлюлозосодержащего сырья является одним из приоритетных направлений биотехнологии [1]. В зависимости от вида сырья и способа получения гидролизата, в нём может содержаться значительное количество пентоз. Сахаромицеты, являющиеся основным продуцентом этанола в Российской Федерации, не утилизируют пентозы. Известно несколько видов дрожжей, сбраживающих ксилозу в этанол. Это *Pachysolen tannophilus*, *Candida shehatae*, *Candida tropicalis*, *Pichia stipitis* и некоторые другие [2].

Целью данной работы являлось исследование эффективности биосинтеза этанола с помощью дрожжей *Pachysolen tannophilus* ВКПМ У-1532. Штамм *Pachysolen tannophilus* ВКПМ У-1532 был получен из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов (г. Москва). ВКПМ получил штамм из ВНИИ гидролиз.

Для определения эффективности биосинтеза этанола с помощью *Pachysolen tannophilus* У-1532 были проведены опыты на полной дрожжевой среде (ПДС): на базовой среде с концентрацией глюкозы 20 г/л (ПДС-1) и на модифицированной среде с концентрацией ксилозы 20 г/л (ПДС-2). Состав сред приведён в таблице 1.

Таблица 1

Состав синтетических питательных сред

Компонент среды, г/л	ПДС-1	ПДС-2
Глюкоза	20	-
Ксилоза	-	20
Пептон	10	10
Дрожжевой экстракт	5	5

Культивирование проводилось при 28 °С в течение 7 суток на стерильных средах. Далее в среды внесен инокулят *Pachysolen tannophilus* с общим количеством дрожжей 180,5 млн. КОЕ/мл: 5 % – в ПДС-1, 20 % – в ПДС-2. Брожение проводилось в анаэробных условиях, активная кислотность поддерживалась на уровне 5,5-5,3 ед. рН с помощью молочной кислоты и гидроксида аммония.

Концентрация редуцирующих веществ (РВ) определялась спектрофотометрическим методом в пересчёте на глюкозу. Объёмную долю спирта в бражках определяли ареометром в дистилляте, полученном после предварительной перегонки спирта из бражки согласно ГОСТ Р 51135-2003.

Зависимость концентрации редуцирующих веществ от продолжительности брожения представлена на рисунке 1.

Спиртовое брожение на средах ПДС-1, проводимое с помощью *Pachysolen tannophilus* на среде с глюкозой, шло медленно, пена и спиртовой запах появились только на 3-4 сутки. Это наблюдение хорошо согласуется с убылью глюкозы. Основное потребление субстрата произошло на третьи сутки. При культивировании на ПДС-2 с 1 по 4 сутки не было признаков брожения. На седьмые сутки наблюдалось помутнение среды. В течение всего культивирования ощущался неприятный, но не резкий запах. Концентрация редуцирующих веществ на 7 сутки составила 13,1 г/л, это свидетельствует о том, что утилизация ксилозы штаммом *Pachysolen tannophilus* идет крайне медленно и не дает желаемый выход этанола.

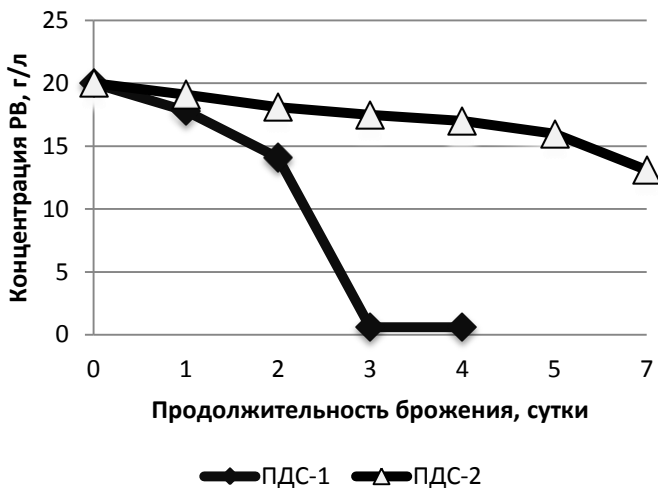


Рис. 1 – Зависимость концентрации редуцирующих веществ от продолжительности брожения на синтетических средах

Скорость сбраживания субстратов была рассчитана по формуле:

$$\hat{E}_{\bar{n}a} = \frac{2,303}{\tau_{\bar{n}a}} \cdot \lg \frac{s_0}{s}$$

где $K_{cб}$ – константа скорости сбраживания, $ч^{-1}$; $\tau_{cб}$ – фиксируемый период времени от начала брожения; s_0 и s – концентрация РВ в начале брожения (в сусле) и во время $\tau_{cб}$ (в бражке) [3].

Для ПДС-1 $K_{cб}$ составляет $0,049 ч^{-1}$, для ПДС-2 – $0,002 ч^{-1}$, что свидетельствует о длительной лаг-фазе, связанной с синтезом адаптивных ферментов для утилизации ксилозы, поскольку инокулят *Pachysolen tannophilus* был выращен на глюкозной среде.

Зависимость крепости бражек от продолжительности брожения представлена на рисунке 2.

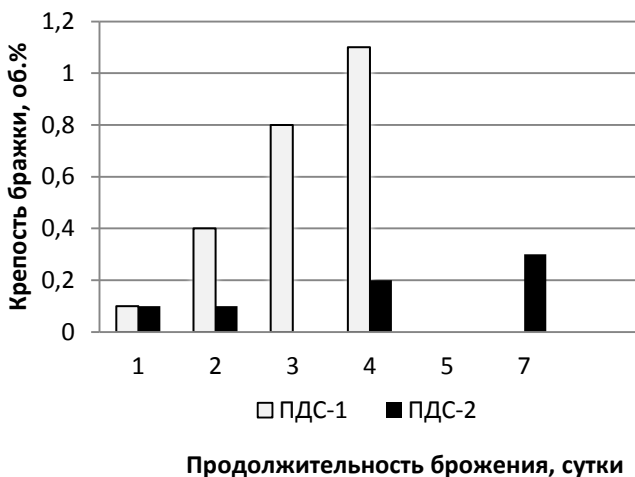


Рис. 2 – Зависимость крепости бражек от продолжительности брожения на синтетических средах

Синтез этанола соответствует убыли сахара, на ПДС-1 через 4 суток синтезируется этанол с выходом 85 %. На ПДС-2 через 7 суток получен выход этанола 23 % (теоретический выход 0,3 об. %). Из литературных данных известно, что 50 % ксилозы метаболизируется *Pachysolen tannophilus* в этанол и 50 % – в ксилит [2]. Таким образом, эффективность синтеза этанола на ксилозной синтетической среде штаммом ВКПМ Y-1532 крайне низкая.

Список литературы

- 1.Аблаев А.Р. Большая нефть и биотопливо // Биотехнология, 2011. – № 3. – С. 8-14.
- 2.Борисова С.В. Использование дрожжей в промышленности / С.В. Борисова, О.А. Решетник, З.Ш. Мингалеева. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 216 с.
- 3.Технология спирта / В.Л. Яровенко, В.А. Маринченко, В.А. Смирнов [и др.]. – под ред. проф. В.Л. Яровенко – М.: Колос, 1999. – 464 с.

**ВЛИЯНИЕ АКТИВНОЙ КИСЛОТНОСТИ
НА СКОРОСТЬ СБРАЖИВАНИЯ ШТАММА
PACHYSOLEN TANNOPHILUS ВКПМ У-1532**

О.В. Байбакова, Т.О. Момот, Е.А. Скиба

Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО

«Алтайский государственный технический университет

им. И.И. Ползунова», Россия, г. Бийск

ФГБУН Институт проблем химико-энергетических

технологий Сибирского отделения Российской

Академии наук, Россия, г. Бийск

Исследования и разработка современной технологии гидролиза растительного сырья и получения этанола, кормовых дрожжей, фурфурола, ксилита и других продуктов начались ещё в XIX веке [1]. В настоящее время технология получения биоэтанола продолжает оставаться актуальной: используются новые виды сырья, меняются технологии преобразования полисахаридов в раствор сахаров [2].

В зависимости от вида сырья и способа получения гидролизата, в нём может содержаться значительное количество пентоз. Сахаромицеты, являющиеся основным продуцентом этанола в Российской Федерации, не утилизируют пентозы.

Известно несколько видов дрожжей, сбраживающих ксилозу в этанол. Это *Pachysolen tannophilus*, *Candida shehatae*, *Candida tropicalis*, *Pichia stipitis* и некоторые другие [3].

Штамм *Pachysolen tannophilus* ВКПМ У-1532 был получен из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов (г. Москва). Для регенерации использовалась полная дрожжевая среда, рекомендованная ВКПМ, оптимальный рН для работы штамма в паспорте не был указан.

Активная кислотность среды является одним из основных факторов, влияющих на жизнедеятельность дрожжей в спиртовом производстве. Для создания благоприятных условий жизнедеятельности микроорганизмов необходимо поддерживать значение рН питательной среды на оптимальном уровне, так как

активная кислотность в значительной степени влияет на деятельность ферментов дрожжей и на состояние их клеток [4].

Целью данной работы являлось определение активной кислотности, оптимальной для работы штамма *Pachysolen tannophilus* ВКПМ У-1532. Для этого было проведено 4 варианта биосинтеза этанола на полной дрожжевой среде (ПДС), отличающихся уровнем активной кислотности в процессе брожения: 3, 4, 5 и 6 ед. рН. Состав ПДС приведен в таблице 1.

Таблица 1

Состав ПДС

Компонент среды	Дозировка, г/л
Глюкоза	20
Пептон	10
Дрожжевой экстракт	5

Активная кислотность поддерживалась с помощью молочной кислоты и гидроксида аммония. Для измерения активной кислотности использовался рН-метр «Checker-1».

Культивирование проводилось в анаэробных условиях при 28 °С в течение 4 суток. Компоненты среды смешаны, проведена пастеризация при 100 °С, без выдержки, среды охлаждены до температуры брожения. Далее в среды внесено 20 % суспензии засевных дрожжей *P. tannophilus*, находящихся в экспоненциальной фазе роста, с общим количеством клеток 180,5 млн. КОЕ/мл. Высокая концентрация инокулята выбрана из-за низкой скорости сбраживания культуры, что описано в материалах данной конференции [5].

Концентрация глюкозы определялась спектрофотометрическим методом. Крепость бражек определялась согласно ГОСТ Р 51135-2003.

Культура *P. tannophilus* своеобразно саморегулирует активную кислотность среды (таблица 2): в диапазоне рН от 3 до 5 в процессе роста культуры происходит подщелачивание, что совершенно нехарактерно для сахаромисетов, которые в про-

цессе роста подкисляют питательную среду. При pH 6 в процессе роста *P. tannophilus* подкисляют питательную среду.

Таблица 2

Значение активной кислотности сред в процессе брожения

Продолжительность брожения, сутки	Активная кислотность сред, ед. pH			
	3	4	5	6
0	8,1→3,0	7,9→4,0	7,9→5,0	8,1→6,0
1	3,2→3,0	4,2→4,0	5,3→5,0	5,0→6,0
2	3,0	4,1→4,0	5,6→5,0	5,8→6,0
3	3,0	4,0	5,0	5,8→6,0
4	3,3	4,3	5,3	6,0

Зависимость константы скорости сбраживания субстрата от pH представлена на рисунке 1.

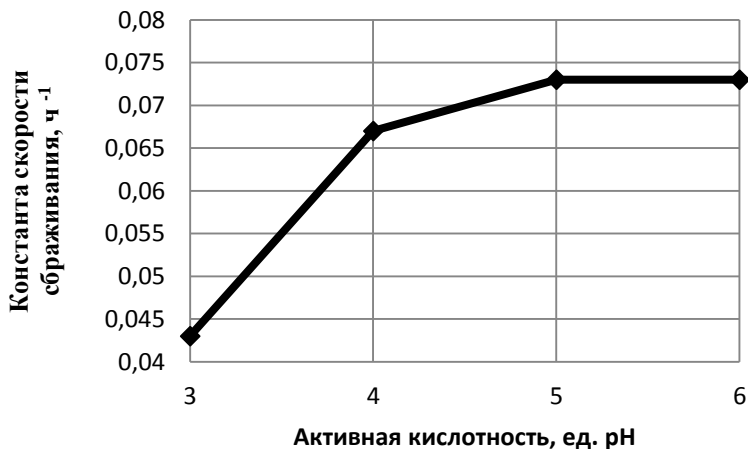


Рис. 1 – Зависимость константы скорости сбраживания глюкозы от активной кислотности

Скорость сбраживания глюкозы была рассчитана по формуле:

$$K_{сб} = \frac{2,303}{\tau_{сб}} \cdot \lg \frac{s_0}{s}$$

где $K_{сб}$ – константа скорости сбраживания, ч⁻¹;

$\tau_{сб}$ – фиксируемый период времени от начала брожения;

s_0 и s – концентрация РВ в начале брожения (в сусле) и во время $\tau_{сб}$ (в бражке) [4].

Для рН 3 $K_{сб}$ составляет 0,043 ч⁻¹ и является минимальной для данных вариантов, с увеличением рН константа скорости сбраживания субстрата возрастает. При рН 4 она составляет 0,067 ч⁻¹, для рН 5 и 6 – 0,073 ч⁻¹.

Зависимость крепости бражек от значений рН представлена на рисунке 2. При рН 6 получены лучшие результаты: сахар утилизируется через сутки, а этанол синтезируется через 2 суток с выходом 92,3 % от теоретического. При снижении активной кислотности до 5 и 4 ед. рН сахар утилизируется также через сутки, а этанол синтезируется через 2 суток со снижающими выходами: 84,6 % и 76,9 % соответственно.

При дальнейшем снижении рН до 3 метаболическая активность падает значительно: сахар отбродил через 3 суток, а выход спирта через 4 суток минимальный и составляет 69,2 % от теоретического.

Сравнение процессов брожения при различных значениях активной кислотности показывает, что лучшим вариантом является сбраживание при рН 6. При более высоких рН культивирование не проводилось, так как это не имеет промышленного значения. В гидролизном производстве получают кислые среды, в которых рН повышают известковым молоком или гидроксидом аммония до 3,8-4,5 ед. рН [1]. В производстве этанола из пищевого сырья стартовый рН колеблется в пределах 4,0-5,7 и в процессе брожения снижается [5].

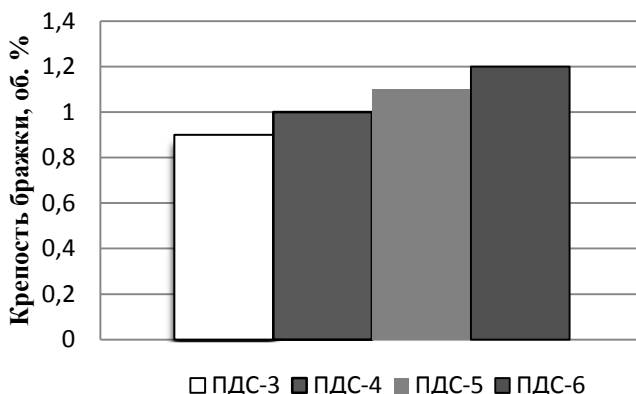


Рис. 2 – Зависимость крепости бражек от значения активной кислотности

Штамм *Pachysolen tannophilus* ВКПМ У-1532 крайне нестоек к инфекциям. В диапазоне от 8 до 4 ед. рН в связи с низкой скоростью брожения и размножения он легко контаминируется. Также отметим, что при регенерации *Pachysolen tannophilus* ВКПМ У-1532 на паспортной среде (без корректировки рН составил 8) происходило угнетение роста культуры посторонней микрофлорой, и только при снижении рН до 4 удалось выделить чистую культуру.

Таким образом, *Pachysolen tannophilus* ВКПМ У-1532 выдерживает рН в диапазоне от 8 до 3, оптимальным является рН от 5 до 6.

Список литературы

1. Шарков, В.И. Технология гидролизных производств / В.И. Шарков, С.А. Сапотницкий, О.А. Дмитриева. – М.: Лесная промышленность, 1973. – 408 с.
2. Сакович Г.В., Будаева В.В., Скиба Е.А., Макарова Е.И., Павлов И.Н., Кортусов А.Н., Золотухин В.Н. Опыт масштабирования ферментативного гидролиза технических целлюлоз мискантуса и плодовых оболочек овса / Ползуновский вестник, 2012. – (в печати)
3. Борисова, С.В. Использование дрожжей в промыш-

ленности / С.В. Борисова, О.А. Решетник, З.Ш. Мингалеева. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 216 с.

4. Байбакова О.В. Эффективность биосинтеза этанола с помощью *Pachysolen tannophilus* ВКПМ У-1532 на синтетических глюкозных и ксилозных средах / Биокаталитические технологии и технологии возобновляемых ресурсов в интересах рационального природопользования: материалы международной молодежной конференции, Кемерово, 10-12 сентября 2012 г. – Кемерово: Изд-во КемТИПП, 2012. – (в печати)

5. Яровенко, В.Л. Технология спирта / В.Л. Яровенко, В.А. Маринченко, В.А. Смирнов [и др.]. – под ред. проф. В.Л. Яровенко – М.: Колос, 1999. – 464 с.

СОЦИАЛЬНАЯ НАГРУЗКА НА КАТАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

С.А. Байкин

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет
им.Н.Г.Чернышевского», Россия, г.Саратов

Катализ химических процессов предполагает или генерацию, или ускорение процессов [1]. Известные катализаторы в металлургии, в производстве стекла, выработке пластмасс и прочее [2]. О катализе химических процессов и их успехах можно говорить много и долго.

Однако можно много и долго говорить и об отрицательной стороне катализа. Это выражается в том, что результаты промышленного производства могут не отвечать требованиям пользователя. Например, продукция может иметь короткий срок службы (хотя есть нужда в большом, длительном использовании) и может иметь длительный срок существования (хотя требуется, что бы после использования предмет или материал быстро уничтожался).

Приведём случаи катализа химических процессов. После того, как продукция вышла на рынок сбыта. Катализ стал генератором или ускорителем других химических процессов [3].

Перед большими многоквартирными домами и коттеджами, как правило, устраиваются цветники. Зимой на эти площадки складывается снег по мере таянья снега в почву этих площадок попадает реагент, применяемый против гололёда. Этим средством естественный ход химических процессов нарушается. Растения на этих площадках оказываются в угнетённом состоянии.

В почве для устранения данного факта верхний слой почвы убирается и заменяется плодородным слоем, который в следующем году может оказаться нарушенным. Такое положение будет продолжаться не потому, что существует злая воля при уборке гололёда. Все химические средства, попадая в почву, оказывают воздействия на почвенные процессы.

Вывезенная почва нарушает состояние плодородия той почвы, на которую её выбросили.

Участок земли, с которого вывозят плодородный слой почвы, тоже оказывается с нарушенным ходом химических процессов.

Ил, вывозимый из отстойников сточных вод на земельные участки, нарушает химические процессы, происходящие в почве.

Сточные воды в местах скопления пропитывают ниже лежащие слои земли так, что там тоже изменяется ход химических процессов.

От воздействия сточных вод могут измениться химические процессы в подземных водах.

Строительный мусор, складываемый на отдельных участках земли, под воздействием снега и дождей может стать источником изменения химических процессов, как в почве, так и в источниках воды.

Свалки промышленных отходов наиболее активны по своему воздействию на химические процессы, протекающие в трёх средах: почва, вода и воздух.

Свалки из бытовых отходов из года в год увеличивают как количественно, так и по своим размерам. Избавление населённых пунктов от этих свалок позволит привести ход химических процессов в трёх средах к естественному состоянию.

Очистка воздуха, в шахтах и над промышленными предприятиями создаст условия для естественного хода химических процессов.

Перечень этих случаев можно продолжить, но он никогда не будет исчерпывающим. В этой связи оправдано заявить о том, что катализ химических процессов, после промышленно-сти меняет традиционную схему: катализ – наука – промышленность .

На другую добавлением очередного цикла: промышленность – наука – наука – промышленность.

Таких циклов будет столько сколько требуется для познания неизвестного.

Отсюда требуется проявлять больше ответственности в исследованиях.

Например, существуют такие задачи:

1. утилизация химическим путём снарядов с просроченной годностью;
2. ликвидация химическим путём автопокрышек с недопустимым износом;
3. уничтожение химическим путём ветхих бумажных денег;
4. уменьшение радиации в заражённых ею водоёмах;
5. разрушение циана в водных отстойниках после добычи золота.

Эти задачи могли бы быть сформулированы и решены ещё на стадии науки, но это не случилось. Более того, решение этих задач предполагается снова передать науке. Пока первые три задачи имеют несколько вариантов решения, а остальные две задачи ждут своего решения. Такое положение заставляет утверждать, что существует цель: естественный ход химических процессов – катализ химических процессов после промышленности – нарушенный ход химических процессов. В этой цепи звено из второго и третьего членов может повторяться несколько раз, что вызывает сомнение в возможности восстановления естественного хода химических процессов. Такое сомнение объясняет неверие в передачу безопасной среды обитания от поколения к поколению. Если это вызывает беспокойства у исследователя, не тревожит его три состояния - материальное (наличие

собственности), психологическое (соблюдение морально нравственных норм), физическое (хороший сон имеет аппетит, не ощущает боль), то социальная нагрузка на катализ не имеет смысла, так как она всегда связана с сопереживанием за судьбу страны.

Список литературы

- 1.«В мире катализа», М, Наука, 1977
2. «Большая химическая энциклопедия», т.2, М., Советская энциклопедия,1990
3. «Органическая химия», Пррвещение,1991

**КОНСТРУИРОВАНИЕ МОЛОЧНО-БЕЛКОВОЙ
ОСНОВЫ ДЛЯ ТВОРОЖНО-КРУПЯНОГО
БИОПРОДУКТА**

С.Л. Галкина *, О.В. Макарова **, Е.Н. Аникина ***

*ФГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

**АНО ВПО «Омский экономический институт»,
Россия, г. Омск

***ФГОУ ВПО «Омский государственный аграрный
университет», Россия, г. Омск

Правильное питание обеспечивает нормальный рост и развитие детей, способствует профилактике заболеваний, продлению жизни людей, повышению работоспособности и создает условия для адекватной адаптации их к окружающей среде. Среди продуктов питания, важнейшее значение имеют традиционные молочные и кисломолочные продукты, поскольку обеспечивают организм энергетическими пищевыми и биологически активными веществами [3].

Учитывая это, актуальным направлением является разработка творожно-крупяного продукта для питания детей школьного возраста, реализация которого школьникам возможна на полдник или завтрак, а также в качестве буфетной продукции.

В последнее время значительное внимание уделяется проблеме совместного использования молочных и растительных белков, при этом необходимо исходить из физиологически обоснованных представлений об аминокислотной сбалансированности конечного продукта.

Использование растительного сырья при производстве творожных продуктов позволяет не только обогатить их биологически активными веществами, но и нормализовать кислотность в организме человека, повысить усвояемость этих продуктов, их пищевую и биологическую ценность.

Особую актуальность приобретает возможность использования в составе творожных продуктов зерновых культур и, в частности, крупяных благодаря их высокой пищевой ценности и функционально-технологическим свойствам [1,2].

Гречневая крупа является ценным белковым продуктом с высоким содержанием аминокислот, содержит большое количество витаминов (B_1 , B_2 , B_6 , PP, P) и микроэлементов (железо, фосфор, йод).

Крупяные культуры являются источником пищевых волокон и в значительной мере способствуют повышению сопротивляемости организма человека вредному воздействию окружающей среды. Содержание витаминов и минеральных компонентов в гречке в 1,5-3 раза больше, чем в других крупах [2].

Учитывая вышеизложенное, с целью корректировки состава молочно-белковой основы продукта в качестве растительного ингредиента изучена мука гречневая с диаметром частиц 1,0 мм.

На начальном этапе исследований были изучены микробиологические показатели муки гречневой, так как при производстве молочно-растительных продуктов важное значение имеет бактериальная обсемененность. Результаты представлены в таблице 1.

Таким образом, исследуемая гречневая мука не содержала бактерии группы кишечных палочек (БГКП) в 0,1 г. продукта и в целом соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078-2001. Кислотность гречневой муки составляла $11 \pm 0,5^\circ T$.

Таблица 1

Характеристика микробиологических показателей гречневой муки

Микробиологические показатели	Значения	
	по СанПиН 2.3.2.1078-2001	в исследуемом образце
КМАФАнМ, КОЕ/г	5,0 x10 ⁴	2,1×10 ³
Споровые микроорганизмы, КОЕ/г		
- мезофильные	не нормируются	1,0×10 ²
- термофильные	не нормируются	1,3×10 ²
Дрожжи, КОЕ/г	1,0 x10 ²	не обнаружены
Плесени, КОЕ/г	2,0 x10 ²	не обнаружены
БГКП, не обнаружено в грамме	0,1	0,1

На следующем этапе научных исследований проведено экспериментальное конструирование молочно-белковой основы продукта в качестве основы творожно-крупяного продукта с использованием молочного и растительного сырья по оптимальному балансу незаменимых факторов питания (аминокислот), эффекту взаимного обогащения, биологической ценности (аминокислотный скор – АС, индекс незаменимых аминокислот – ИНАК, коэффициент различий аминокислотного сора – КРАС, показатель биологической ценности – БЦ) и физико-химическим параметрам.

Основной критерий конструирования молочно-белковой основы с позиций эффекта взаимного обогащения в символической форме выглядел следующим образом [4]:

$$[AC \geq 100\%; \text{ИНАК} \rightarrow \max, \text{КРАС} \rightarrow \min; \text{БЦ} \rightarrow \max, \text{м. д. белка} > 7,0\%].$$

Конструирование молочно-белковой основы проводили на основе молока с м.д.ж. 2,5% , сливок с м.д.ж. 35% путем введения концентрата молочного белка и муки гречневой до дости-

жения сухих веществ в готовом продукте 20-21%. При этом соотношение концентрат молочного белка: мука гречневая варьировали как, % 100:0 (МБО 1), 80:20 (МБО 2), 70:30 (МБО 3), 60:40 (МБО 4), 50:50 (МБО 5).

Введение в молочно-белковую основу концентрата молочного белка и мука гречневой оказывает существенное влияние на химический состав и физико-химические показатели МБО, которые отражены в табл. 2.

Таблица 2

Химический состав и физико-химические показатели конструируемой МБО

Объект исследования	Активная кислотность, ед. рН	Плотность, кг/см ³	Сухие вещества, мас. %	В том числе, мас. %		
				белки	жиры	углеводы
МБО 1	6,52	1020,0	21,00	10,45	4,51	4,62
МБО 2	6,48	1030,0	20,93	9,13	4,53	5,91
МБО 3	6,50	1030,0	20,90	8,47	4,53	6,55
МБО 4	6,46	1030,0	20,86	7,82	4,54	7,20
МБО 5	6,32	1035,0	20,82	7,16	4,55	7,84

Анализируя приведенные данные, можно отметить, что с увеличением массовой доли гречневой муки в МБО отмечается незначительное снижение количества белка и увеличение жиров и углеводов.

Учитывая высокую потребность молочнокислых микроорганизмов и, в первую очередь, бифидобактерий, в веществах пептидной природы, аминокислотах, была сконструирована молочно-белковая основа с скорректированным составом по содержанию аминокислот за счет сочетания молочного и растительного белка.

Показатели биологической ценности молочно-белковой основы приведены в таблице 3.

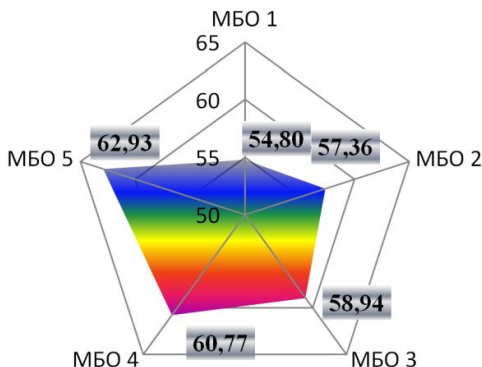
Таблица 3

Показатели биологической ценности молочно-белковой основы

Незаменимые аминокислоты	Аминокислотный скор, %				
	МБО 1	МБО 2	МБО 3	МБО 4	МБО 5
Валин	135,05	132,67	131,21	129,50	127,49
Изолейцин	145,38	143,40	142,19	140,77	139,10
Лейцин	137,95	136,39	135,42	134,30	132,97
Лизин	147,11	144,75	143,30	141,61	139,61
Метионин+цистин	95,34	96,79	97,68	98,72	99,94
Треонин	118,39	117,64	117,19	116,65	116,02
Триптофан	155,00	155,69	156,12	156,62	157,21
Фенилаланин+тирозин	190,09	188,09	186,86	185,43	183,73
Показатели биологической ценности					
ИНАК	1,38	1,37	1,36	1,35	1,34
КРАС	0,452	0,426	0,411	0,392	0,371

Лимитирующими аминокислотами являются метионин+цистин (АС<100%), при этом отмечается, что комбинирование молочного и растительного белка обеспечивает увеличение аминокислотного сора лимитирующих аминокислот с 95,34% до 99,94%. Отмечается эффект истинного обогащения, когда используемые для композиции белки лимитированы по разным незаменимым аминокислотам, тогда как комбинирование этих белков приводит к взаимному устранению аминокислотного дефицита. Анализ изменения показателя биологической ценности (БЦ, %) белков молочно-белковой основы представлен в виде пиктограммы на рис. 1.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что конструирование молочно-белковой основы сочетанием концентрата молочного белка и муки гречневой оказывает положительное влияние на показатель биологической ценности продукта (БЦ), отмечается его увеличение (на 8,13%) при одновременном снижении КРАС (на 0,081 дол. ед.).



■ Показатель биологической ценности (БЦ, %)

Рис.1– Характеристика показателя биологической ценности (БЦ, %) белков молочно-белковой основы

Таблица 4

Органолептические показатели МБО

Вариант исследования	Органолептические показатели молочно-белковой основы		
	Вкус и запах	Цвет	Консистенция
МБО 1	Чистый молочный	Белый, равномерный по всей массе	Жидкая, однородная
МБО 2	Молочный, с легким привкусом гречневой муки	Белый, с кремовым оттенком	Жидкая, частицы гречневой муки практически незаметны
МБО 3	Молочный, с легким привкусом гречневой муки	Светло кремовый	Жидкая, с равномерным распределением частиц гречневой муки
МБО 4	Молочный, с привкусом гречневой муки	Кремовый	Жидкая, с равномерным распределением частиц гречневой муки
МБО 5	Молочный, с выраженным привкусом гречневой муки	Кремовый	Жидкая, с выраженными включениями гречневой муки

Изучено влияние гречневой муки на органолептические показатели разрабатываемой молочно-белковой основы. Данные органолептической оценки МБО представлены в таблице 4.

По органолептическим показателям оптимальным соотношением концентрата молочного белка и гречневой муки в молочно-белковой основе является соотношение 70:30 (МБО 3), 60:40 (МБО 4).

Таким образом, на данном этапе исследований проведено конструирование молочно-белковой основы продукта по оптимальному балансу незаменимых факторов питания (аминокислот), эффекту взаимного обогащения, биологической ценности и физико-химическим параметрам.

Список литературы

- 1.Алимарданова, М.К. Влияние растительного наполнителя на структуру кисломолочного продуктам / М.К. Алимарданова, Ж.К. Усембаева, А.А. Бектурганова // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2010. – №2. – С. 68.
- 2.Бойцова, Т.М.Разработка технологий молочно-растительных продуктов питания / Т.М. Бойцова, Т.К. Каленик, Д.В. Ряписов и др. // Пищевая пром-сть. – 2011. – №3. – С. 12-14.
- 3.Мирончиков, Д.В. Исследование и разработка технологии творожно-го продукта для питания детей школьного возраста: автореф. дис. . канд. техн. наук / Д.В. Мирончиков. Кемерово, 2009. - 21 с.
- 4.Пасько, О.В. Научное и экспериментальное обоснование технологии ферментированных молочных и молокосодержащих продуктов: автореф. дис....докт. техн. наук / О.В. Пасько. - Кемерово, 2011. – 43 с.

СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЯБИНОВЫХ ВЫЖИМОК В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

Н.О. Дубровская

ФГБОУ ВПО «Санкт-петербургский торгово-экономический университет», Россия, г. Санкт-Петербург

В современных условиях все большую актуальность приобретает проблема разработки и внедрения мало- и безотходных технологий. Ее решение имеет стратегическое значение, т.к. приводит к повышению эффективности использования сельскохозяйственного сырья и снижению негативного воздействия отходов производства на окружающую среду.

Пищевая промышленность перерабатывает многокомпонентное сырье, в основном сельскохозяйственного происхождения, для получения основной продукции. При этом данное сырье используется лишь на 15-30%, остальная часть является отходом, который создает проблему экологического плана, загрязняя окружающую среду. В тоже время многими учеными подтвержден тот факт, что практически все эти отходы являются вторичными сырьевыми ресурсами, т.к. содержат значительные количества ценнейших веществ – витаминов, клетчатки, белка, микро- и макроэлементов и др. Дальнейшее их использование не только технически возможно, но и экономически выгодно.

Однако необходимо отметить, что вторичные сырьевые ресурсы пищевой промышленности содержат сухих веществ всего 5-10% и, следовательно, они очень нестойкие при хранении, быстро закисают, сбраживаются, теряя ценные компоненты. Хранение их в таком состоянии возможно без потерь только в течение 2-3 суток. Поэтому возникает необходимость повысить степень и глубину переработки сырья с целью получения дополнительной товарной продукции.

В рамках данной проблемы нами была разработана технология производства рябинового порошка из выжимок плодов красноплодной рябины применяемых для обогащения соков, нектаров и пюре, и обоснована возможность его использования в качестве обогащающей добавки в хлебопечении.

Для промышленной переработки рекомендованы к широкому использованию плоды рябины обыкновенной 13 сортов и форм (Титан, Рубиновая, Десертная Мичурина, Алая крупная, Ангри, Бусинка, Сорбинка, Солнечная (Дочь Кубовой), Вефед, Гранатная, Титан низкорослый, Амулет, Аноль), так как они не имеют терпкости и горечи, содержат значительное количество биологически активных веществ, в частности, витаминов, макро- и микроэлементов [1].

Свежие рябиновые выжимки получают на консервных заводах, например на Мичуринском экспериментальном заводе ООО «М-Конс-1», в результате прямого отжима, прессования или протирания плодов рябины красной при производстве соков, нектаров и пюре. Свежие рябиновые выжимки представляют собой рыхлую массу оранжевого цвета с темными вкраплениями семян с характерным рябиновым запахом и высокой влажностью $60\pm 5\%$, затрудняющей их хранение. Поэтому полученные рябиновые выжимки нами рекомендуется высушить, для того чтобы уменьшить их объем, сохранить биологически активные вещества (БАВ) и избежать порчи во время хранения. Сушить необходимо при наиболее щадящих температурах режимах $+55\dots+65^\circ\text{C}$ (для того чтобы сохранить биологические активные вещества) до остаточной влажности 5-10%, чтобы рябиновые выжимки хорошо размалывались в порошок. Для сушки целесообразно использовать сушилки вакуумного, вибрационного (СВК-1/4) и других типов, предназначенных для сушки плодов и овощей. Рябиновые выжимки необходимо загружать на поддоны с высотой слоя не более 1,5 см и высушивать при температуре $55-60^\circ\text{C}$ до остаточной влажности не более 11%, обеспечивающей микробиологическую стабильность продукта. При таком режиме сушка рябиновых выжимок не должна превышать 7-10 часов. Эффект сушки достигается за счет образования виброкипящего слоя. При этом в высушенных рябиновых выжимках сохраняется максимальное количество биологически активных веществ (БАВ). Готовность сушеных выжимок определяется по остаточной влажности и органолептическим показателям (внешний вид, цвет, запах, консистенция).

Высушенные рябиновые выжимки измельчают в порошок на ножевых мельницах или мельницах другого типа, обеспечивающих получение порошка. Измельчение целесообразнее производить до размеров частиц 20-30 мкм.

Хранят рябиновые выжимки в целлофановых или бумажных одинарных пакетах при относительной влажности воздуха 65-70% и температуре 18-20°C. Выход порошка из 10 кг выжимок составляет 1,9 кг [2].

Рябиновый порошок представляет собой однородную сыпучую массу оранжевого цвета с явно выраженным рябиновым запахом и вкусом. Для него характерна высокая кислотность (таблица 1), но, несмотря на это, его сахарокислотный индекс равен 2,27, что свидетельствует о гармоничном соотношении кислот с сахарами.

Таблица 1

Химический состав рябинового порошка

Наименование показателей	Рябиновый порошок
Массовая доля влаги, %	10,26
Белок, % с.в.	5,96
Титруемая кислотность (в пересчете на яблочную), %	5,68
Сорбиновая кислота, мг%	1,53
Общий сахар, %:	12,90
моносахара	11,20
в т.ч. фруктоза	6,19
дисахара	1,38
Сахарокислотный индекс	2,27
Содержание пищевых волокон, % с.в.:	
мягкие пищевые волокна	7,80
грубые пищевые волокна	52,1

Содержание белка в рябиновом порошке не очень высокое (до 6%), однако на долю незаменимых и условно незаменимых аминокислот приходится более 42%. В наименьшем количестве содержатся метионин + цистин, их скор составил 64%. Амино-

кислота триптофан в рябиновом порошке не обнаружена методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с пределом обнаружения 0,2 мг/г. Наиболее высокими значениями аминокислотных скоров характеризуются такие аминокислоты как треонин (192%), валин (173%), изолейцин (137%) и лизин (99%). Из заменимых аминокислот большая доля приходится на глутаминовую и аспергиновую кислоты.

Содержание пищевых волокон в рябиновом порошке достигает 60%, причем растворимых (мягких) доходит до 8%. Высокое содержание пищевых волокон в рационе обеспечивает не только повышенную сопротивляемость организма по отношению к неблагоприятным воздействиям окружающей среды, но и благоприятно влияет на моторную функцию кишечника.

Пищевые волокна, особенно пектины, обладают способностью взаимодействовать с поступившими в пищеварительный тракт извне токсичными элементами, образуя при этом нерастворимые соли, легко выводимые из организма. Весьма важным является и свойство пищевых волокон регулировать уровень холестерина в крови. Установлено, что в рябиновом порошке содержатся биологически активные вещества, которые могут выполнять роль естественных регуляторов окислительных процессов. В качестве таких естественных регуляторов выступают биоантиоксиданты – каротин, витамин Р, Е и аскорбиновая кислота (таблица 2).

По результатам кулонометрического титрования аликвот рябинового порошка была рассчитана величина бромной антиоксидантной способности, которая составила 1017 Кл/100г. Рябиновый порошок сопоставим по антиоксидантной способности с соками некоторых ягод и овощей. Среди ягодных соков, прошедших тепловую обработку, первое место по антиоксидантной способности занимает сок из черноплодной рябины (1604 Кл/100г), а среди овощных – сок из чеснока (505 Кл/100г). То есть антиоксидантная способность рябинового порошка в 2 раза больше чем антиоксидантная способность чесночного сока и всего лишь 1,5 раза меньше чем сока черноплодной рябины [3].

Таблица 2

Витаминный и минеральный состав рябинового порошка

Наименование показателя	Содержание	Наименование показателя	Содержание
Витамины, мг %:		Микро	
- аскорбиновая кислота (витамин С)	66,1	элементы, мг/кг:	
- каротин (провитамин А)	16,6	алюминий	> 0,01
- Р – активные:	239,9	бор	0,4
флавонолы	88,1	железо	80,1
катехины	48,7	кобальт	> 0,01
антоцианы	103,2	марганец	115,0
- токоферолы (витамин Е)	11,6	медь	3,2
Макроэлементы, мг/кг:		никель	> 0,01
калий	6253,2	селен	0,02
кальций	3900,1	хром	> 0,01
магний	1143,1	цинк	6,5
натрий	128,1	Зола, %	3,2
фосфор	400,0		

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что рябиновый порошок является ценным источником БАВ, соответственно вложение инвестиционных средств в его производство потенциально рентабельно, а его дальнейшее использование в качестве обогащающей добавки является одним из путей улучшения качества и повышения пищевой ценности продукции, в том числе хлебобулочных изделий.

Экспериментально было получено, что введение рябинового порошка в рецептуру хлебобулочных изделий не только обеспечивает возможность использовать муку общего назначения предприятиями хлебопекарной промышленности, но и увеличивает водопоглотительную (ВПС) и сахаробразующую способности пшеничной муки, активизирует деятельность дрожжевых клеток, ускоряет процесс брожения и сокращает созревание теста, а богатый витаминно-минеральный состав повышает пищевую ценность готовых изделий.

На основании полученных данных нами были разработаны рецептуры простых и сдобных булочных изделий «РЯБИ-НОВЫЕ» из муки пшеничной общего назначения М 55-23 с добавлением хлебопекарных дрожжей, соли, сахар, маргарина, порошка из выжимок сортовой красноплодной рябины (обогащающей добавки) в количестве 3% и 5% соответственно от массы муки. Получен патент на изобретение № 2366185 «Способ производства сдобных хлебулочных изделий».

Таблица 3

Химический состав булочных изделий, г / 100г

Наименование показателя	Фактическое содержание			
	Булочка простая		Булочка сдобная	
	контроль	обогащенная	контроль	обогащенная
Вода	41,40	40,80	34,80	34,00
Белки	7,41	7,36	7,58	7,52
Жиры	0,89	0,9	9,6	9,7
Углеводы усвояемые:	50,4	46,9	54,9	50,50
- сахара	3,6	4,5	8,6	9,5
- крахмал	46,8	42,4	46,3	41,00
Содержание пищевых волокон:				
- растворимых	3,60	5,5	3,20	6,3
- грубых	3,10	3,4	2,80	3,3
	0,50	2,1	0,40	3,0
Зола	1,16	1,30	0,98	1,22

В результате изучения общего химического состава полученных булочных изделий (таблица 3) было установлено, что использование рябинового порошка практически не влияет на общее содержание белков и жиров, незначительно уменьшает содержание растворимых углеводов, но при этом доля простых сахаров возрастает на 25%. Содержание практически всех незаменимых аминокислот увеличивается на 3-7%, особенно валина,

изолейцина, лизина и треонина. Наибольшее влияние внесение рябинового порошка оказало на содержание пищевых волокон. Их количество возросло на 2,0% и 3,2% и составило 5,5 г/100г и 6,3г/100г соответственно для булочек простой и сдобной. При этом было отмечено снижение общего содержания усвояемых углеводов за счет снижения крахмала на 7-8% соответственно.

В большей степени использование рябинового порошка в булочных изделиях повышает содержание витаминов и минеральных веществ. Например, содержание витамина Е возрастает в 1,2 раза. В обогащенных изделиях также обнаружены β-каротин и аскорбиновая кислота (таблица 4). В результате антиоксидантная способность булочных изделий повысилась почти в 3 раза и составила для булочек простой – 151,8 Кл/100г, сдобной – 205,9 Кл/100г.

Общее содержание золы также увеличилось соответственно на 12% и 24% для булочек простой и сдобной. При этом в традиционных изделиях (контроль) оно составило 1,16 и 0,98 г/100г соответственно. Наиболее существенное влияние внесение рябинового порошка оказало на содержание железа, марганца, кальция, селена. Зато незначительно снизилось содержание натрия.

В результате проведенных исследований нами было также установлено, что присутствие рябинового порошка в рецептуре простых и сдобных булочных изделий повышает кислотность и подъемную силу теста. Это, в свою очередь, приводит к сокращению созревания теста на 30 мин. и продолжительности расстойки по сравнению с контролем на 5 мин. и 10 мин. соответственно. При этом увеличение объема теста происходит для булочки простой на 0,9%, сдобной – на 3,0%.

Сокращение технологического цикла и изменение структуры используемого сырья (замена части пшеничной муки на рябиновый порошок) приведет к тому, что полная себестоимость согласно нашим расчетам будет снижаться для булочки простой «Рябиновая» на 1,26 рубля и булочки сдобной «Рябиновая» на 2,1 рубля по сравнению с традиционными (контрольными) по рецептуре булочными изделиями.

Таблица 4

Витаминный и минеральный состав булочных изделий

Наименование показателей	Фактическое содержание, мг на 100 г продукта			
	Булочка простая контроль	Булочка простая обогащенная	Булочка сдобная контроль	Булочка сдобная обогащенная
Витамины, мг/100г				
β – каротин	Отсутствует	0,21	Отсутствует	0,45
Аскорбиновая кислота	Отсутствует	2,0	Отсутствует	2,9
Витамин Е (токоферол)	0,9	1,3	3,0	3,7
Минеральные вещества				
Макроэлементы, мг/100г:				
Калий	90,0	105,9	110,0	136,6
Кальций	10,5	21,7	26,1	44,3
Магний	11,6	14,6	19,1	23,9
Натрий	400,0	389,0	260,0	250,4
Фосфор	76,9	76,1	85,3	84,1
Микроэлементы, мкг/100г:				
Железо	1500,0	1720,0	1700,0	2080,0
Марганец	239,0	572,6	424,0	978,0
Медь	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Цинк	150,0	165,2	249,0	267,6
Алюминий	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Бор	70,0	69,6	85,0	84,2
Кобальт	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Хром	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Селен	4,2	5,2	4,3	5,7

В то же время как цена реализации таких изделий будет выше за счет более высокой ценности, ощущаемой потребителем. Меньшая себестоимость и более высокая цена реализации непосредственно скажутся на увеличении уровня рентабельности обогащенных булочных изделий простых и сдобных по ре-

цептуре по сравнению с традиционными и позволит получить дополнительный экономический эффект от их реализации.

Проведенные экспериментальные исследования доказали, что рябиновые выжимки, являющиеся отходом консервной промышленности, целесообразно не утилизировать, а использовать для производства обогащающей добавки – рябинового порошка, содержащего пищевые волокна с высокой степенью этерификации, органические кислоты и моносахариды, комплекс биологически активных веществ. Введение рябинового порошка в рецептуру булочных изделий способствует расширению ассортимента, повышению пищевой ценности хлебобулочных изделий и эффективности их производства, следовательно, подтверждает возможность и экономическую целесообразность вторичной переработки рябиновых выжимок.

Список литературы

1. Винницкая, В.Ф. Адаптивный сортимент рябины обыкновенной для производства лечебно-профилактических продуктов / В.Ф. Винницкая. – Дисс...к.с.-х.н. – Мичуринск, 2003. – 172 с.
2. Дубровская Н.О., Современные проблемы пищевой ценности и качества хлебобулочных изделий и возможные пути их решения. Монография / Н.О. Дубровская, Л.П. Нилова – Мичуринск: Изд-во Мичуринского госагроуниверситете, 2010. – 224с.
3. Абдуллин И.Ф. Электрогенерированный бром – реагент для определения антиоксидантной способности соков и экстрактов / И.Ф. Абдуллин, Е.Н. Турова, Г.К. Будников, Г.К. Зиятдинова, Г.Х. Гайсина. // «Западская лаборатория. Диагностика материалов». – 2002, -№9. – С. 12-14.

РАЗРАБОТКА БИОТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОСАДКА ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД

Т. А. Дубова, М. Л. Лесина, А. А. Новоселова

Кузбасский государственный технический университет
им. Т.Ф. Горбачева, Россия, г. Кемерово

В Российской Федерации актуальна проблема утилизации осадков городских очистных сооружений. За год образуется порядка 2 млн. т таких осадков по сухому весу (при исходной влажности 98% их масса составляет порядка 100 млн. т). На очистных сооружениях г. Кемерово образуется 700 м³ осадка ежедневно. В состав осадков сточных вод (ОСВ) входят вещества, обладающие общетоксическим, токсикогенетическим, эмбриотоксическим, канцерогенным и другими негативными свойствами. ОСВ содержат высокие концентрации тяжелых металлов, патогенную микрофлору, яйца гельминтов.

Существуют различные способы переработки ОСВ. В мировой практике основными направлениями утилизации ОСВ являются захоронение или сжигание. В России ОСВ хранятся на территориях очистных сооружений, что превращает их в очаг бактериологической и токсикологической опасности. Хранящиеся на иловых картах и отвалах осадки очистных сооружений, как правило, относятся ко второму классу (высоко опасные) или третьему классу (опасные) отходов.

Нами разработана технология переработки осадка городских сточных вод с применением биологических объектов методом ускоренного управляемого вермикомпостирования с получением продукта, пригодного для дальнейшего использования.

В исследованиях были использованы живые объекты – дождевые черви и штаммы сапрофитных микроорганизмов для процесса трансформации ОСВ в биоудобрение (биогумус).

ОСВ, наряду с навозом крупного рогатого скота (КРС) – один из наиболее ценных субстратов для вермикомпостирования. По содержанию азота, фосфора и калия ОСВ не уступает навозу. Ил со станций очистки сточных вод общественной канализации представляет собой важнейший источник органиче-

ских, питательных и биологически активных веществ. Однако, в ОСВ содержатся тяжелые металлы, патогенные организмы (бактерии, простейшие, гельминты, вирусы), полихлорированные бифенилы, алифатические соединения, эфиры, фенолы, нитрозамины.

Вермикомпостирование способно с большей эффективностью и меньшей стоимостью заменить собой все известные на сегодняшний день методы переработки ила сточных вод из городской канализации. Трансформация ОСВ в биогумус путем вермикомпостирования снижает его фитотоксичность, кроме того, черви препятствуют развитию патогенных организмов.

Решающее значение при разведении червей имеет качество субстрата, в который заселяют червей. Интактные ОСВ вызывают гибель червей. Для адаптации червей мы использовали чистые культуры микроорганизмов, выделенные из естественных источников и адаптированные к переработке ОСВ, а также различные добавки из растительного сырья и отходов (торф, солома, опилки).

Подбором компонентов компоста и их пропорциями достигали соотношения С:N в субстрате 25:1, 30:1, что является оптимальным для интенсификации метаболизма микроорганизмов-деструкторов, исключает потери азота из субстрата, не требует дополнительного внесения азотсодержащих веществ.

Отработаны режимы компостирования с целью получения ускоренного максимального выхода готового продукта (биогумуса). Проведен отбор наиболее эффективных штаммов микроорганизмов и установлены этапы их внесения в трансформируемый субстрат. Например, из термофильных микроорганизмов нами использованы такие виды, как *Bacillus coagulans*, *Bac. stearothermophilus*, *Bac. subtilis*, *Bac. circulans*, *Bac. brevis* и др. Они способствуют активизации термобиологических процессов при ускоренном вермикомпостировании.

Из компостных червей для разведения отобраны 2 вида: красный калифорнийский червь и навозный червь *Eisenia foetida*.

Заселение червей проводили на заключительном этапе компостирования, что ускоряет переработку компоста и улуч-

шает качество биогумуса. Отработан оптимальный режим вермикомпостирования. Плотность посадки червей составила 6 тыс. половозрелых особей на 1 м³ субстрата (6 тыс. шт. – 1,5-3 кг червей на 1 т отходов).

Ближайшим аналогом биогумуса является навоз КРС. Однако биогумус имеет ряд преимуществ по сравнению с навозом:

1. Более оптимальное для протекания биологических процессов соотношение углерода и азота (в навозе – C/N=14/1, в биогумусе – 25/1, 30/1).

2. Производителями навоза являются крупные животноводческие фермы и птицефабрики, необходима транспортировка сырья, производство биогумуса возможно в городе.

3. Содержание азота в биогумусе находится на уровне содержания азота в навозе, при этом биогумус содержит больше, чем навоз питательных для растений элементов (в навозе – 1,5 % N, 0,25 % P₂O₅, 0,6 % K₂O, 0,35 % CaO, 0,15 % MgO, в биогумусе – 1,99% N, 1,6% P₂O₅, 1,6 % K₂O, 2,3% CaO, 1,5 % MgO).

4. Навоз представляет собой густую, комковатую массу, с остатками неразложившейся подстилки из соломы, биогумус однородный и рыхлый по структуре, удобен в использовании, его легче фасовать, взвешивать, вносить под культуры.

5. В навозе содержатся яйца гельминтов, патогенные микроорганизмы, семена сорных растений, в биогумусе патогены гибнут вследствие высокой температуры, достигаемой при компостировании, а также благодаря воздействию червей.

Изучена возможность применения полученного биогумуса при выращивании кукурузы, томатов и картофеля.

В табл. 1 и 2 приводится характеристика прироста кукурузы и урожая картофеля, выращенных с применением биогумуса. Общий урожай с экспериментального участка составил 52 початка кукурузы, с контрольного – 31 початок.

Таблица 1

**Сравнительная характеристика прироста кукурузы
с применением биогумуса**

Высота рассады перед высадкой в грунт, см		Промежуточный замер высоты растений, см		Прирост урожая, %
с биогумусом	без биогумуса	с биогумусом	без биогумуса	
46,5±3,03	34,4±2,94	114,9±5,98	94,0±4,66	67,7

Таблица 2

**Сравнительная характеристика урожая картофеля
с применением биогумуса**

Вариант	Общая масса клубней с одного куста, кг	Количество клубней в одном кусте, штук	Средняя масса одного клубня, г
Контроль	2,33±0,49	18,5±4,95	123,83±54,64
Опыт	2,87±0,61	19±4,58	199,27±62,65

Прибавка урожая картофеля составила 18,8 %. При этом количество клубней в кусте в опытных вариантах и контрольных не отличалась, а увеличивались масса и размеры клубней.

Проведена оценка рентабельности производства биогумуса из ОСВ с использованием вермикультуры в расчете за сезон (с мая по октябрь). Учитывая экспоненциальный рост количества переработанных отходов и размножение червей, получили следующие результаты (табл. 3).

Потребителями производимой продукции могут стать предприятия угольной отрасли сельскохозяйственные предприятия, городское хозяйство, частные лица (приобретение червей и биоудобрения).

Таким образом, производство биогумуса на основе ОСВ с использованием вермикультуры перспективно и высоко рентабельно.

Таблица 3

Экономическая эффективность реализации проекта переработки ОСВ (расчет за сезон)

Вид деятельности		Сумма, руб.
Расходы	1. закупка червей, устройство маточника, покупка и завоз целлюлозосодержащих добавок, закупка питательных сред и микробиологического оборудования, реклама продукции	400 000
	2. оплата труда работников (в расчете на 6 мес.)	350 000
Доходы	1. от продажи биогуруса (из 5,3 тыс. т ОСВ получится 2,1 тыс. т биогуруса, при цене биогуруса 500 руб. за 1 т)	1 054 000
	2. от продажи червей (при расчете, что 1 червь – 5 коп., всего 30 млн. червей)	1 500 000
Чистый доход		1 800 000

СУШКА КАК МЕТОД КОНСЕРВИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

В.А. Ермолаев, О.Н. Бондарчук, О.О. Бабич

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», Россия, Кемерово

Стратегия развития экономики России предполагает достижение продовольственной безопасности которая в официальных документах определяется как способность государства, гарантированная соответствующим ресурсным потенциалом, независимо от внешних и внутренних условий стабильно удовлетворять населения страны в целом и каждого гражданина в отдельности продуктами питания в объемах, ассортименте и качестве,

достаточных для полноценного физического и социального развития, обеспечения здоровья и расширенного воспроизводства.

Стратегия формирования товарных ресурсов представляет собой часть стратегии развития продовольственного рынка и с позиции продовольственной безопасности направлены на создание стратегических и оперативных резервов продовольствия, удовлетворения потребностей населения страны в продуктах питания, прежде всего за счет собственного ресурсного потенциала, а не поставок по импорту [4].

Повышение качества, расширение ассортимента и улучшение пищевой полноценности продуктов питания – одна из важнейших задач. В условиях сезонности производства большинства продуктов важное значение приобретает совершенствование и разработка новых методов консервирования. К таким методам относится вакуумная сушка, принцип применения которой основан на высушивании при остаточном давлении выше давления кипения тройной точки воды.

Проблема сушки влажных материалов решается в нашей стране по следующим основным направлениям: аналитические методы исследования и расчета процесса сушки; исследование и уточнение механизма внешнего и внутреннего переноса энергии и массы при различных способах сушки; развитие технологии и техники сушки.

Перед техникой сушки в настоящее время стоят задачи изыскания новых, более эффективных методов обезвоживания, создание высокопроизводительных установок, входящих в состав поточных линий, а также автоматизации контроля и регулирования процессов сушки. В решении этих задач важное значение приобретает развитие аналитических методов исследования и расчета процесса сушки.

Пищевые концентраты отличаются хорошим вкусом и высокой питательной ценностью при небольшой массе и объеме по сравнению с обычными пищевыми продуктами, быстро восстанавливаются. Они транспортабельны и обладают способностью долго сохраняться без искусственного охлаждения.

При выборе рационального способа и режима сушки необходимо помнить, что сушка является не только сложнейшим

нестационарным процессом тепло- и массообмена, но и технологическим процессом. Высушенный продукт должен иметь высокие качественные показатели. Рациональный режим сушки осуществляется при минимальной затрате тепла и энергии и состоит в максимальном сохранении химико-технологических показателей продукта. Осуществлению такого режима способствует знание особенностей материала, подвергаемого сушки, связи влаги с материалом, теории сушки.

Проведенный анализ современных способов консервирования пищевых продуктов в нашей стране и за рубежом позволяет сделать вывод о том, что вакуумная сушка – наиболее перспективный метод консервирования пищевых продуктов. Применение вакуумной сушки позволяет получить сухие продукты высокого качества, быстро восстанавливающиеся и по качественным показателям не уступающим продуктам сублимационной сушки, при значительно меньших удельных затратах на их производства.

Так как вакуумная сушка проходит при давлении ниже атмосферного, за счет этого снижается температура насыщения водяного пара. При этом уменьшается воздействие температуры, разрушающей витамины, пектины и другие вещества, определяющие качество продукта [5]. Консервирование методом вакуумной сушки не требует добавления, каких-либо химических и других ароматизаторов, консервантов, стабилизаторов [2, 3]. Вакуумная сушка продуктов осуществляется в камере, из которой откачивается воздух. Продукт располагают на поддонах, как в обычных сушилках камерного типа [1].

Вакуумные сушилки состоят из герметичной сушильной камеры, конденсатора и вакуум-насоса, последний снижает до атмосферного давления неизбежно попадающий в установку воздух (через неплотности и с материалом) и выбрасывает его наружу.

Вакуумные сушилки позволяют получить продукт высокой чистоты и хорошего качества. В зависимости от свойств материала и требований к готовой продукции изменяются время пребывания материала в сушилке и температурный режим сушки.

Вакуумная сушка происходит в два периода. В первый период скорость сушки постоянна, а температура материала близка к температуре насыщения воды при данном разряжении. Во второй период скорость сушки падает, температура материала повышается, приближаясь к температуре теплоносителя. Интенсивность теплопередачи во втором периоде резко уменьшается. Увеличение скорости испарения влаги в вакуумной сушилке можно достичь повышением температуры теплоносителя или повышением степени разряжения.

Теплота для испарения влаги при вакуумной сушке передается чаще всего контактным способом, реже инфракрасными лучами. Механизм переноса тепла и влаги аналогичен таковому при контактной сушке. Этот метод применяется при сушке пастообразных овощных и фруктовых материалов.

В настоящее время внимание отечественных и зарубежных исследователей направлено на получение устойчивых в хранении продуктов путем удаления не излишнего, а минимального количества влаги, достаточного для предотвращения микробной порчи. В таких продуктах сохраняется исходное количество связанной воды, и структурные изменения, отрицательно сказывающиеся на их консистенции, сводятся к минимуму. Добавление увлажнителей повышает влажность этих продуктов до относительно высокой степени, делая их полностью готовыми для непосредственного употребления. Представляет интерес создания сыров различных видов с промежуточной влажностью.

Список литературы

1. Генин С.А. Технология сушки картофеля, овощей и плодов / С.А. Генин. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 192 с.
2. Гинзбург А.С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов: Справочник / А.С. Гинзбург, М.А. Громов, Г.И. Красовская. – М.: Агропромиздат, 1990- 295 с.
3. Гинзбург А.С. Некоторые современные проблемы теории и техники сушки / А.С. Гинзбург // Химическая промышленность. – 1979. - №6. – С. 8-10.
4. Парамонова Т.Н. Продовольственный рынок России в преддверии вступления в ВТО / Т.Н. Парамонова, Т.И. Уряшева, И.Н. Попова // Маркетинг. – 2008. - №3. – С. 3-14.

5. Попов А.М. Измерительный комплекс для исследования управляемого процесса сушки с применением вакуума / А.М. Попов, А.Н. Расщепкин, Е.А. Расщепкина, А.Г. Белокуров // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. - №8. – С. 58-59.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ *LIMONIUM MYRIANTHUM*

А.В. Гадецкая

КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

Среди большого разнообразия лекарственных растений отечественной флоры несомненный интерес представляет род *Limonium Mill* семейства *Plumbagenaceae*, ряд видов которого до настоящего времени широко использовался в народной медицине для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта и воспалений различного генеза. Из введенных в ГФ РК и медицину корней кермека Гмелина экстракцией водным раствором этилового спирта получают субстанцию «Лимонидин» [1]. Субстанция «Лимонидин», а также ряд других лекарственных форм (сироп, настойка, мазь, капсулы, таблетки, суппозитории), полученных на ее основе, зарегистрированы и рекомендованы Министерством Здравоохранения Республики Казахстан к промышленному выпуску и применению в медицинской практике в качестве противовоспалительных, ранозаживляющих, нормализующих ряд иммунологических показателей в организме гепатопротекторных и противовирусных препаратов [2]. Все лекарственные средства обладают антиоксидантной, антимуtagenной и антивирусной активностями. Субстанция «Лимонидин» обладает высоким уровнем подавления размножения вирусов гриппа и парагриппа. Результаты клинических испытаний показали, что сироп и настойка «Лимонидин» эффективны для лечения эзофагита, гастрита, дуоденита у пациентов с инфекционной природой заболевания. Шрот, остающийся после выделения субстанций из растительного сырья, рекомендовано использовать для хранения шерсти и яблок. Впервые в Государственный ре-

есть сельскохозяйственных препаратов РК введен отечественный ростстимулирующий растительный препарат «Галалти».

Кермек (*Limonium P. Miller*) – крупный род, охватывающий около 300 видов, распространенных в странах Средиземноморья и Западной Азии. На территории СНГ описаны около 35 видов кермека. В Казахстане насчитывается 19 видов кермека, с 3 эндемиками [3]. Все виды богаты дубильными веществами (танинами), но они остаются до настоящего времени неиспользованным фондом. Из них наиболее важными, имеющими промышленные запасы на территории Казахстана, являются два вида – *L. gmelinii* и *L. myrianthum*. Установлено, что производственный запас этих двух видов в Талдыкурганской, Жамбылской, Атырауской, Западно-Казахстанской, Семипалатинской и Восточно-Казахстанской областях на площади свыше 160 тыс. га превышает 54,4 тыс. тонн [4]. При создании ресурсосберегающей технологии переработки растительного сырья особую значимость приобретает возможность использования всех видов одного и того же рода растений, особенно в случае их совместного произрастания на одной территории, что обеспечивает рациональное пользование природными ресурсами. Биологические особенности кермека заключаются в размножении, как семенами, так и вегетативным способом, быстрым росте, высокой урожайности и легкой адаптации к окружающей среде. В связи с этим введение его в культуру может быть достаточно легким, а также экологически благоприятным, например, на засоленных землях (опыт Карагандинского ботанического сада, 1944-1946 и др.). Зарубежными учеными было проведено химическое исследование растений рода *Limonium Mill*, произрастающих в Китае, Египте, США, Франции и Англии. Растения *L. myrianthum* крайне неприхотливы и выносливы [5].

Таким образом, наряду с разработкой и освоением новых промышленных способов получения различных веществ и соединений из растительного сырья, в последнее время все большее значение приобретают исследования, направленные именно на разработку безотходных технологий, а также мероприятия по сохранению природных ресурсов. Так была разработана опти-

мальная технологическая схема извлечения комплекса биологически активных веществ (БАВ) из надземной части и корней *L. myrianthum*, собранных осенью, что объясняется максимальным накоплением в них действующих веществ, в это время года. Варьированием природы экстрагента, его соотношения с сырьем, температурного и временного режима экстракции, а также ее кратности были отработаны оптимальные технологические параметры выделения сухих экстрактов из надземной части и корней исследуемого вида растения. При определении оптимальных условий параметром оптимизации служила количественная оценка лубильных веществ, являющихся действующими. В результате проведенного исследования измельченные корни *L. myrianthum* экстрагировали 50 % этиловым спиртом при соотношении сырье-растворитель – 1:8 для надземной части и 1:5 для корней, времени экстракции, равным 24 и 6 часов, соответственно, температуре – 22-25 °С и кратности экстракции, равной двум. Шрот, остающийся после извлечения из исследуемого растительного сырья экстрагируемых веществ и сбрасываемый, как правило, в отвал, как показали проведенные испытания, целесообразно использовать для хранения яблок. При хранении плодовая продукция повреждается фитопатогенными микроорганизмами и функциональными расстройствами. При длительном хранении яблок потери от микробиологических гнилей и физиологических болезней могут достигать 40-60%. Повысить устойчивость к заболеваниям можно с помощью послеуборочных обработок плодов биопрепаратами. Для снижения потерь в мировой практике широко используется их обработка ультрафиолетовыми и инфракрасными лучами, хранение в гипобарической атмосфере, термическое и химическое орошение. Для повышения сохраняемости продукции, в практике хранения используются послеуборочные обработки препаратами антисептического и биоактивного действия. Перспективным направлением в области хранения плодов является использование новых препаратов, повышающих их устойчивость. Внедрение данной технологии позволит продлить сроки хранения плодов на 2-3 месяца, а некоторых сортов вплоть до нового сбора урожая. Действие шрота сравнивали с действием азоцена (системного

фунгицида) и хлорида кальция (биопрепарата широкого диапазона действия). Образцы закладывали на длительное хранения в оптимальные условия (температура 0°C, относительная влажность воздуха 85-90%). На протяжении всего периода хранения проводили учеты и наблюдения за изменением товарного качества продукции, согласно общепринятым методикам. Установлено, что шрот не уступает по биоактивному действию эталонам в подавлении развития грибных и физиологических болезней, повреждающих яблоки при их хранении. Полагаем, что фунгицидное действие шрота, полученного из корней и надземной части исследуемых растений, связано с наличием в нем флавоноидов в количестве 4,02% и 7,42%, дубильных веществ – 3,61% и 6,47% соответственно, а также органических кислот – 0,11%. Из микроэлементов в нем в наибольшем количестве присутствуют натрий, кальций, калий и магний. Содержание железа достаточно высокое и им более богат шрот, остающийся после экстракции корней растений *L. myrianthum*, нежели таковой из их надземной части.

Полученные данные характеризует исследуемое сырье как ценный источник для получения на его основе многообразных продуктов различного назначения и о возможности создания при его использовании безотходного производства.

Список литературы

1. Государственная фармакопея Республики Казахстан. Т. 1. - Алматы: Издательский дом «Жибек жолы», 2008. - 592 с.
2. Производство субстанции Лимонидин и 5% мази «Санжар» // Матер. Междунар. науч.-практич. конф. «Индустриально-инновационное развитие Республики Казахстан: опыт, задачи и перспективы». - Алматы, 2004. - С. 376-380.
3. Кукунов М.К. Ботаническое ресурсоведение Казахстана. – Алматы: Гылым, 1999. -160 с.
4. Флора Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1961. – Т. VII. - С. 79-80.
5. Флора СССР. – М.: АН СССР, 1952. – Т. XVIII. - С. 411-467.

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ КРОВИ УБОЙНЫХ ЖИВОТНЫХ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Н.В. Изгарышева, О.В. Кригер, А.П. Лапин
ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

Одной из наиболее распространенных проблем здоровья в настоящее время является кислородная недостаточность (гипоксия). Считается, что за последние двести лет концентрация кислорода в воздухе сократилась на 10% вследствие стремительного технического прогресса. В наше время кислород в воздухе занимает 19-20%, при пониженном атмосферном давлении концентрация кислорода может снижаться до 15%. Гипоксия является причиной различных заболеваний, основными из которых следует считать заболевания сердечнососудистой системы [1]. Ежегодно в мире от сердечнососудистых заболеваний умирает около 17 млн. человек [2].

В связи с этим гипоксия является заболеванием, требующим качественной профилактики и терапии. Эффективным способом предотвращения гипоксии является использование аэрированных функциональных продуктов (кислородных коктейлей) [3]. Кислородный коктейль активизирует моторные, ферментативные и секреторные функции желудочно–кишечного тракта, нормализует микрофлору кишечника и улучшает пищеварительный процесс.

Функциональная значимость кислородного коктейля зависит от применяемого пенообразователя, который формирует пену, насыщенную кислородом. Качественные показатели пенной системы определяются наличием поверхностно-активных веществ. Чем выше качественные показатели пенообразователя, тем меньше доля свободного кислорода, окисляющего многие микронутриенты [4].

Наиболее устойчивые пены образуются на основе белковых пенообразователей, которые получают из разнообразных

веществ, либо полностью состоящих из белка, либо содержащих его в значительных количествах [5].

На современном рынке кислородных коктейлей в качестве пенообразователей наиболее распространены яичный белок, корень солодки и желатин, но также используют продукты, имеющие в своем составе компоненты, обладающими свойствами поверхностно-активных веществ. Выбор производителем того или иного пенообразователя зависит от их конкретных свойств, обуславливающих его качественные характеристики. Однако все известные пенообразователи имеют основной недостаток – они не позволяют обогатить кислородный коктейль полезными для организма микронутриентами [5].

Совершенствование физиологической эффективности кислородных коктейлей можно осуществить использованием в качестве пенообразователя гидролизата белков крови убойных животных, в котором сочетаются наиболее оптимальные характеристики, обуславливаемые как технологичностью производства, так и составом сырья [6].

Проблема утилизации крови убойных животных на мясоперерабатывающих предприятиях актуальна. В настоящее время на мясоперерабатывающих комбинатах страны кровь убойных животных используется далеко не полностью (рис. 1). На нужды пищевой и медицинской промышленности используется лишь 3% общего количества боенской крови (еще 27% применяют для технических целей). Оставшаяся часть боенской крови чаще всего сливается в канализацию.

Преимущества пенообразователя на основе гидролизата крови убойных животных очевидны. Во-первых, предлагаемый продукт обладает хорошей пенообразующей способностью, в связи с чем имеет невысокий расход при изготовлении коктейля и предотвращает окисление микронутриентов. Во-вторых, протеиновый пенообразователь содержит большое количество незаменимых аминокислот, минеральных солей, ферментов, сахаров, лецитина и др., а это расширяет спектр действия коктейля.



Рис. 1. Направления использования крови убойных животных

Перспективным сырьем для получения пенообразователей в технологии аэрированных функциональных продуктов является плазма свиной крови. Выбор плазмы свиной крови обусловлен особенностями ее физико-химического состава по сравнению с кровью других сельскохозяйственных животных. Так, по содержанию альбумина плазма свиной крови превосходит кровь крупного рогатого скота и мелкого рогатого скота [7].

Целью настоящей работы являлось исследование состава белков свиной крови в связи с ее использованием в технологии аэрированных функциональных продуктов.

В ходе предварительных исследований было установлено, что центрифугирование свиной крови при факторе разделения 1500 – 2000 позволяет разделить кровь на плазму и эритроциты в объемном соотношении: 50,8% - плазма; 49,2% - эритроциты.

Количественное содержание белков в плазме крови позволяет дать общую оценку потенциальной возможности плазмы образовывать пены. Кроме количественного содержания белка, важным свойством плазмы свиной крови является массовая доля влаги, поскольку рассматривается возможность применения гидролизата плазмы в сухом виде в качестве пенообразователя.

Содержание общего белка в плазме свиной крови определяли на анализаторе белкового азота Rapid N Cube по методу Дюма. Для определения массовой доли влаги в плазме крови использовали арбитражный метод по ГОСТ Р 51479-99.

Полученные результаты представлены в табл. 1.

Отличия в экспериментальных и теоретических значениях общего белка могут быть связаны с тем, что в полученной плазме, кроме известных белков (альбумин, глобулин, фибриноген), содержатся другие вещества белковой природы: лейкоциты и их модификации.

Таким образом, высокое содержание белка в плазме свиной крови позволяет использовать данное сырье для получения протеиновых пенообразователей. Пенообразователи, применяемые на сегодняшний день, имеют ряд недостатков, устранение которых позволит повысить физиологическую эффективность кислородных коктейлей в целом. Во-первых, использование этих пенообразователей не обеспечивает организм всем комплексом незаменимых аминокислот. Во-вторых, поступающие аминокислоты имеют низкую усвояемость, поскольку в организм они поступают в виде высокомолекулярных белков.

Таблица 1

**Общее содержание белка и массовая доля влаги
в плазме свиной крови**

Общее содержание белка, %		Массовая доля влаги, %	
эксперименталь- ное значение	теоретиче- ское значе- ние	эксперименталь- ное значение	теоретиче- ское значе- ние
9,5	8,1	90,5	91,8

Пенообразователи на основе гидролизатов плазмы свиной крови позволяют избежать этих недостатков, поскольку, во-первых, являются источником незаменимых аминокислот и других ценных компонентов, во-вторых, поступают в организм в виде пептидов разной длины и отдельных аминокислот. Кроме того, такие пенообразователи имеют низкую стоимость, так как получены из вторичных сырьевых ресурсов мясной промышленности.

Список литературы

1. Крастелева, И.М. Перинатальная гипоксия, ассоциированная с внутриутробными инфекциями: современное состояние проблемы / И.М. Крастелева // Охрана материнства и детства.- 2010.- №1.- С. 85.
2. Драпкина, О.М. Питание и сердечнососудистые заболевания / О.М. Драпкина, Я.И. Ашихмин, В.Т. Ивашкин // Трудный пациент.- 2006.- Т. 4.- № 8.- С. 43-48.
3. Иванова, Л.Н. Создание и развитие производства продуктов детского и лечебного питания / Л.Н. Иванова // Молочная промышленность.- 2004.- №12.- С. 54.
4. Родионова, Н.С. Свойства различных пенообразователей в технологии кислородных коктейлей // Н.С. Родионова, Л.П. Пашенко, Е.А. Климова // Пиво и напитки.- 2009.- № 5.- С. 20-21.
5. Попов, В.Г. Разработка новых видов функциональных пищевых продуктов с заданными физиологически активными свойствами / В.Г. Попов, Е.А. Бутина, Е.О. Герасименко // Новые технологии.- 2009.- № 4.- С. 25-32.
6. Салаватулина, Р.М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве.- 2-е изд. / Р.М. Салаватулина.- СПб. ГИОРД, 2005.- 248 с.
7. Использование крови крупного рогатого скота в технологии белковых гидролизатов / Н.А. Филимонова, В.П. Бондарев, А.А. Лещенко и др. // Хранение и переработка сельхозсырья.- 2008.- №9.- С. 55-57.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМ СВЯЗИ ВЛАГИ В СТРУКТУРИРОВАННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ

О.В. Козлова, А.Н. Архипов*, Е.С. Лоор, М.М. Сутормина

***ООО «КПФ «Милорада»**

**ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово**

Пищевые продукты представляют собой многокомпонентные системы. Вода – важная составляющая пищевых продуктов. Она присутствует в разнообразных растительных и животных продуктах, как клеточный и внеклеточный компонент, как диспергирующая среда и растворитель. Характер связи влаги с компонентами продукта обуславливает свойства, консистенцию, структуру готового продукта, определяет его устойчивость при хранении. [1].

Качество молочных продуктов в значительной степени зависит от физико-химических свойств составных частей, способных к межмолекулярному взаимодействию, а также к удержанию белковыми веществами влаги в процессе холодной обработки и при последующем термическом воздействии.

С целью уменьшения содержания свободной влаги и усиления связи между отдельными компонентами, в рецептуры продуктов вводят стабилизаторы. Применение стабилизаторов положительно влияет на органолептические свойства (внешний вид, консистенцию, вкус, запах) продуктов, способствует рациональному использованию молочного сырья, снижению вероятности возникновения пороков [2,3].

Целью проведенных исследований явилось исследование форм связи влаги и активности воды в структурированных молочных продуктах в зависимости от вида стабилизатора. В качестве объектов исследования выбраны: творог с массовой долей жира 18,0 % и массовой долей влаги 67,0%; плавленый сыр с массовой долей жира 25,0% и массовой долей влаги 60,0%. Формы связи влаги в структурированных молочных продуктах определяли калориметрическим методом.

Таблица 1

Массовая доля влаги в плавленом сыре, %

Массовая доля стабилизатора, %	Формы связи влаги			
	осмотическая влага	влаги микропор	влаги полимолекулярной адсорбции	влаги мономолекулярной адсорбции
КМЦ 6000-9000				
0,5	49,7±1,49	12,6±0,38	3,8±0,27	0,9±0,06
1,0	48,1±3,37	13,4±0,94	3,9±0,12	1,6±0,11
1,5	44,9±1,35	15,9±0,48	4,2±0,13	2,0±0,06
2,0	42,7±2,99	17,1±1,20	4,6±0,32	2,6±0,18
2,5	41,1±2,88	16,7±1,17	5,4±0,38	3,5±0,10
Ксантановая камедь				
0,5	48,5±1,45	15,6±1,09	1,8±0,05	1,1±0,03
1,0	48,2±3,37	15,0±0,45	2,3±0,16	1,5±0,10
1,5	47,9±1,44	15,3±1,07	2,4±0,07	1,4±0,04
2,0	46,1±3,22	15,8±1,11	2,9±0,09	2,2±0,07
2,5	45,4±3,18	15,6±0,47	3,6±0,25	2,4±0,07
Альгинат натрия				
0,5	49,8±1,49	14,0±0,42	2,6±0,08	0,6±0,02
1,0	46,9±3,3	14,2±0,99	4,1±0,12	1,8±0,13
1,5	45,4±1,36	14,4±0,43	4,6±0,32	2,6±0,08
2,0	44,2±3,09	13,8±0,41	4,8±0,14	4,2±0,13
2,5	43,7±3,06	14,5±0,43	5,0±0,35	3,8±0,11
Пирофосфат				
0,5	43,1±3,02	19,9±0,60	2,9±0,09	1,1±0,03
1,0	41,4±1,24	20,0±0,6	3,7±0,26	1,9±0,13
1,5	38,6±2,70	20,5±0,61	5,4±0,16	2,5±0,07
2,0	36,7±1,10	19,6±1,37	6,8±0,48	3,9±0,12
2,5	35,0±1,05	20,3±0,61	7,4±0,22	4,3±0,30

Результаты исследований творога, жирностью 18,0 % (в качестве стабилизаторов структуры продукта использованы: КМЦ 6000-9000; ксантановая камедь; альгинат натрия; пирофосфат) показывают изменения содержания различных форм связи влаги, в зависимости от массовой доли стабилизатора (табл.1).

Таблица 2

Массовая доля влаги в плавленом сыре, %

Массовая доля стабилизатора, %	Форма связи влаги			
	осмотическая влага	влага микропор	влага полимолекулярной адсорбции	влага мономолекулярной адсорбции
Пектин				
0,5	34,9±1,05	17,6±1,23	2,1±0,15	0,4±0,03
1,5	32,6±0,98	19,4±1,36	2,3±0,16	0,7±0,05
2,5	31,8±0,95	19,9±1,39	2,4±0,17	0,9±0,06
КМЦ 6000-9000				
0,5	34,9±1,05	18,2±0,55	1,0±0,03	0,9±0,06
1,5	31,7±0,95	20,7±0,62	1,5±0,04	1,1±0,08
2,5	26,4±0,79	25,0±0,75	2,2±0,07	1,4±0,10
Ксантановая камедь				
0,5	33,2±2,32	17,1±1,20	3,5±0,24	1,2±0,036
1,5	29,6±2,07	20,1±1,41	2,9±0,20	2,4±0,07
2,5	28,1±1,96	21,0±0,63	3,4±0,24	2,5±0,07
Альгинат натрия				
0,5	41,7±1,25	11,8±0,83	1,1±0,08	0,4±0,03
1,5	39,3±2,75	13,8±0,41	1,4±0,10	0,5±0,03
2,5	35,8±1,07	16,5±1,15	1,9±0,06	0,8±0,06

С повышением массовой доли стабилизатора снижается содержание осмотически связанной влаги, повышается количество влаги поли- и мономолекулярной адсорбции. Наибольшая массовая доля влаги поли- и мономолекулярной адсорбции установлено при массовой доле пирофосфата 2,5%. В присутствии пирофосфата установлено наиболее сильное влияние массовой доли стабилизатора на скорость изменения величины осмотической влаги: при изменении массовой доли пирофосфата от 0,5 до 2,5% содержание осмотической влаги менялось от 43,1 до 35,0%.

Аналогичные исследования проведены и по исследованию форм связи влаги в плавленом сыре жирностью 25,0%, в качестве стабилизаторов структуры использованы: пектин, КМЦ 6000-9000; ксантановая камедь; альгинат натрия (табл. 2).

Плавленный сыр по сравнению с творогом характеризуется наименьшим содержанием влаги, поли- и мономолекулярной адсорбции - 1 - 3,5% и 0,4 - 2,5% соответственно. Наилучшим стабилизатором для плавленого сыра является КМЦ 6000-9000 - минимальное содержание осмотической влаги при концентрации 2,5% составило 26,4%.

Из обобщенного анализа табл. 1-2 можно сделать вывод о том, что наибольшим содержанием осмотической влаги обладает творог. Содержание осмотически связанной влаги находится в пределах 40-50%, за исключением пирофосфата - при его использовании концентрация осмотической влаги может уменьшаться до 35%. Для плавленого сыра это значение находится в пределах 26-42%. Для творога динамика изменения, содержания влаги микропор от массовой доли стабилизатора не так сильно выражены, как у плавленого сыра, у которого наблюдается прямо пропорциональная зависимость данных характеристик. Наименьшей влагой микропор обладает плавленный сыр с применением в качестве стабилизатора альгината натрия с массовой долей 0,5%.

Исследования показывают динамику увеличения содержания влаги поли- и мономолекулярной адсорбции с повышением массовой доли стабилизатора у исследуемых молочных продуктов. Содержание влаги полимолекулярной адсорбции преобладает над влагой мономолекулярной адсорбции. Содержание последней больше всего отмечено у творога при использовании 2,5% пирофосфата. Наименьшее содержание влаги полимолекулярной адсорбции установлено в плавленом сыре при использовании 0,5% КМЦ 6000-9000.

Список литературы

1. Нечаев, А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова.- СПб.: ГИОРД, 2001.- 592 с.
2. Голубев, В.Н. Пищевые и биологически активные добавки / В.Н. Голубев, Л.В. Чичева-Филатова, Т.В. Шленская.- М.: Издательский центр «Академия», 2003.- 208 с.
3. Захарова, Л.М. Тенденции использования пищевых и полифункциональных добавок в производстве молочных продуктов: Монография.- Кемерово, 2002.- 161 с.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СТАБИЛИЗАТОРОВ НА СООТНОШЕНИЕ ПЛАЗМЫ И ФОРМЕННЫХ ЭЛЕ- МЕНТОВ БОЕНСКОЙ КРОВИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

А.П. Лапин, О.В. Кригер

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пище-
вой промышленности», г. Кемерово

Стабилизация крови – это обработка пищевой крови с целью предотвращения её свертывания. Сущность процесса свертывания крови заключается в выпадении, под влиянием особых ферментов, из коллоидного раствора белка плазмы фибриногена, образующего при этом волокнообразную массу тончайших нитей фибрина. Эти нити захватывают в свои петли форменные тела крови, что и приводит к образованию кровяного сгустка [1].

Процесс свертывания крови протекает несколькими этапами. При выходе крови начинают распадаться тромбоциты, освобождая фермент тромбокиназу. Тромбокиназа активирует постоянно растворенный в крови, но находящийся в неактивной форме фермент тромбоген, превращая его в тромбин. Последний при содействии солей кальция крови расщепляет фибриноген плазмы на выпадающий из раствора волокнистый фибрин и остающееся растворенным в плазме фибринопластическое вещество [2].

Быстрота свертывания крови разных видов животных различна. У крупного рогатого скота кровь свертывается через 6,5 мин, у свиней – через 2,5 мин, у лошадей – через 11,5 мин. Поэтому кровь предварительно обрабатывают с целью последующей ее переработки в готовые продукты. Для выработки пищевых продуктов можно применять до 50 % крови, извлекаемой из животного [3].

Для предотвращения свертывания крови проводят ее стабилизацию, что дает возможность сохранить полноценный белок крови фибриноген, увеличить выход готовой продукции, а также механизировать технологический процесс. Стабилизируют кровь, предназначенную на пищевые и технические цели.

Кровь, используемую в колбасном производстве в цельном виде, стабилизируют поваренной солью, а кровь, предназначенную для сепарирования, стабилизировать поваренной солью не допускается, так как при этом наблюдается сильный гемолиз.

Если к отделенной крови немедленно прибавить химическое вещество, дающее с кальцием, содержащимся в крови, нерастворимое соединение, — свертывание не наступает (таблица 1).

Таблица 1

Основные антикоагулянты, употребляемые для предупреждения свертывания крови

Соли	Количество в г/л
Лимоннокислый натрий	3
Растворимые щавелевокислые соли	1
Фтористые соли (Na или NH ₄)	1,5-3
Фосфорнокислые соли	1,5
Сернокислая магнезия	1

Целью данной работы является изучение влияния концентрации стабилизатора на процентное соотношение эритроцитов и плазмы при фракционировании свиной крови.

Для стабилизации пищевой крови применяют стабилизатор лимоннокислый натрий трехзамещенный в количестве 0,3-0,4% массы крови крупного рогатого скота или 0,8-0,9% массы крови свиней. Стабилизатор применяют в виде 10%-ного раствора.

Кроме этого применяются стабилизаторы, связывающие ионы кальция. Практическое распространение получили растворимые одно- и двузамещенные фосфаты, пирофосфаты, триполифосфаты.

Кроме перечисленных стабилизаторов, для стабилизации крови можно использовать 2%-ный раствор синатрина-130-натриевой соли серного эфира гидроцеллюлозы, имеющего вид желтоватого порошка, хорошо растворимого в воде. Он обладает высокой стабилизирующей способностью, нетоксичен и не сообщает крови какого-либо привкуса или запаха. Обработанная

 синатрином-130 кровь в течение длительного времени сохраняется и не образует сгустка.

Таблица 2

Влияние концентрации стабилизатора на соотношение плазмы и форменных элементов крови

Соотношение стабилизаторов	pH	Объем плазмы, %	Объем эритроцитов, %
$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$	7,05	56,6	43,4
$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$: Na_2HPO_4 (5:1)	7,1	55,0	45,0
$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$: Na_2HPO_4 (4:1)	7,2	53,6	46,4
$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$: Na_2HPO_4 (3:1)	7,3	51,0	49,0
$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$: Na_2HPO_4 (2:1)	7,4	51,6	48,4

В проводившихся исследованиях свиную кровь стабилизировали 4%-ным раствором пищевого лимоннокислого натрия и 0,75% раствором двузамещенного фосфата натрия в разных концентрациях. Фракционирование крови осуществляли на лабораторной центрифуге модели «СМ – 50» при частоте вращения 3000 об/мин в течение 10-15 мин. После сепарирования определяли процентное соотношение эритроцитов и плазмы крови. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 2.

Анализ результатов, представленных в таблице 1, свидетельствует о том, что для наибольшего выхода плазмы при фракционировании свиной крови целесообразно применять в качестве стабилизатора 4%-ный раствор цитрата натрия в соотношении с кровью 1:10. Он связывает ионы кальция, что способствует подавлению одного из этапов процесса гемостаза – образования тромбина. Важным свойством цитрата натрия является то, что через 20–30 мин после трансфузии крови, стабили-

зированной с его помощью, он почти полностью (не менее 90%) выводится из организма [4].

Использование двузамещенного фосфата натрия совместно с лимоннокислым натрием в качестве антикоагулянта приводит к подщелачиванию среды до pH 7,1- 7,4 и снижению выхода плазмы на 8%.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Применение стабилизации позволяет сохранить в крови, используемой для пищевых и медицинских целей, полноценный белок - фибриноген и увеличивает выход технической продукции за счет сохранения величины сухого остатка исходной крови.

2. Наиболее подходящими стабилизаторами являются те, которые подавляют ферментную систему свертывания крови. К такому стабилизатору относится цитрат натрия, предотвращающий образование фермента тромбина.

Список литературы

1. <http://elmash-micro.ru/article.php?art=2>
2. <http://www.znaytovar.ru/s/Svertyvanie-krovi-ee-defibrin.html>
3. Беляничев, С.А. Вопросы организации современного производства по убою скота / С.А. Беляничев // Мясные технологи. - 2012. - № 2. - С.
4. Кригер, О.В. Влияние способа предварительной обработки на выход и фракционный состав белков плазмы крови / О.В. Кригер, А.В. Изгарышев, А.П. Лапин // Техника и технология пищевых производств. – 2012. - № 2. – С. 57-61.

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ
ПРИ ПОЛУЧЕНИИ
РАСТИТЕЛЬНО-МОЛОКОСОДЕРЖАЩЕГО
ТВОРОЖНОГО ПРОДУКТА**

И.С. Липартия*, И.С. Миленьева, И.Е. Драгунов ****

*ООО «Сибмикс», Россия, г. Москва

**ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

Творог является одним из наиболее востребованных населением страны молочно-белковый продукт. Фактически ту же роль играют и творожные продукты, в которых полностью используется нативный молочный белок.

В настоящий период молочная промышленность испытывает определенные трудности, связанные с дефицитом молочного сырья. В целях восполнения необходимых ресурсов и обеспечения населения страны полноценным молочным белком в последнее время все больше распространяется практика замены компонентов молока на сырье растительного происхождения. Например, молочный жир заменяется на жиры растительные, их специализированные композиции ЗМЖ – «заменители молочного жира» [1].

С целью расширения технологических и процессовых возможностей производства творожных продуктов, в которых молочный жир заменяется на ЗМЖ, проведено изучение одного из возможных путей совершенствования таких технологий, основанных на использовании ацидогенных веществ. В качестве кислотообразующего агента выбран глюконо-дельта-лактон (ГДЛ).

Глюконо-дельта-лактон – это внутренний эфир глюконовой кислоты, образующейся при ферментации глюкозы. В природе он содержится в меде – около 1%, в винах, виноградном соке – 0,1 – 2,5 г/л, пиве, солоде, в изюме и других сухофруктах, содержащих глюконовую кислоту. В основном, источником для производства ГДЛ является вторичное сырье, которое остается после производства крахмала, а процесс его получения основан

на биохимическом способе. Он состоит из гидролиза крахмала с получением декстрозы (D-глюкозы), ее аэробного окисления (ферментация) с образованием глюконовой кислоты и дегидратации последней с получением глюконо-дельта-лактона. При растворении в воде ГДЛ медленно гидролизуеться с образованием глюконовой кислоты [3].

С целью совершенствования процессов производства творожных продуктов было проведено изучение основных действующих факторов при получении растительно-молокосодержащего творожного продукта с использованием глюконо-дельта-лактона.

Таковыми факторами является количество и условия добавления ГДЛ. При этом рассматривалось влияние, которое оказывает доза внесения ГДЛ на особенности процесса кислотообразования в молоке при получении и обработке молочно-белкового сгустка, потери полезных веществ с сывороткой, физико-химические и органолептические показатели получаемого продукта. Объектами изучения являлись растительно-молокосодержащие творожные продукты с использованием заменителя молочного жира «СОЮЗ 52L» [2] и глюконо-дельта-лактона. Пределы дозировки внесения глюконо-дельта-лактона составляли от 1,5 до 2,5%.

Исследования проводили при выработке творожного продукта с физико-химическими показателями, аналогичными для творога с массовой долей жира 18%, полученного на основе кислотного-сычужного способа производства.

Работы проводили в следующем порядке. В подготовленную нормализованную смесь, охлажденную до температуры свертывания, вносили хлористый кальций и сычужный фермент, а затем сухой глюконо-дельта-лактон (ГДЛ) с перемешиванием смеси в течение двух минут. Измерялась величина активной кислотности молока при различной дозе внесенного ГДЛ. Исследование динамики кислотообразования позволило установить зависимости кислотности молока в процессе свертывания от дозы внесения глюконо-дельта-лактона и температуры, в частности, изменение начального уровня кислотообразования.

Очевидно также, что чем выше температура, тем интенсивнее будет проходить не только процесс гидролиза ГДЛ, но и потеря структурной устойчивости мицелл казеина. При введении ГДЛ контролировали также физическое состояние смеси. Наблюдения об устойчивости белковой системы молока представлены в табл.1.

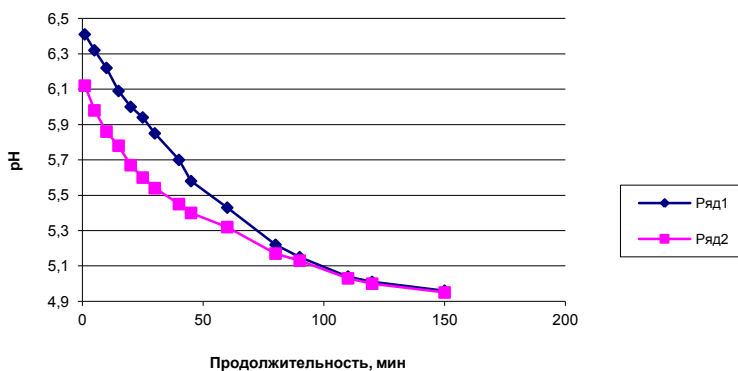
Таблица 1

Влияние величины дозы ГДЛ и температуры на начало структурообразования

Доза внесения ГДЛ, %	Температура нормализованной смеси, °С	Активная кислотность, рН	Признаки начала структурообразования
1,5	32	6,41	Хлопьеобразование отсутствует
	37	6,12	Признаки начала хлопьеобразования
1,75	32	6,05	Хлопьеобразование отсутствует
	37	5,78	Свертывание молока
2,0	32	5,80	Хлопьеобразование отсутствует
	37	5,62	Свертывание молока
2,25	32	5,56	Хлопьеобразование отсутствует
	37	5,47	Свертывание молока
2,5	32	5,45	Хлопьеобразование отсутствует
	37	5,34	Мелкие хлопья белка (структура кисломолочных напитков)

Из данных табл.1 видно, что практически во всем диапазоне введения ГДЛ при температуре 32°С хлопьеобразования в момент окончания перемешивания смеси не наблюдалось. В то же время при температуре 37°С признаки начала хлопьеобразования отмечались уже при дозе ГДЛ 1,75%, а при большей кислотности (меньших значениях рН) можно было говорить о начале образования сгустка.

Типичное изменение скорости кислотообразования в молоке в зависимости от доз внесения ГДЛ и температуры, определяемое скоростью гидролиза ГДЛ, представлено на рис.2.



1 – температура 37°C
2 – температура 32°C

Рис. 1 Изменение скорости кислотообразования в зависимости от температуры (доза внесения ГДЛ=1,5%)

Анализ опытных данных для всего исследованного диапазоне доз внесения ГДЛ показал, что нарастание кислотности во времени проходит неравномерно. Наиболее быстро величина рН изменяется в начальный период гидролиза ГДЛ: от $\approx 0,04$ рН/мин за первые 10 минут (для доз внесения ГДЛ (1,5-2,0)%) и далее по экспоненте до величины 0,015 рН/мин к 30-60 минутам, а абсолютная величина активности кислотности связана с увеличением дозы ГДЛ.

Начиная с 60 до 120 мин. гидролиза, изменение находится в пределах 0,005 рН до 0,003 рН в минуту – для выбранного ранее диапазона ГДЛ. Заметное ускорение нарастания кислотности отмечается при максимальной исследованной дозе внесения ГДЛ-2,5%.

Исследования показывают, что скорость гидролиза зависит также и от температуры. При этом, отличие отчетливо заметно в начальный момент внесения ГДЛ, но уже к 45-90 мин. кривые изменения $pH=f(\tau)$ практически совпадают. При дозах 1,5% и 2,0% это отмечается к 90-ой мин., а для дозы ГДЛ 2,5% - уже к 45-ой минуте.

Такой характер изменения кислотообразования показывает, что практически величина активной кислотности определяется дозой внесения глюконо-дельта-лактона, а скорость гидролиза – еще и температурой молока.

Необходимо подчеркнуть, что знание параметров процесса кислотообразования станет еще более значимым в случаях разработки механизированных схем производства подобного продукта.

Помимо влияния рассмотренных процессовых аспектов технологии, варьирование сочетаний «кислотность-температура» может иметь и экономический фактор, учитывающий затраты на использование ГДЛ, как элемента сырьевого баланса. Различия в величине кислотности молочно-белкового сгустка в результате использования увеличивающихся доз внесения глюконо-дельта-лактона приводит к изменению кислотности получаемого творожного продукта.

Полученные в рассмотренной серии опытов данные важны как для правильного построения самого процесса получения творожного продукта, параметров технологии на его начальном определяющем этапе – внесении ГДЛ, так и его встраивания в производственный цикл предприятия.

Список литературы

1. Степанова Л.И. Растительные жиры в кисломолочных и творожных продуктах // Молочная промышленности.- 2002.- №8.
2. Степанова Л.И. Заменители молочного жира SDS и СОЮЗ – гарантия качества вашей продукции».- 2010.- №10.
3. Филиппович Ю.Б. Основы биохимии: Учеб. для хим. и биол. спец. пед. университет. и ин-тов., 3 изд.-М.: Высшая школа, 1993.- 496 с.

СОЗДАНИЕ ЭМУЛЬГИРУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ

А.И. Лосева

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

Масложировые эмульсионные продукты как многокомпонентные системы, содержащие водную и жировую фазы, наиболее приемлемы для обогащения рационов полезными ингредиентами и могут быть рекомендованы в качестве продуктов здорового питания. Рациональное питание является важнейшим условием поддержания здоровья, роста и развития человеческого организма. Особая роль в этом принадлежит витаминам. Витамины - это не лекарство, а незаменимые пищевые вещества. Жирорастворимые витамины А, Е, К, D, чаще всего добавляют в продукты, содержащие жир: молочные продукты, сливочное масло, вареные колбасные изделия. В качестве «носителей» обогащающих добавок, тех или иных витаминов желательно использовать продукты, которые и в натуральном состоянии являются источником ценных пищевых веществ: зерно – витамины группы В; овощи и фрукты, из которых готовятся соки, витамин С; растительные масла – витамины Е и F, провитамина А. Эмульсия — это дисперсная система, представляющая собой две взаимно нерастворимые жидкости. Важнейшим свойством эмульсий является их устойчивость. Для придания системе агрегативной устойчивости в нее вводят поверхностно-активные вещества (эмульгаторы). Последние должны уменьшать поверхностное натяжение, быстро адсорбироваться на границе раздела фаз за счет наличия дипольной структуры, хорошо растворяться в дисперсной среде, придавать эмульсии определенный кинетический потенциал, влиять на вязкость эмульсий, быть дешевыми и безопасными. В производстве комбинированных продуктов, содержащих в своем составе эмульсионную составляющую, необходимо учитывать следующие факторы: физические и химические свойства поверхностно-активных веществ должны соответствовать свойствам фаз; стабильность эмульсии; органолеп-

тические и физико-механические показатели готовых изделий. Возможность получения эмульсий и их стабильность зависят от многих факторов, основные из которых: вид, состав и функционально-технологические свойства компонентов рецептуры, количество солерастворимых белков в системе, степень их участия в процессе эмульгирования, соотношение жир : белок : вода в эмульсии, последовательность внесения ингредиентов рецептуры при эмульгировании и соблюдение температурно-временных параметров процесса. Стабильность эмульсии обеспечивается наличием тонкого слоя третьего компонента – эмульгатора – на поверхности диспергированных частиц. Этот слой образует энергетический барьер, предотвращая коалесценцию капелек. Устойчивость же высококонцентрированных эмульсий, в том числе и пищевых, обусловлена структурно-механическими свойствами адсорбционно-сольватных слоев.

Для получения эмульсий использовали твердые (пальмовое, кокосовое) и жидкие растительные масла (соевое, подсолнечное). В качестве эмульгаторов были выбраны моно – и диглицериды с различными физико – химическими характеристиками (мягкие и твердые) и их смеси с фосфолипидами. Получали модельные эмульсии в лабораторных условиях с соотношением фаз жир : вода – 65:35 и исследовали их устойчивость к расслаиванию. Установлено, что для мягких моноглицеридов и их смесей с фосфолипидами поверхностная активность в системе «соевое масло - вода» выше, чем в системе «пальмовое масло - вода». Данный факт объясняется большим химическим родством ацилов жирных кислот эмульгатора с триглицеридным составом соевого масла. Для эмульсии «пальмовое масло - вода» наилучшие результаты показателя устойчивости к расслоению были получены при использовании моно - и диглицеридов с йодным числом 25-35 мг йода. Именно в этом интервале находится значение показателя, характеризующего степень ненасыщенности для пальмового масла.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что при создании пищевых эмульсий с различными растительными маслами, необходимо учитывать не только дозировку, но и физико-химические свойства эмульгирующей композиции.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЕДРОВОГО ЖМЫХА В ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРНЫХ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Е.А. Молибога

ФГБОУ ВПО ОмГАУ имени П.А.Столыпина, Россия, г. Омск

В условиях дефицита молочных ресурсов актуальной задачей является разработка молокосодержащих продуктов с использованием сырья растительного происхождения. Для Сибирского региона перспективным представляется использование в качестве такого растительного сырья пищевых жмыхов, получаемых при переработке орехов сосны сибирской (*Pinus sibirica* L.) который, будучи уникальным продуктом природы, содержит белки, микро- и макроэлементы, комплекс жирных кислот и витаминов.

В связи с ухудшением экологической обстановки, возрастанием стрессовых воздействий на человека и другими неблагоприятными факторами, большое значение в настоящее время приобретает проблема повышения качества, безопасности и лечебно - профилактических свойств молочных продуктов [1].

Активно формируется новое научно-практическое направление – разработка рецептур пищевых ингредиентов, обладающих такими свойствами, которые положительно влияют на иммунитет и здоровье человека.

В настоящее время большой ассортимент молочных продуктов, в том числе сырных и плавленых сырных продуктов вырабатывается с использованием разных видов сырья растительного происхождения. Это экономически целесообразно, поскольку обусловлено низкой стоимостью и достаточно высокой его питательной ценностью. Кроме того, применение их позволяет улучшить качественные характеристики готовой продукции за счет уменьшения влияния на них функционально- технологических свойств молочного сырья.

Для Сибирского региона перспективным представляется использование в качестве такого растительного сырья пищевых жмыхов, получаемых при переработке орехов сосны сибирской

(*Pinus sibirica L.*) который, будучи уникальным продуктом природы, содержит белки, микро- и макроэлементы, комплекс жирных кислот и витаминов [2].

Использование кедрового жмыха в производстве сырных продуктов позволит создать продукт нового поколения с повышенной биологической, пищевой ценностью, высокой усвояемостью за счет введения протеолитических ферментов.

При переработке кедровых орехов на кедровое масло в остатке получается кедровый жмых, содержащий, очевидно, остатки жирного масла, растительные белки и зольные элементы, которыми можно обогащать мясные, кондитерские и хлебобулочные изделия. Однако жмых ядра кедрового ореха не всегда находит достойное практическое применение, хотя является ценным побочным продуктом.

По литературным данным изучен химический состав кедрового ореха: жир – 32,7%, белок – 28,7%, углеводы – 27,6%, минеральные вещества – 4,4%, витамины жирорастворимые (А, Е, Д) и водорастворимые – С, группы В [3]. В результате анализа жирнокислотного состава установлено, что в кедровом масле преобладают полиненасыщенные (67,9%) и мононенасыщенные (25,0%) жирные кислоты. Содержание насыщенных жирных кислот составило – 6,0%. Белки ядра кедрового ореха представлены альбуминами (38%), глобулинами (35%), глютаминами (20%) и проламинами (7%).

Характерным для аминокислотного состава кедрового жмыха является преобладание лейцина – 2,71 мг/г белка, валина – 2,58 мг/г и изолейцина – 2,47 мг/г белка, свойственное белкам кедрового жмыха, что позволяет предположить наличие у них антихолестерических свойств. Усвояемость белков кедрового жмыха составляет 95%, что сопоставимо с усвояемостью белков куриного яйца. Жмых ядра кедрового ореха содержит диетические пищевые волокна, представленные такими веществами, как целлюлоза, гемицеллюлоза, пектины, лигнин. Углеводный состав кедрового жмыха очень разнообразен и представлен полисахаридами и водорастворимыми сахарами (крахмал, клетчатка, декстрины, пентозаны, сахароза, раффиноза, глюкоза, фруктоза) [4].

Также в кедровом жмыхе содержится высокое содержание макро- и микроэлементов, что дает возможность использовать их для восполнения суточной потребности в фосфоре, магнии, кальции, меди, цинке, а также эффективно использовать жмых кедрового ореха для профилактики йододефицитных состояний. Особый интерес кедровый жмых представляет как природный источник йода, содержание которого особенно важно для районов Сибири [5].

Таким образом, изучение химического состава, пищевой и биологической ценности кедрового жмыха показало, что в своем составе это гармонично сбалансированный комплекс биологически активных веществ, определяющих сочетанное разностороннее воздействие на органы и системы, ответственные за поддержание чистоты внутренней среды организма человека. Использование этого продукта в рационе питания человека, безусловно, необходимо для полноценной жизнедеятельности организма [6].

В центральной учебно-научной лаборатории аграрно-технологических исследований ведутся научно-исследовательские работы по разработке экологически безвредных, высокотехнологичных продуктов питания для предприятий по комплексной переработке сельскохозяйственной продукции, одним из разделов которой является использование в технологии сырных продуктов кедрового жмыха с высоким содержанием глицеридов, комплексом незаменимых аминокислот, ненасыщенных и насыщенных жирных кислот (97,0%), витамина В (тиамина и рибофлавина), витамина Е (токоферола) и F (ненасыщенные жирные кислоты, входящие в состав глицеридов).

Применение кедрового жмыха в производстве молокосодержащих продуктов позволит создать новые виды сырных и плавленых сырных продуктов сбалансированных по аминокислотному и жирнокислотному составу, обладающих лечебно-профилактическими свойствами.

Список литературы

1. Позняковский В.М. Питание и здоровье / В.М. Позняковский, Н.Г. Челнакова, А.Ф. Гаврилов // Продукты питания и рациональное ис-

пользование сырьевых ресурсов: сб. науч. работ. – Кемерово, 2002. – Вып. 4. – С. 72.

2. Трепаков М.Р. Исследования физико-механических свойств орехов кедра сибирского и совершенствование способов их переработки / Московский технологический институт пищевой промышленности. – М., 1981. – 25 с.

3. Субботина М.А. Биохимический состав и технологические свойства семян сосны сибирской: монография / М.А. Субботина; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2005. – 140 с.

4. Гончаров Д.А., Карапчук К.А. Особенности химического состава жмыха кедровых орехов // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья. – Барнаул: Алтайский государственный университет, 2007. – Кн. 2. – С. 144–148.

5. Хантургаев А.Г. Разработка технологии бифидосодержащих молочных продуктов с использованием кедрового шрота / Восточно-Сибирский государственный технологический университет. – Улан-Удэ, 2002. – 19 с.

ЗАВИСИМОСТЬ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ВОДНОЙ СРЕДЕ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ СУБСТРАТА

Т.О. Момот

Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО
«Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова», Россия, г. Бийск

ФГБУН Институт проблем химико-энергетических
технологий Сибирского отделения Российской академии
наук, Россия, г. Бийск

Ферментативный гидролиз целлюлозосодержащего сырья обычно проводят в ацетатном буфере [1]. Однако, уксусная кислота является ингибитором спиртового брожения, поэтому для получения доброкачественных гидролизатов и, в последующем, биоэтанола ферментативный гидролиз (ФГ) следует проводить в водной среде.

В ИПХЭТ СО РАН успешно проведено исследование ФГ технических целлюлоз из нетрадиционного целлюлозосодержащего сырья в ацетатном буфере, процесс масштабирован в ферментёре объёмом 11 л и проведён в водной среде [2].

В данной работе задача усложнена: в качестве субстрата использованы лигноцеллюлозные материалы (ЛЦМ), полученные методом азотнокислой варки [3]. В качестве сырья для варки использованы возобновляемые источники: биомасса энергетической злаковой культуры *Мискантус китайский* (М) и отходы переработки злаковых культур на примере плодовых оболочек овса (ПОО). Целью данной работы являлось исследование влияния концентрации субстрата на ФГ в водной среде.

Характеристики использованных ЛЦМ М и ЛЦМ ПОО представлены в таблице 1. ЛЦМ ПОО характеризуется меньшей массовой долей (МД) целлюлозы и большей МД пентозанов, являющихся более легко гидролизующимся субстратом. МД золы в ЛЦМ ПОО в два раза выше, чем в ЛЦМ М.

Таблица 1

Характеристики лигноцеллюлозных материалов

Характеристики, МД, % на а.с.с.	№ 592 (ЛЦМ М)	№ 593 (ЛЦМ ПОО)
Целлюлоза по Кюршнеру	88,37	79,21
Пентозаны	7,89	9,22
Зола	4,75	8,19
Лигнин	10,82	13,78
α -целлюлоза	86,76	79,44
Влажность, %	6,2	5,1

Гидролиз проводился в водной среде при активной кислотности 4,6-4,8 ед. рН, которая регулировалась с помощью ортофосфорной кислоты. Опыты проводились при концентрации субстратов 90,0 и 33,3 г/л. В качестве катализаторов использовалась композиция ферментных препаратов «Целлюлюкс А» и «Брюзайм ВГХ», внесённых в количестве 0,02 г / 1 г субстрата в начале ферментации и через 60 часов. Ферментация продолжа-

лась 72 ч при перемешивании на платформе «ПЭ – 6410 М» с частотой 150 мин⁻¹. Температура гидролиза 50 °С. Концентрация редуцирующих веществ (РВ) определялась спектрофотометрическим способом в пересчёте на глюкозу.

Концентрации РВ и их выход по окончании ферментации представлены в таблице 2. Зависимости концентрации РВ от продолжительности ФГ в водной среде приведены на рисунке 1.

Таблица 2

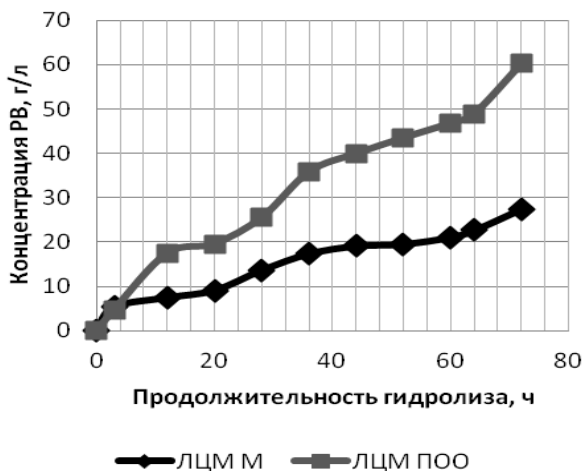
Концентрация РВ и их выход по окончании ферментации

Показатель	Образцы			
	ЛЦМ М		ЛЦМ ПОО	
Концентрация субстрата, г/л	90,0	33,3	90,0	33,3
Концентрация РВ, г/л	27,5	11,4	60,2	25,1
Выход РВ, % от массы субстрата	30,5	34,2	66,9	75,4

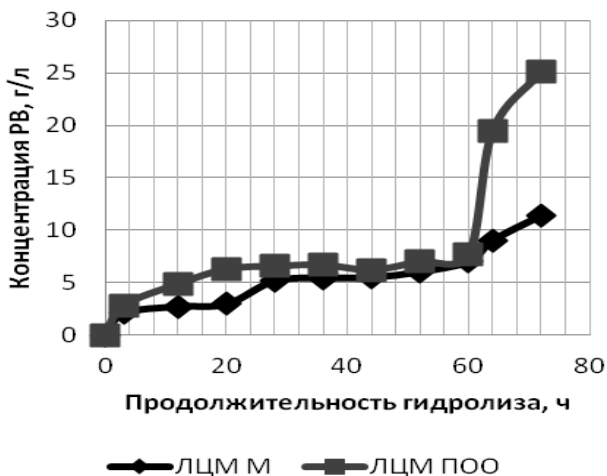
Из полученных данных следует, что выход для ЛЦМ ПОО с концентраций субстрата 33 г/л в 1,12 раз больше, чем у ЛЦМ ПОО с концентрацией субстрата 90 г/л, то есть повышение концентрации субстрата снижает эффективность процесса гидролиза. Для ЛЦМ М такой закономерности нет.

Сравнение ферментативного гидролиза ЛЦМ М и ЛЦМ ПОО показывает, что ПОО гидролизуются полнее. Это можно объяснить природой субстрата и физико-химическими характеристиками исходных ЛЦМ. ЛЦМ ПОО представляет собой рыхлую массу, в то время как ЛЦМ М состоит из довольно плотных конгломератов размером до 1 см. Для получения более высокого выхода РВ при работе с ЛЦМ М необходимо отработать способы предварительного измельчения субстратов.

Гидролиз ЛЦМ в водной среде был проведён впервые. Для ЛЦМ ПОО получен неплохой выход РВ. Необходимо



А



Б

Рис. 1 – Зависимость концентрации РВ от продолжительности ферментативного гидролиза ЛЦМ М и ЛЦМ ПОО в водной среде: А – 90 г/л, Б – 33,3 г/л

продолжить изучение ФГ с целью повышения выхода РВ и получения концентрированных гидролизатов, пригодных для спиртового брожения.

Работа выполнена в рамках партнерского проекта фундаментальных исследований № 11, выполняемому ИПХЭТ СО РАН совместно с организациями УрО РАН «Химическая, механохимическая и ферментативная деструкция целлюлозосодержащего сырья для получения ценных продуктов».

Список литературы

1. Hannah K. Murnen et al. Optiization of ammonia fiber expansion (AFEX) pretreatment and enzymatic hydrolysis of *Miscanthus giganteus* to fermentable sugars // Biotechnol. Prog., 2007, 23. – P. 846–850.
2. Скиба Е.А. Масштабирование ферментативного гидролиза технической целлюлозы мискантуса / Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: материалы V Всерос. конф., Барнаул, 24-26 апреля 2012 г. /Под ред. Н.Г. Базарновой, В.И. Маркина. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2012. – С. 384-385.
3. Золотухин В.Н., Будаева В.В., Митрофанов Р.Ю. Получение целлюлозы из недревесного сырья на опытной установке / Синтез и разработка технологии компонентов высокоэнергетических составов и химических продуктов гражданского применения: тезисы докладов научно-технической конференции, посвященной 50-летию отдела 20 ФГУП «ФНПЦ «Алтай» (17-18 июня 2010 г., г. Бийск). – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – С. 55-57.

ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ГИДРОЛИЗ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧАСТОТЫ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ

Т.О. Момот, О.В. Байбакова, Е.А. Скиба

Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО
«Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова», Россия, г. Бийск

ФГБУН Институт проблем химико-энергетических
технологий Сибирского отделения Российской академии
наук, Россия, г. Бийск

Биокаталитическое превращение лигноцеллюлозных материалов (ЛЦМ) в раствор сахаров является важнейшим этапом в технологии биоэтанола.

Целью данной работы являлось исследование влияния перемешивания в ходе ферментативного гидролиза на его эффективность. В качестве сырья для проведения работы в ИПХЭТ СО РАН используются возобновляемые источники: биомасса энергетической злаковой культуры *Мискантус китайский* (М) и отходы переработки злаковых культур на примере плодовых оболочек овса (ПОО) [1]. Известно, что нативное сырьё плохо гидролизуется [2], поэтому была проведена его варка в растворе азотной кислоты [3]. Характеристики полученных влажных ЛЦМ М и ЛЦМ ПОО представлены в табл. 1.

Гидролиз каждого образца проводился в водной среде при рН 4,6-4,8. Это естественный уровень активной кислотности для суспензии данного субстрата. Концентрация субстрата во всех опытах составила 90 г/л. В качестве катализаторов использовалась композиция ферментных препаратов «Целлюлюкс - А» и «Брюзайм ВГХ», внесённых в количестве 0,02 г / 1 г субстрата. Ферментация проводилась при температуре 50 °С в течение 60 ч. Были исследованы следующие режимы перемешивания:

А) контроль, в статических условиях;

Б) на перемешивающей платформе «ПЭ – 6410 М» с частотой перемешивания 150 мин⁻¹;

В) на инкубаторе «UNIMAX 1010» с частотой перемешивания 170 мин^{-1} . Концентрация редуцирующих веществ (РВ) определялась спектрофотометрическим способом в пересчёте на глюкозу.

Таблица 1

Характеристики лигноцеллюлозных материалов

Характеристики, массовая доля, % на а.с.с.	№ 558 ЛЦМ М	№ 560 ЛЦМ ПОО
Целлюлоза по Кюршнеру	88,37	79,21
Пентозаны	6,0	9,74
Зола	4,65	8,03
Лигнин	11,37	13,01
α -целлюлоза	85,78	79,68
Влажность, %	75,3	69,6

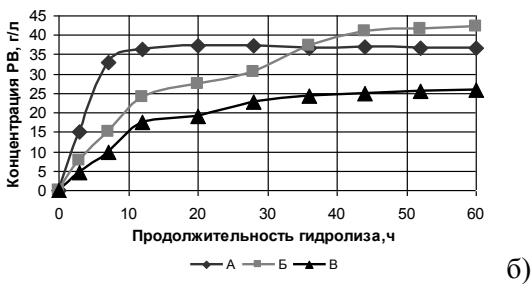
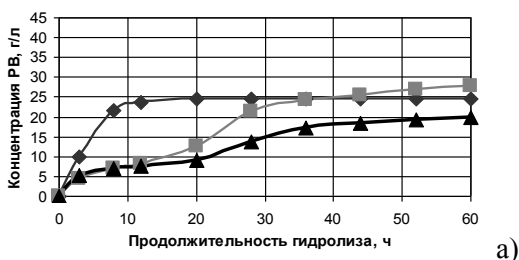
Концентрации РВ и их выход по окончании ферментации представлены в таблице 2. Зависимости концентрации РВ от продолжительности ФГ в статических условиях и при перемешивании приведены на рисунке 1.

Для обоих видов сырья ферментация в статических условиях обеспечивает более быстрое накопление РВ – уже через 8 часов графики выходят на плато. При этом концентрация РВ в гидролизатах выше, чем при ферментации в условиях перемешивания. Однако это не обеспечивает максимального выхода сахаров. При перемешивании с частотой 150 мин^{-1} (вариант Б) реакция гидролиза проходит глубже: через 60 ч для ЛЦМ М выход РВ на 3 г/л выше, чем при ферментации в статических условиях, для ЛЦМ ПОО – на 6 г/л. Частота перемешивания 170 мин^{-1} оказывается избыточной для обоих видов субстрата. При таких условиях концентрация РВ минимальна. Это можно объяснить тем, что лимитирующей стадией ферментативного гидролиза целлюлозы является присоединение фермента к субстрату [2].

Таблица 2

Результаты проведения ферментации

Показатель	Образцы и способы ферментации					
	ЛЦМ М			ЛЦМ ПОО		
	А	Б	В	А	Б	В
Концентрация РВ через 8 часов ферментации, г/л	24,5	7,6	7,0	32,9	17,5	7,7
Концентрация РВ через 60 часов ферментации, г/л	24,5	27,8	19,7	36,6	42,1	25,9
Выход РВ, % от массы субстрата	25,0	30,8	21,8	36,6	46,7	28,7



А – контроль, статические условия;
 Б – частота перемешивания 150 мин⁻¹;
 В – частота перемешивания 170 мин⁻¹

Рис. 1 – Зависимости концентрации РВ от продолжительности ферментативного гидролиза в зависимости от частоты перемешивания: а) ЛЦМ М; б) ЛЦМ ПОО

Сравнение ферментативного гидролиза ЛЦМ М и ЛЦМ ПОО показывает, что ПОО гидролизуется полнее. Это можно объяснить природой субстрата и физико-химическими характеристиками исходных ЛЦМ. ЛЦМ ПОО характеризуется меньшей целлюлозой и большей массовой долей пентозанов, являющихся более легко гидролизующимся субстратом.

В результате проведенной работы можно сделать вывод о целесообразности первые 8 часов проводить ферментацию без перемешивания, а далее с перемешиванием с частотой не более 150 мин⁻¹.

Работа выполнена в рамках партнерского проекта фундаментальных исследований № 11, выполняемому ИПХЭТ СО РАН совместно с организациями УрО РАН «Химическая, механохимическая и ферментативная деструкция целлюлозосодержащего сырья для получения ценных продуктов».

Список литературы

1. Будаева В.В. Ферментация продуктов переработки мискантуса и отходов злаков / Альтернативные источники сырья и топлива: тезисы докладов III Международной научно-технической конференции «АИСТ – 2011», Минск, 24-26 мая 2011 г. / Под ред. В.Е. Агабекова, И.И. Лиштван. – Минск: Изд-во института химии новых материалов НАН Беларуси, 2011. – С. 22.
2. Сеницын А.П., А.В. Гусаков, В.М. Черноглазов Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов – М.: Изд-во Московского университета, 1995. – 224 с.
3. Будаева В.В., Золотухин В.Н. Возможности азотнокислого способа переработки плодовых оболочек овса / Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы 5-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием (24-26 мая 2012 г., г. Бийск). – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2012. – С. 153-156.

ПОДБОР ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОЛИЗАТОВ МОЛОЧНОЙ СЫ- ВОРОТКИ С НИЗКОЙ АЛЛЕРГЕННОСТЬЮ

М.В. Новоселова, Л.С. Солдатова М.А. Кушевская
ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

Молочная промышленность относится к ресурсо- и энергоемким отраслям промышленности. Молокоперерабатывающие предприятия в большинстве своем сливают молочную сыворотку, образующуюся в процессе производства молочных продуктов в канализацию, как отходы производства, что является негативным с экологической точки зрения и пресчетом с экономической.

Объемы получаемой молочной сыворотки теоретически достигает 90% объема перерабатываемого молока: практически они несколько меньше из-за неполного сбора и технологических потерь. В сыворотку переходит около 50% сухих веществ молока. По данным Международной молочной федерации из 120 млн. тонн молочной сыворотки, получаемой в мире (в России - более 15 млн. тонн), до 15% сливается в канализацию, что приводит к безвозвратной потере около 400 тысяч тонн молочного белка и ряда других ценных компонентов молочного сырья [1].

В условиях дефицита и значительной стоимости молочного сырья молочную сыворотку целесообразно использовать полностью, в первую очередь для увеличения выпуска пищевых продуктов.

Однако молочная сыворотка относится к пищевым веществам, обладающим наибольшей аллергенной активностью.

Согласно базам данных IUIS, BioPer, Allergen Online, AllerMatch самыми аллергенными фракциями сыворотки, фракционный состав которой представлен в табл. 1, являются: α -лактальбумин, β -лактоглобулин и сывороточный альбумин.

Таблица 1

Фракционный состав сыворотки

Фракция	Содержание, %
β -лактоглобулин	58
α -лактальбумин	13
Иммуноглобулины	12
Сывороточный альбумин	6
Малые белки	12

β -лактоглобулин составляет около 12% общего белка молока и 58 % сыворотки. Он обладает наибольшим аллергенным потенциалом среди сывороточных белков. Высокая иммунореактивность обусловлена его устойчивостью к протеолизу пепсином в кислой среде желудка [5].

В целях снижения антигенных свойств молочное сырье можно подвергнуть тепловой обработке. Однако термоденатурация способна приводить как к разрушению областей антигенных детерминант, так и агрегации белковых молекул, экспонированию ранее скрытых антигенных детерминант [4].

Наиболее перспективным подходом для снижения аллергенности молочных продуктов является конверсия молочных белков протеолитическими ферментами, направленная на получение их гидролизатов с заданными молекулярно-массовым распределением и остаточной антигенностью. Особенностью действия протеолитических ферментов является их специфичность по отношению к типу пептидной связи, что позволяет получать гидролизаты с различной степенью гидролиза белка [2, 3].

Целью работы является подбор ферментных препаратов, ведущих к наибольшему снижению аллергенных свойств сыворотки.

Выбор ферментных препаратов для гидролиза сырья проводился на основе анализа литературных данных по специфичности ферментов (сайты гидролиза), с помощью программы PeptideCutter (<http://expasy.org>), а также данных эпитопного картирования аллергенов молочной сыворотки.

Так, с помощью баз данных IUIS, BioPer, Allergen Online, AllerMatch выбраны все аллергенные фракции сыворотки и их эпитопы.

С баз данных NCBI и BioPer получены последовательности фракций сыворотки молока.

В дальнейшем проводился теоретический гидролиз фракций сыворотки всеми доступными ферментами для применения в пищевой промышленности - протеазами, исходя из специфичности каждого фермента, допустимых для применения в пищевой промышленности. После чего проводили сопоставление полученных пептидов с имеющейся базой данных эпитопов.

Таблица 2

Сводная таблица результатов теоретического ферментативного гидролиза на примере β -лактоглобулина

Фермент	Количество оставшихся эпитопов	Количество сайтов расщепления	Количество свободных аминокислот
β -лактоглобулин: количество эпитопов - 300			
Thermolysin	13	67	30
Protamex Subtilisin	11	56	17
Protamex Neutral protease	42	41	11
Alcalase (subtilisin)	11	56	17
Neutrase	42	41	11
Протеиназа К	0	84	36
Трипсин	101	18	2
Химотрипсин (высокой специф-ти)	152	10	1
Химотрипсин (низкой специф-ти)	33	43	9
Пепсин (pH 1,3)	39	57	25
Пепсин (pH 2)	46	47	11
Asp-N-endorpeptidase	126	11	1

В полученных гидролизатах каждой фракции определяли количество оставшихся эпитопов, сайтов расщепления и свободных аминокислот. В табл. 2 представлены результаты анализа на примере самой аллергенной фракции β -лактоглобулина (для других фракций наблюдалась аналогичная картина).

Как видно из таблицы 2, наиболее оптимальным с точки зрения остаточной антигенности и содержания свободных аминокислот являются следующие ферменты: Protamex, Alcalase и Thermolysin. При гидролизе протеиназой К наблюдается наименьшее остаточное содержание антигенных детерминант, однако при этом белки гидролизуются до высокого содержания свободных аминокислот, что является нежелательным.

При анализе гидролизатов компанией DSM, выпускающей негорькие пептиды, выбран еще один фермент Corolase (экзопептидаза).

Таким образом, выбраны 4 ферментных препарата: Protamex, Alcalase, Thermolysin и Corolase.

Дальнейшие исследования связаны с оптимизацией условий ферментативного гидролиза путем проведения многофакторных экспериментов и подбором мультиферментных композиций, обеспечивающих получение молочного сырья с низкой аллергенностью и привлекательными органолептическими характеристиками (отсутствие выраженной горечи).

Список литературы

1. Рациональность и некоторые экономические аспекты переработки сыворотки. <http://www.milkbranch.ru/publ/view/346.html>
2. Головач, Т.Г. Антигенные свойства нативных и термообработанных сывороточных белков и их ферментативных частичных гидролизатов / Т.Г. Головач, В.П. Курченко, Л.И. Сурвило. // Труды БГУ. – 2011.-Т. 6, Ч.1.- С. 209-223.
3. Рытченкова, О.В. Оптимизация процесса получения ферментативных гидролизатов белков молочной сыворотки с применением протеолитических ферментов / О.В. Рытченкова, А.А. Красноштанова // Фундаментальные исследования. -2001 г.- № 8 .- С. 663-666
4. Goldman, A.S. Milk allergy. I. Oral challenge with milk and isolated milk proteins in allergic children / A.S. Goldman, D.W. Anderson, W.A. Sellers, S. Saperstein, W.T. Kniker, S.T. Halpern // Pediatrics - 1963. – Vol. 32. – P. 425–443.

5. Головач, Г.Н. Аллергенность белков молока и пути ее снижения /. Г.Н. Головач, В.П. Курченко // Труд Белорусск. гос. ун-та. Сер: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – 2010.- Т.5, Ч.1.- С.9-55.

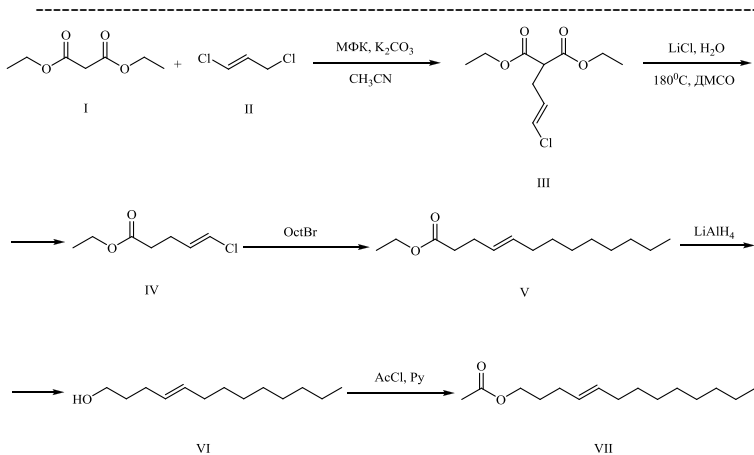
СИНТЕЗ ПОЛОВОГО ФЕРОМОНА ТОМАТНОЙ МОЛИ *KEIFERIA LYCOPERSICELLA*

А.Ш. Сунагатуллина, Р.Н. Шахмаев, В.В. Зорин
Уфимский государственный нефтяной технический
университет, Россия, г. Уфа

(4E)-Тридец-4-ен-1-илацетат идентифицирован как половой феромон томатной моли *Keiferia lycopersicella* [1]. Известные методы синтеза данного соединения, в которых трансoidalная конфигурация двойной связи создается с использованием ацетиленовых интермедиатов [2-4], применением конденсации Кновенагеля [5], раскрытием циклопропанового кольца [6], изомеризацией цис-алкенола в требуемый транс-изомер [7], раскрытием дигидропиранового кольца [8], характеризуются низкими выходами и неудовлетворительной стереоселективностью.

Нами изучена возможность получения феромона томатной моли *Keiferia lycopersicella* на основе промышленно доступного 1,3-дихлорпропена – токсичного побочного продукта хлорирования пропилена.

Предлагаемая схема синтеза феромона основана на алкилировании малонового эфира (I) (*E*)-1,3-дихлорпропеном (II) с использованием межфазного катализатора [9] и последующим декарбокисированием по методу Крапчо. Кросс-сочетание этил-(4*E*)-5-хлоропент-4-еноата (IV) с реактивом Гриньяра, катализируемое солями переходных металлов и их комплексами, с высоким выходом приводит к этил-(4*E*)-тридец-4-еноату (V). Последующее восстановление эфира (V) литийалюминийгидридом и ацилирование образующегося спирта (VI) приводит к требуемому феромону (VII).



Строение и стереохимическая чистота полученных соединений подтверждена ГЖХ-анализом с использованием капиллярной колонки, данными ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии.

ИК спектры записаны в тонком слое или в таблетках KBr на ИК Фурье-спектрофотометре IRPrestige-21 SHIMADZU. Спектры ЯМР ^1H и ^{13}C записаны в CDCl_3 на приборе Bruker AM-300 (рабочая частота 300 и 75.47 МГц соответственно), внутренний стандарт – ТМС. Хроматографический и масс-спектральный анализ проводили на хроматомасс-спектрометре GCMS-QP2010S SHIMADZU (электронная ионизация при 70 эВ, диапазон детектируемых масс 33 – 500 Да). Использовали капиллярную колонку HP-1MS (30 м×0.25 мм×0.25 мкм), температура испарителя 280 °С, температура ионизационной камеры 200 °С. Анализ проводили в режиме программирования температуры от 50 до 280 °С со скоростью 10 °С/мин, газ-носитель – гелий (1.1 мл/мин).

Диэтил[(2*E*)-3-хлорпроп-2-ен-1-ил]пропандиоат (III). ИК спектр, ν , см^{-1} : 2982, 2938, 2907, 1748, 1732, 1699, 1634, 1464, 1445, 1393, 1369, 1337, 1281, 1221, 1153, 1096, 1032, 978, 937. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 1.27 т (6H, 2 CH_3 , J 7.0 Гц), 2.63 т (2H, CH_2 , J 7.3 Гц), 3.40 т (1H, CH , J 7.3 Гц), 4.21 к (4H, 2 CH_2O , J 7.0 Гц), 5.88 д (1H, = CH , $J_{\text{транс}}$ 13.2 Гц), 6.09 д (1H, = CHCl , $J_{\text{транс}}$ 13.2 Гц). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_{C} , м.д.: 13.89, 29.84, 51.15, 61.44,

120.04, 129.06, 168.25. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 199(17), 161(13), 160(16), 143(18), 133(14), 125(100), 115(15), 97(88), 81(19), 77(11), 75(29), 69 (11), 55(12), 53(24), 51(12).

Этил-(4*E*)-5-хлоропент-4-еноат (IV). ИК спектр, ν , см^{-1} : 2982, 2932, 1732, 1634, 1445, 1373, 1350, 1300, 1240, 1192, 1161, 1096, 1036, 935, 856. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 1.26 т (3H, CH_3 , J 7.0 Гц), 2.34-2.44 м (4H, C^2H_2 , C^3H_2), 4.11 к (2H, CH_2O , J 7.1 Гц), 5.86-5.95 м (1H, $=\text{C}^4\text{H}$), 6.03 д (1H, $=\text{C}^5\text{H}$, $J_{\text{траис}}$ 13.3 Гц). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_{C} , м.д.: 14.04 (CH_3), 26.07 (C^3), 33.34 (C^2), 60.39 (CH_2O), 118.30 (C^5), 131.67 (C^4), 172.27 (C^1). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 127(86), 117 (27), 99(100), 91(24), 89(40), 88(31), 75(27), 53(46), 43(15).

Этил-(4*E*)-тридец-4-еноат (V). ИК спектр, ν , см^{-1} : 2924, 2853, 1735, 1470, 1371, 1344, 1300, 1248, 1177, 1161, 1040, 968. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 1.23-1.26 м (18H, 2CH_3 , 6 CH_2), 1.96 к (2H, C^3H_2 , J 6.0 Гц), 2.27-2.39 м (4H, C^2H_2 , C^6H_2), 4.13 к (2H, CH_2O , J 6.8 Гц), 5.34-5.51 м (2H, $=\text{C}^4\text{H}$, $=\text{C}^5\text{H}$). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_{C} , м.д.: 14.03 (CH_3), 14.18 (C^{13}), 22.63 (C^{12}), 27.90 (C^3), 29.10 (C^9), 29.25 (C^7), 29.43 (C^8 ; C^{10}), 31.85 (C^{11}), 32.45 (C^6), 34.47 (C^2), 60.13 (CH_2O), 127.87 (C^5), 131.79 (C^4), 173.22 (C^1). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 152(44), 110(41), 109(21), 101(29), 98(28), 97(46), 95(38), 88(83), 84(46), 83(38), 82(32), 81(47), 71(38), 70(46), 69(51), 68(36), 67(69), 61(25), 60(20), 57(30), 55(85), 54(35), 43(73), 41(100).

(4*E*)-тридец-4-ен-1-ол (VI). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3377, 3334, 3321, 3266, 2955, 2926, 2853, 1466, 1454, 1059, 966, 909. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 0.88 т (3H, C^{13}H_3 , J 7.0 Гц), 1.26-1.34 м (12H, 6CH_2), 1.60-1.65 м (2H, C^2H_2), 1.90 уш. с (1H, CH_2OH), 1.97 к (2H, C^3H_2 , J 6.7 Гц), 2.07 к (2H, C^6H_2 , J 7.0 Гц), 3.63 т (2H, C^1H_2 , J 6.6 Гц), 5.37-5.48 м (2H, $=\text{C}^4\text{H}$, $=\text{C}^5\text{H}$). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_{C} , м.д.: 14.03 (C^{13}), 22.60 (C^{12}), 28.83 (C^2), 29.13 (C^7), 29.25 (C^3), 29.43 (C^{10}), 29.52 (C^8), 31.83 (C^9), 32.40 (C^{11}), 32.52 (C^6), 62.38 (C^1), 129.30 (C^5), 131.16 (C^4). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 97(16), 96(31), 95(30), 83(23), 82(63), 81(73), 79(30), 71(23), 69(34), 68(84), 67(81), 57(36), 56(18), 44(14), 43(57), 42(15), 41(100).

(4*E*)-тридец-4-ен-1-илацетат (VII). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3020, 2924, 2850, 1743, 1450, 1375, 1240, 1050, 960. Спектр ЯМР

^1H , δ , м. д.: 0.88 т (3H, C^{13}H_3 , J 7.0 Гц), 1.26-1.33 м (12H, 6CH_2), 1.66-1.71 м (2H, C^2H_2), 1.97 к (2H, C^6H_2 , J 6.9 Гц), 2.03-2.07 м (5H, C^3H_2 , $\text{CH}_3\text{C}=\text{O}$), 4.06 т (2H, $\text{C}^1\text{H}_2\text{O}$, J 6.7 Гц), 5.34-5.47 м (2H, $=\text{C}^4\text{H}$, $=\text{C}^5\text{H}$). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_{C} , м.д.: 14.05 (C^{13}), 20.95 ($\text{CH}_3\text{C}=\text{O}$), 22.62 (C^{12}), 28.44 (C^2), 28.79 (C^3), 29.12 (C^8), 29.24 (C^{10}), 29.42 (C^7), 29.48 (C^9), 31.85 (C^{11}), 32.51 (C^6), 63.97 (C^1), 128.56 (C^5), 131.59 (C^4), 171.16 ($\text{CH}_3\text{C}=\text{O}$). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 96(20), 95(17), 82(39), 81(48), 79(16), 69(19), 68(87), 67(63), 55(37), 54(32), 43(100), 41(49).

Список литературы

1. Ogawa K., Yamamoto A. Пат. 3814465 (1989). ФРГ. Chem. Abstr. **1990**, 112, 114214u.
2. Patterson J.W.. *Synthesis*. **1985**, 3, 337.
3. Fukumoto T., Yamamoto A. Пат. 2101028 (1990). Япония. Chem. Abstr. **1990**, 113, 112635t.
4. Melikyan G.G., Aslanyan G. Kh., Atanesyan K.A., Mkrtchyan D.A., Badanyan Sh. O. *Khim. Prir. Soedin.* **1990**, 1, 102.
5. Bikulova L.M., Verba G.G., Abduvakhobov A.A.. *Khim. Prir. Soedin.* **1991**, 3, 444.
6. Moiseenkov A.M., Czeskis B.A., Ivanova N.M., Nefedov O.M. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. I.* **1991**, 11, 2639.
7. Seufert W., Buschamann E., Becker R., Seppelt W., Mackenroth W. Пат. 4,006,913 (1991). ФРГ. Chem. Abstr. **1991**, 115, 255619n.
8. Mitchener Jr.J.P., Thomas J.C., Ogle C.A. Main Group Met. Chem. **1999**, 22, 435.
9. Сунагатуллина А.Ш., Шахмаев Р.Н., Зорин В.В. *Баш. хим. ж.* **2012**, 19, 5.

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. А. Терехов, Р.А. Сухих

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

Проблема сырьевой зависимости на сегодняшний день коснулась множества отраслей пищевых перерабатывающих предприятий различных стран мира. Единственный и наиболее правильный путь её решения – это интенсивный рост использования ресурсов, что в свою очередь приведет к устойчивому развитию экономики и повышению качества жизни нынешнего и будущего поколений. В чем же заключается эта интенсивность? Как ни странно лидирующую позицию занимает переработка вторичного сырья и использования продуктов переработки в различных технологиях. В свою очередь высокая обеспеченность российских регионов природными богатствами привела к отсутствию, каких бы то ни было стимулов к вовлечению в использование вторичных и некондиционных ресурсов.

Анализ информационных материалов показывает, что за год в России образуется более 750 млн. т. отходов органического происхождения. По данным Росстата, только растительных отходов за год формируется более 180 млн. т., около 120 млн. т. животноводческих отходов, более 2,5 млн. т. осадков сточных вод, которые являются вторичными сырьевыми ресурсами.

На данный момент проблема использования вторичных сырьевых ресурсов в нашей стране решается двумя способами: либо использование в непереработанном виде, либо захоронение. К сожалению, в настоящее время чаще прибегают ко второму способу, что никак нельзя назвать безопасным фактором. Сам процесс захоронения достаточно невыгоден. Во-первых, следует учитывать расходы на транспортировку, во-вторых, огромные площади, занимаемые отходами. К тому же эти площади сами являются источником загрязнения окружающей среды. Отходы, вывозимые на специальные полигоны для захоронения, составляют около 90% всех отходов.

В настоящее время в связи с интенсивным развитием биотехнологических методов перспективным представляется переработка органических отходов с использованием биологических способов.

В Российской Федерации мясоперерабатывающая промышленность дает огромное количество отходов и побочных коллагенсодержащих продуктов (сухожилия, обрезки шкур, кость, краевые участки свиных шкур и др.), которые до последнего времени в силу различных причин использовались недостаточно и загрязняли окружающую среду. Вместе с тем, коллагенсодержащие побочные продукты – это ценные виды сырья, основным компонентом которого является белок коллаген (от 55 до 87%).

Актуальность проблемы переработки коллагенсодержащего сырья биотехнологическими методами (биокаталитическая деструкция) вызвана целым рядом неотложных задач, остро стоящих перед мясной промышленностью:

- недостаток пищевого и кормового белка в мировом производстве;
- необходимость рациональной переработки вторичного сырья в мясной промышленности;
- развитие сферы производства функциональных продуктов питания и широкое распространение пищевых добавок при отсутствии или ограниченном ассортименте с высокой жиरोудерживающей способностью.

Анализ отечественных и зарубежных литературных источников свидетельствует о том, что в настоящее время сложились разные направления использования коллагенсодержащего сырья и его отходов: получение белково-жировых добавок, эмульсий, многофункциональных препаратов, структурированных продуктов, желатина, препаратов для парфюмерно-косметической промышленности, ветеринарии, зоотехнии, медицины, производство кожевенной продукции.

Одним из перспективных инновационных направлений переработки вторичного коллагенсодержащего сырья является получение важных биотехнологических продуктов – аминокислот. Проблема получения отдельных, особенно незаменимых,

аминокислот с целью создания продуктов лечебно-профилактического назначения в настоящее время актуальна для биотехнологической промышленности. Это связано с тем, что незаменимые аминокислоты должны постоянно поступать в организм, поскольку их отсутствие ведет к угрожающим жизни явлениям: задержка роста, отрицательный азотный баланс, расстройство биосинтеза белков и т.д. Анализ статистических данных свидетельствует о том, что за последний год спрос на аминокислоты в России вырос на 30%.

Целью данной научно-исследовательской работы предложить более выгодный, как с технологической, так и с экономической точки зрения, метод переработки вторичного сырья мясной промышленности в аминокислоты.

Для выделения аминокислот из молекулы коллагена ее необходимо гидролизовать. Для этого целесообразно использование кислотного, щелочного или ферментативного гидролиза в зависимости от ожидаемого результата.

Метод основан на ферментном гидролизе молекул коллагена и дальнейшей отчистки продуктов обработки. Ферментный гидролиз является мягким методом воздействия протеолитических ферментных препаратов на молекулы белка коллагена. Продукты расщепления, т. е. аминокислоты: глицин, оксипролин, пролин и др., физиологичны, легко проникают в клетку, являются аналогами природных продуктов ЖКТ.

Работы в данном научно-техническом направлении ведутся в течение последнего года, в ходе которого были установлены оптимальные параметры щелочного, кислотного и ферментативного гидролиза вторичных коллагенсодержащих продуктов, позволяющие вести направленный процесс гидролиза с высвобождением необходимого набора аминокислот, основной из которых является глицин.

Список литературы

1. Попов Е.М., Иванов В.Т., Соркина Т.И. Проблема белка: Структурная организация белка. – М.: Наука, 1997. – 243 с.
2. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
3. www.meatinfo.ru/surveys

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ПИТАНИЯ РАБОЧИХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

М.Т. Шулбаева, А.И. Лосева

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

В России происходит значительное изменение отношения людей, и в особенности социально активных слоев населения, к собственному здоровью. Становится все более понятным, что именно здоровье определяет работоспособность человека в современном обществе и, соответственно, уровень жизни и благополучия. Создание условий, обеспечивающих удовлетворение потребностей различных групп населения в рациональном, здоровом питании с учетом их традиций, привычек и экономического положения, в соответствии с требованиями медицинской науки является приоритетным направлением государственной политики в области здорового питания. Характерной особенностью современных пищевых продуктов является сложность их рецептурных составов. Наличие в составе продукта большого количества пищевых ингредиентов различной химической природы, проявление свойств и взаимодействий которых в ходе технологического процесса обеспечивает получение пищевого продукта определенной пищевой ценности с заданной совокупностью потребительских характеристик.

Особенность продуктовых инноваций в молочной промышленности заключается в том, что новые виды продуктов должны обеспечить решение следующих задач: рациональное использование поступающего на предприятие сырья; увеличение сроков годности молочных продуктов; улучшение структуры белкового питания населения, направленного на ликвидацию дефицита белка, его качественной неполноценности; удовлетворение потребности населения в продуктах, обогащенных витаминами и биологически активными добавками, позволяющими ослабить фактор воздействия неблагоприятной экологии на че-

ловека; увеличение ассортимента диетических и диабетических продуктов. Для производства традиционных масложировых продуктов и продуктов здорового питания необходимы стабилизаторы, пищевые добавки, ароматизаторы, функцию которых могут выполнять вещества с повышенной питательной ценностью, обладающие технологическими и функциональными свойствами (молочная кислота, пектины, полиненасыщенные жирные кислоты, микрокристаллическая целлюлоза, лактулоза и т.д.). Целесообразно обогащать масложировую продукцию премиксами на основе местного растительного сырья. Созданию эмульсий предшествует большая исследовательская работа. На первом этапе проводится анализ ингредиентов, которые могли быть использованы для приготовления эмульсий, на втором – определяется соотношение основных компонентов в эмульсии, на третьем – разрабатывается рецептуры композиций эмульсий (полупродукт) и отрабатываются соотношения эмульгаторов и стабилизаторов для каждого вида эмульсии.

При производстве пищевых эмульсий структурно-механический принцип стабилизации приобретает исключительное, решающее значение. Роль эмульгаторов при образовании эмульсий в основном сводится к следующему: они способствуют снижению межфазной энергии и предохраняют диспергированные капельки при их сближении от слияния. При производстве концентрированных пищевых эмульсий большое значение приобретает их устойчивость в отношении расслаивания. К числу основных факторов, определяющих стабильность образующихся эмульсий, относятся: свойства ПАВ; механические условия образования эмульсий; степень дисперсности и однородность размеров частиц дисперсной фазы; вязкость; соотношение объемов фаз и др.. При выборе эмульгаторов ориентируются на следующие характеристики: природное происхождение (выделен из растительного или животного сырья), достаточно высокая эмульгирующая способность (желательно не ниже, чем у синтетических эмульгаторов), способность к комплексообразованию с другими эмульгаторами или стабилизаторами для повышения эмульгирующей способности.

ИТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА МЕМБРАННОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ПУТЕМ МОДЕРНИЗАЦИИ АППАРАТА

Р.В. Котляров, А.Е. Тимофеев, А.П. Сырцева
ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
Пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

Мембранные методы разделения жидких систем широко используются во многих отраслях народного хозяйства. Мембранный способ разделения находит все большее распространение в связи с тем, что он обладает рядом преимуществ, по сравнению с традиционными методами. Однако при всех положительных сторонах мембранных методов у них имеются недостатки, которые снижают производительность аппарата. Поэтому современным направлением является разработка оборудования нового типа, которое позволяет использовать явление концентрационной поляризации.

Фильтрация жидких сред, таких как соки, вина, сыворотка, молоко, пиво через мембраны является физическим процессом, основными достоинствами которого стали: снижение расхода энергии, отсутствие изменений свойств фильтруемых сред, связанных с воздействием высоких температур, и возможность повышения производительности простым увеличением числа модульных секций. Поэтому использование мембранных технологий является перспективным направлением развития современной науки.

При проведении обычного мембранного фильтрования на поверхности мембраны образуется неподвижный слой с высоким содержанием растворенных веществ, который создает существенное препятствие для прохождения фильтрата и, таким образом, снижает скорость процесса фильтрации. Отвод концентрата растворенных веществ из области, прилегающей к поверхности мембраны, позволяет использовать данный слой в качестве готового продукта, либо в качестве исходного раствора для после-

дующего концентрирования в случае, если требуется более высокая степень концентрирования. Совмещение процессов отвода фильтрата и концентрата дает возможность интенсифицировать мембранные процессы.

Целью работы является совершенствование конструкции мембранных аппаратов, принцип работы которых основан на отводе диффузионного слоя с повышенным содержанием растворённых веществ, образующегося на поверхности мембраны.

В этой связи была предложена конструкция мембранного аппарата, отличительной особенностью которой является использование штока переменной конфигурации и двух подвижных кожухов. Это позволяет существенно повысить количество и концентрацию отводимого диффузионного слоя и, следовательно, повысить производительность аппарата.

Устройство состоит из корпуса, на котором находятся два кожуха со штуцерами. Корпус имеет две условных секции с кольцевыми щелями. Внутри корпуса находится подвижный шток переменной конфигурации. Положение штока и кожухов регулируется при помощи резьб. Устройство присоединяется к трубчатой мембране.

Устройство работает следующим образом. Исходный раствор под давлением подается по трубчатой мембране. Происходит мембранная фильтрация, при этом на внутренней поверхности мембраны образуется слой с повышенным содержанием растворенных веществ (явление концентрационной поляризации). Поток и слой устремляются в корпус аппарата, который условно делится на две секции, в зависимости от положения штока переменной конфигурации и кожухов. В первой его секции концентрат с большим содержанием растворенных веществ за счет разности давлений через щели засасывается в первый кожух. Слой концентрата, не попавший в первый кожух, движется дальше по внутренней поверхности корпуса аппарата и во второй секции за счет разности давлений через кольцевые щели засасывается во второй кожух. Для создания большей разности давлений преду-

смотрено перемещение в осевом направлении обоих кожухов и штока.

Таким образом, использование штока с переменной конфигурацией и двух подвижных кожухов позволит увеличить количество отводимого диффузионного слоя.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДСОРБЕНТОВ ПРИ ОЧИСТКЕ ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Л.Л. Никифоров, С.Н. Константинов
Московский государственный университет
пищевых производств, Россия, г. Москва

В Российской Федерации не проходят очистку 7 % сточных вод. Из сточных вод, проходящих очистку, до нормативных требований доводится менее половины (46 %). Федеральная программа «Чистая вода» предполагает субсидии, которые могут быть направлены на софинансирование природоохранных мероприятий. В частности к ним относятся: строительство и реконструкция сооружений механической очистки воды (решетки, песколовки, механические фильтры, отстойники); строительство и реконструкция сооружений биологической очистки воды; строительство и реконструкция очистных сооружений, действующих на основе экологически безопасных технологий обеззараживания (ультрафиолетовое облучение, окислительные методы); строительство и реконструкция локальных очистных сооружений. Очевидно, что необходимы исследования по изысканию эффективных и недорогих методов очистки сточных вод.

В основе многих действующих технологий, например для сбора и удаления разливов нефтепродуктов из окружающей среды, лежит адсорбционный метод. Для его реализации разработан целый ряд различных сорбентов, которые относительно дешевы и

обладают достаточно высокими сорбционными свойствами по отношению к углеводородам.

Адсорбцию экономически целесообразно применять при низких концентрациях загрязнений, т.е. на стадии глубокой очистки. В этом случае в процессе адсорбции можно получить близкие к нулевым концентрации остаточных загрязнений [1].

Технически эффект адсорбции реализуют в сорбционных осветлительных фильтрах. В качестве фильтрующего материала применяют песок, дробленый кварц, антрацитовую крошку, битое стекло, кроме этого относительно тонкие (до 20 мм) перегородки в виде металлических перфорированных листов, сеток из стали, меди, латуни и других металлов, а также специальных тканей из волокон природного происхождения (хлопчатобумажные, шерстяные, асбестовые) и синтетических (капроновые, лавсановые и т.п.), активные угли, пенополистирол, пенополиуретан, гранулы керамзита, измельченную древесную кору, котельные и металлургические шлаки [2].

Характер адсорбции растворенных веществ позволяет сформулировать основное требование к химической природе адсорбента, предназначенного для извлечения органических веществ из водных растворов: энергия взаимодействия адсорбента с молекулами растворителя-воды должна быть как можно меньшей, а энергия взаимодействия адсорбента с молекулами извлекаемого вещества как можно больше [3, 4].

В случае использования извлекаемого материала для дальнейшего применения, этому требованию лучше всего отвечают высокопористые полимерные материалы, в частности пенополиуретан (ППУ), и потому они являются наиболее эффективными адсорбентами органических веществ из воды. Адсорбционные свойства ППУ существенно зависят от их пористой структуры и, в первую очередь, от размеров пор.

Пористые фильтрующие материалы по сравнению с зернистой загрузкой обеспечивают более эффективную очистку сточных вод. Один из таких материалов – активированный уголь, который является одним из лучших сорбентов для удаления из воды

растворенных органических веществ, эффективность которого определяется наличием в нем микропор. Суммарный объем микропор активированного угля является его основной характеристикой, которая должна приводиться для каждой марки активированного угля.

В последнее время в качестве фильтрующих материалов в практику очистки жиродержащих сточных вод все более широко внедряются полимерные высокопористые полистирол и пенополиуретан. Использование синтетических материалов, пористость которых достигает 95 %, позволяет существенно повысить скорость фильтрования, увеличить продолжительность фильтроцикла и осуществлять процесс очистки с меньшими затратами по сравнению с обычными фильтрами.

Результаты исследований показывают, что фильтрование посредством полимерной загрузки эффективно как при грубой, так и при тонкой очистке. Грязеемкость 1 м³ загрузки из ППУ в зависимости от условий фильтрования колеблется от 40 до 200 кг. ППУ фильтры, используемые как осветлительные и сорбционные аппараты, целесообразны для использования при очистке сточных вод от жиров и взвешенных веществ.

По принятой в настоящее время технологии, ППУ загрузку промывают водой, одновременно перемешивая сжатым воздухом и отжимая на вальцах. Механическим отжимом загрузки в водной среде достигается практически полное восстановление ее поглощающей способности.

Эластичные полиуретаны имеют высокий модуль упругости, высокую износостойкость, стойкость к воздействию низких температур, масла, различных химических сред.

В ФГУП «Прикладная химия» разработан новый материал, который обладает высокими адсорбирующими показателями [5]. Этот адсорбент получил название «Пенополимер-суперадсорбент» (далее ППСА) или гиперсорб. Это вещество представляет собой вспененную мочевиноформальдегидную смолу. В настоящее время существует около 10 материалов сходных по назначению и составу, но на 40-50 % менее эффективных.

Основными отличительными характеристиками ППСА, которые обеспечивают высокие адсорбционные показатели, являются очень низкая объёмная плотность $\approx 6-15 \text{ кг/м}^3$, высокая пористость вещества (95 % открытых сквозных пор при общей пористости 98-99%).

В процессе лабораторных испытаний ППСА были выявлены высокие показатели адсорбции нефтепродуктов. В ходе опытов было достигнуто снижение концентрации нефтепродуктов примерно в 600 раз. Кроме того было выявлено явление сорбции тяжелых металлов. Получено снижение их концентрации от 2 до 36 раз.

Однако такие довольно высокие показатели сорбции были достигнуты при относительно низкой скорости движения жидкости $\approx 0,5-0,85 \text{ м}^3/\text{ч}$. Это объясняется длительностью процесса диффузии. Можно добиться увеличения скорости адсорбции до $10 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Таким образом, ППСА хорошо зарекомендовал себя в лабораторных испытаниях при адсорбции нефтепродуктов и тяжелых металлов. Из-за физико-химического сходства нефти и жира, можно предположить аналогично высокие показатели адсорбции при очистке стоков мясной промышленности посредством ППСА.

Эксперименты, проведенные на кафедре «Экология и БЖД» показали, что гиперсорб может эффективно использоваться при очистке жиросодержащих сточных вод. Он обладает рядом преимуществ перед аналогами: высокая сорбционная ёмкость, возможность утилизации собранной жидкости, низкая стоимость ($\approx 1 \text{ \$/кг}$). Существенными недостатками являются: низкая скорость фильтрации, температурные ограничения использования (до $40 \text{ }^\circ\text{C}$), высокие показатели адсорбции достигаются при однократном использовании.

Список литературы

1. Ананьева Л.Н. Сорбционная очистка производственных вод мясоперерабатывающих предприятий / Л.Н. Ананьева, С.С. Никулин, С.И.

- Гаршина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2000 г. – № 4. – С. 113-115.
2. Веселов Ю.С. Водоочистное оборудование / Ю.С. Веселов, И.С. Лавров, Н.И. Рукобратский. – Л. : Машиностроение, 1985. – 232 с.
3. Аксельруд Г.А. Теория диффузионного извлечения веществ из пористых тел / Г.А. Аксельруд. – Львов. : Изд-во Львовского унив-та, 1959. – 234 с.
4. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники / Н.В. Кельцев. – М. : Химия, 1976. – 511 с.
5. Половцев С.В. Очистка сточных вод на пенополимере-суперадсорбенте / С.В. Половцев, Т.О. Никитина, С.А. Кержоницкая, Л.Н. Ильина, О.Е. Юркова, Л.А. Алексеев, В.С. Анисимов // Вода и экология. – 2002. – № 1.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РАБОТЫ МЕМБРАННОГО АППАРАТА

А.Е. Тимофеев, Р.В. Котляров, А.П. Сырцева
ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
Пищевой промышленности», Россия, г. Кемерово

Литературно-патентный обзор показывает, что у существующих аналогов существенным недостатком является постоянная турбулизация потока, что снижает концентрацию отводимого диффузионного слоя и производительность аппарата.

С целью интенсификация процесса мембранного концентрирования предложен аппарат, который осуществляет отвод диффузионного слоя и одновременную очистку мембраны. Он состоит из корпуса, с двумя кольцевыми щелями, который находится внутри кожуха с патрубком для отвода продукта. Внутри полости мембраны находится вал с лопастями, имеющий турбулизующие вставки. Проходя через эти вставки поток турбулируется и смывает неподвижный слой в данном секторе. Постоянное вращение вала приводит к очистке всей внутренней полости мембраны.

Исследования были направлены на изучение влияния основных технологических параметров процесса на массовое содержание задерживаемых веществ в отводимом диффузионном слое. Исследования, проведенные рядом авторов показывают, что на процесс мембранного концентрирования существенное влияние оказывают следующие технологические параметры: давление (P), температура (t) и режим течения жидкости (Re). Для определения этих параметров была проведена серия опытов.

Величина давления в аппарате оказывает существенное влияние на процесс мембранного концентрирования. Эффект задержания белков, особенно при повышенных давлениях, когда сжимается и самоуплотняется гелевый слой, обусловлен не столько действием самой ультрафильтрационной мембраны, сколько задерживающей способностью гелевого слоя. Поэтому очень важно подобрать рациональные значения давления для концентрирования белковых растворов. Увеличение давления до $P = 0,2$ МПа приводит к повышению задерживаемых веществ в отводимом слое. Далее наблюдается понижение концентрации отводимого диффузионного слоя. Это можно пояснить тем, что с увеличением давления происходит более быстрый отвод растворителя через мембрану и, следовательно, быстрое накопление задерживаемых веществ на поверхности мембраны. Толщина диффузионного слоя и концентрация в нем увеличиваются. После превышения значения $P = 0,2$ МПа происходит уплотнение слоя, подвижность его снижается и уменьшается концентрация в отводимом слое.

Повышение температуры препятствует образованию слоя геля на поверхности мембраны. Также понижается вязкость растворителя, следовательно, увеличивается скорость ультрафильтрации (производительность по фильтрату), что приводит к более быстрому образованию диффузионного слоя. Как известно, температура денатурации термолабильных фракций белка в молоке и сыворотке $60-70$ °С. Поэтому, для получения белка высокого качества в нативном состоянии, ограничиваются температурой 60 °С.

Результаты исследований влияния режима течения среды

на величину массовой концентрации сухих веществ в отводимом показали, что в ламинарной области ($Re=500-2300$) происходит увеличение концентрации. Это вызвано тем, что с увеличением скорости среды в трубчатой мембране диффузионный слой, расположенный на ее поверхности будет двигаться быстрее. После достижения числа $Re=2300$, т.е. при наступлении переходного режима, происходит понижение задерживаемых веществ в поверхностном слое отводимого концентрата, поскольку происходит частичная турбулизация потока. Диффузионный слой перемешивается с основным потоком, в результате чего содержание сухих веществ в отводимом концентрате уменьшается.

В результате проведенных экспериментальных исследований мембранного аппарата, была выявлена взаимосвязь концентрации отводимого диффузионного слоя от технологических параметров. Получены их рациональные значения $P = 0,2$ МПа, $T=60^\circ C$, $Re=2300$.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭКСТРУЗИИ И ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РАЗРАБОТКЕ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ЗЕРНОВЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ

А.Ю. Шариков

ГНУ ВНИИПБТ Россельхозакадемии, Россия, г.Москва

Повышение концентрации крахмалсодержащих сред в биотехнологических отраслях является фактором, способным значительно интенсифицировать производственный процесс и повысить его эффективность. К основным преимуществам этого технологического приема можно отнести увеличение производственной мощности предприятия без значительных

затрат на его модернизацию, повышение пропускной способности емкостного оборудования, снижение удельных тепло- и энергозатрат, снижение образования отходов производства.

Возможность увеличения концентрации сухих веществ перерабатываемых сред ограничивается в основном сложными реологическими условиями получения зерновых гидролизатов в процессе водно-тепловой обработки сырья, осложняющими межстадийное транспортирование и перемешивание перерабатываемых сред. Для спиртового производства дополнительным лимитирующим фактором является высокий осмос бродильной среды и, как следствие, ухудшение биохимических показателей процесса брожения. И если проблемы селекции осмофильных штаммов спиртовых дрожжей и подбора оптимальных условий брожения успешно решаются [1], то проблема высокой вязкости для зерновых гидролизатов остается актуальной. Перспективным решением проблемы получения высококонцентрированных зерновых гидролизатов является разработанная ВНИИПБТ одностадийная экструзионно-гидролитическая технология [2], в основе которой используется принцип интеграции процессов экструзии и биокатализа в одной реакторной системе. В рамках развития данной технологии проведены исследования, целью которых стало изучение влияния основных факторов экструзии и ферментативного гидролиза на изменение функциональных свойств зерновых экструдатов, определяющих степень их биотехнологической конверсии.

Экструзия обеспечивает глубокую деструкцию биополимеров зерна, значительно повышая их биодоступность к действию гидролитических ферментов. Ключевую роль в формировании функциональных свойств зерновых экструдатов, определяющих степень их биотехнологической конверсии, играют режимы термомеханического процесса экструзии.

Влияние режимных параметров экструзии на степень переработки пшеницы - субстрата для последующих процессов осаха-

ривания и сбраживания исследовали методом ортогонального композиционного планирования.

В качестве управляющих параметров процесса экструзии были выбраны суммарное влагосодержание перерабатываемого зерна в камере экструдера от 10 до 20%, а также скорость вращения шнеков экструзионной машины в диапазоне 170-270 об/мин, определяющей сдвиговые деформации в рабочей камере установки. Критериями качества получаемого субстрата являлись его растворимость в избыточном количестве воды при температуре 25 °С как косвенный показатель клейстеризации крахмала, и выход редуцирующих углеводов из сухих веществ сырья после осахаривания, отражающий возможные потери в результате неполной клейстеризации крахмала или реакций карамелизации и меланоидинообразования, сопутствующих жестким условиям экструдирования зерна.

В результате получены следующие адекватные математические модели:

Растворимость деструктированного зернового сырья:

$$S = 66,77 + 0,0866n - 6,327w + 0,15w^2$$

Выход редуцирующих углеводов:

$$Rs = 43,35 + 0,23n + 0,32w - 0,00049n^2 - 0,0235w^2$$

где n – скорость вращения шнеков экструдера, об/мин; w – влагосодержание в зоне термомеханической деструкции, %; S – растворимость термомеханически деструктированного сырья, %; Rs – выход редуцирующих углеводов, %.

Графическая интерпретация полученной математической модели функции выхода редуцирующих углеводов в виде поверхности отклика, представленная на рисунке 1, показывает ее значительный нелинейный характер в связи с возможным меланоидинообразованием и соответствующей потерей редуцирующих углеводов при ужесточении режимов обработки.

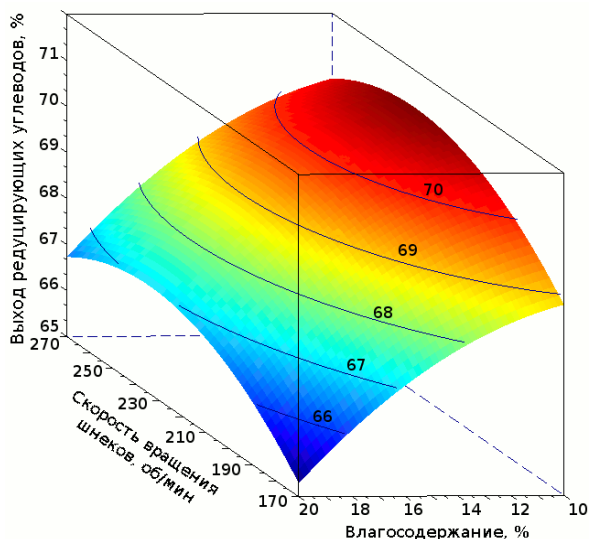


Рисунок -1 Влияние режимных параметров экструзии на выход редуцирующих углеводов из сухих веществ зернового сырья после осахаривания

Анализ данных, характеризующих технические показатели процесса экструзии, показывает, что увеличение скорости вращения шнеков и уменьшение влагосодержания в перерабатываемом зерновом сырье ведут к ужесточению режима экструдирования, при этом определяющим фактором является влагосодержание. Об этом свидетельствует рост температуры со 165 до 208 °С, давления в экструзионной камере с 3 до 9,5 МПа, наблюдается усиление нагрузки на электропривод экструзионной машины, характеризующееся возрастанием крутящего момента на валу с 28 до 62%. С учетом изменений качественных характеристик переработанного зерна это дает основания условно дифференцировать гидротермомеханические режимы экструзии на мягкий, средний и жесткий, соответствующие 20%, 15% и 10% влагосодержанию.

Тем не менее, стоит отметить удовлетворительные показатели и для мягких, средних и жестких режимов, при этом увеличение выхода редуцирующих углеводов с 67 до 71%, достигается ростом удельного расхода электроэнергии на 67% с 0,11 до 0,18 кВт·час/кг. Применительно к спиртовому производству было изучено влияние режимов термомеханической экструзионной обработки зернового сырья на процесс сбраживания высококонцентрированных осахаренных гидролизатов с содержанием растворимых сухих веществ 30%. Сбраживание проводили с использованием осмофильного штамма спиртовых дрожжей *Saccharomyces Cerevesiae* 1039.

Экструдированные образцы зернового сырья, полученные при мягком, среднем и жестком режимах обработки, соответствующие 20%, 15% и 10% влагосодержанию соответственно, после разжижения и осахаривания гидролитическими ферментными препаратами сбраживали в течение 72 часов при температуре 30 °С. Контрольным образцом служило сусло, полученное традиционной механико-ферментативной обработкой (МФО) пшеницы.

Ужесточение термомеханического режима коррелирует с основным показателем брожения — концентрацией и выходом спирта. Максимальная концентрация спирта достигнута для образцов зернового сырья, полученных экструзией при влагосодержании 10%, и составляет 16,5 об.%. Жесткому режиму экструдирования сырья соответствует и наилучший показатель выхода спирта 66,34 дал/тонну условного крахмала, что на 0,34 дал/тонну превышает значение контроля.

Таким образом, установлено, что более предпочтительными для целей последующей биоконверсии являются жесткие режимы экструзии зернового сырья. Но так как это вызывает значительное увеличение удельного расхода электроэнергии, окончательный выбор гидротермомеханического режима экструзии должен быть сделан из условий экономической целесообразности.

Далее были проведены реологические исследования зерновых гидролизатов с концентрацией до 35% растворимых сухих веществ методом рототабельного композиционного планирования.

Пространство планирования для изучения реологического состояния зерновых гидролизатов описывалось следующими факторами: концентрация растворимых сухих веществ (РСВ) в диапазоне 25-35%, дозировка α -амилазы 0,67-2,3 ед.АС/г усл.крахмала, дозировка гемицеллюлазы 0-0,4 ед.КС/г СВ. В качестве ферментных препаратов использовались мезофильная α -амилаза АмиЛ ЛН 608 и гемицеллюлолитический ферментный комплекс Brewzyme. Реологические свойства гидролизуемых сред оценивались путем измерения динамической вязкости методом вибрационной вискозиметрии с использованием виброрвискозиметра SV-10 и программного обеспечения RsVisco.

Получена адекватная математическая модель реологического состояния гидролизата зернового сыря:

$$\eta(c, f_{\alpha}, f_z) = -1,853 - 0,054c + 0,859f_{\alpha} + 5,761f_z - 0,087cf_{\alpha} - 0,268cf_z + 0,0074c^2 + 0,373f_{\alpha}^2$$

где $\eta(c, f_{\alpha}, f_z)$ - функция выходной переменной, динамическая вязкость после 30 минут ферментативного гидролиза; c - концентрация РСВ, %; f_{α} - дозировка α -амилазы, ед.АС/г усл.крахмала; f_z - дозировка гемицеллюлолитического ферментного препарата в расчете на ксиланазу, ед.КС/г сухих веществ.

Полученная математическая модель реологического состояния исследуемых сред позволяет анализировать взаимное влияние факторов модели на вязкость гидролизатов и в графическом виде представлена на рисунке 2 в виде линий равного уровня для различных концентраций растворимых сухих веществ в системе координат «дозировка альфа-амилазы - дозировка гемицеллюлазы».

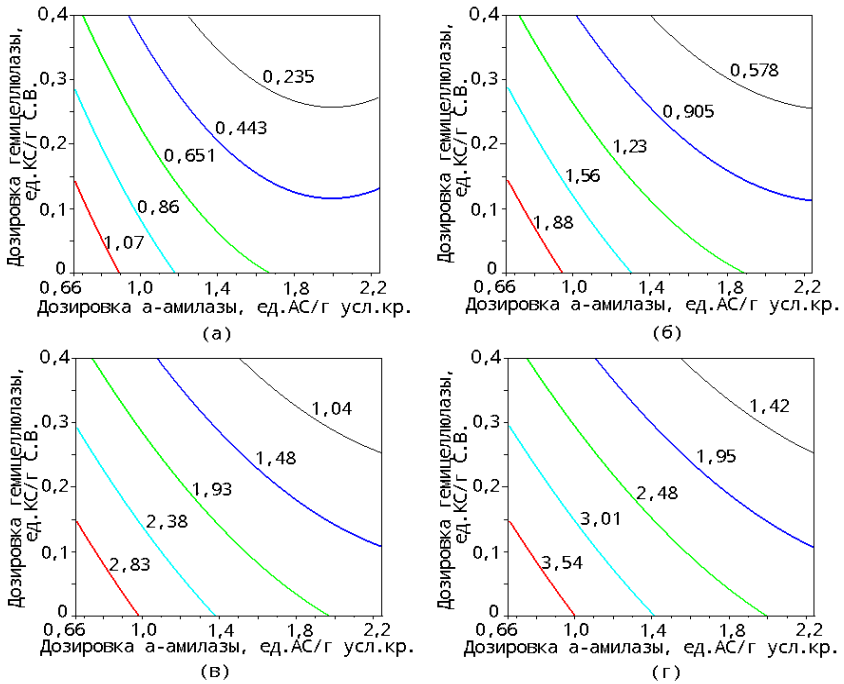


Рисунок 2 — Линии равного уровня динамической вязкости гидролизатов с концентрацией растворимых сухих веществ:
а) 27 % б) 30 % в) 33 % г) 35%

Характер изолиний свидетельствует о преимущественно большем влиянии на вязкость дозировки α -амилазы по сравнению с дозировкой гемицеллюлазы в рассматриваемой области варьирования этими параметрами. Установлено, что для гидролизатов с концентраций РСВ до 30% даже минимальные дозировки α -амилазы от 1 ед.АС без гемицеллюлаз обеспечивают достаточную текучесть среды.

Использование α -амилазы в количестве от 1,5 ед.АС совместно с гемицеллюлазой в достаточной дозировке до 0,4 ед.КС гарантирует реологическую безопасность переработки зерновых гидролизатов с концентрацией до 35% РСВ, так как

вязкость не превышает величину 3 Па·с - предельное значением вязкости для разваренной крахмалсодержащей массы спиртового производства, превышение которой приводит к потере текучести замесов и, соответственно, их нетранспортабельности по коммуникациям.

Исследование процессов экструзии применительно к задачам биоконверсии зернового сырья и ферментативного гидролиза в аспекте снижения вязкости гидролизатов раздельно позволило осуществить их максимальный синтез в условиях близких к оптимальным. В результате, разработанный экструзионно-гидролитический способ получения гидролизатов на основе интеграции физического и биохимического процессов в одной реакторной системе может обеспечить получение зерновых гидролизатов с концентрацией до 35% сухих веществ, что практически вдвое превышает показатели по некоторым биотехнологическим отраслям, например, спиртовой, где регламентная концентрация сушла составляет 16-18%. Помимо этого, значительно упрощается аппаратное оформление технологической линии за счет исключения из процесса крупногабаритного емкостного оборудования водно-тепловой обработки зернового сырья.

Список литературы

1. Римарева, Л.В. Сбраживание концентрированного зернового сушла с использованием осмофильной расы спиртовых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* 1039 [Текст]/ Л.В. Римарева, М.Б. Оверченко, Е.М. Серба, К.Л. Агашичева, Н.И. Игнатова // Производство спирта и ликероводочных изделий. -2011. -№ 3. -С. 10-13
2. Степанов, В. И. Метод переработки крахмалсодержащего сырья при получении концентрированного зернового сушла [Текст]/ В.И. Степанов, Л.В. Римарева, В.В. Иванов, А.Ю. Шариков // Производство спирта и ликероводочных изделий. -2007. -№ 3. -С. 16-17

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКОГО СЕНСОРА ЭТАНОЛА

Э. Абдурахманов, З.Б. Мурадова
Самаркандский государственный университет,
Узбекистан, г Самарканд

Исследование процессов глубокого окисления спиртов на оксидных катализаторах представляет интерес как в связи с решением проблемы каталитического обезвреживания промышленных выбросов, так и возможностью использования аналогичных процессов на практике при их термокаталитическом определении [1,2].

При проведении экспериментов с целью разработки катализатора для селективного определения этанола, нами изучались закономерности окисления горючих веществ на катализаторах на основе оксидов некоторых из исследованных металлов. Эксперименты проводились на установке проточного типа, схема которой, приведена на рис. 1.

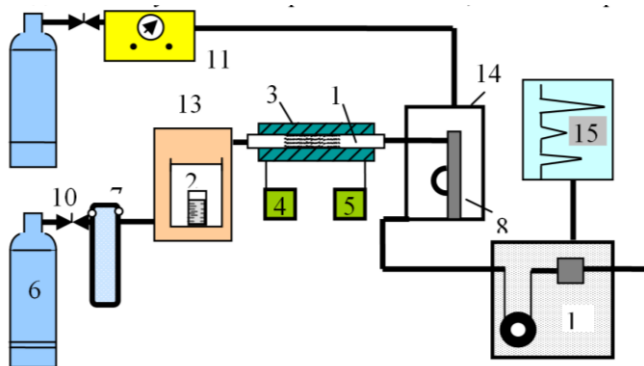


Рис. 1. Схема установки каталитического окисления горючих веществ

1-реактор с катализатором; 2-дозатор; 3-электропечь; 4-терморегулятор; 5-милливольтметр; 6, 9-баллоны; 7-реометр; 8-кран дозатора; 10-кран тонкой регулировки; 11-блок подготовки газов; 12-хроматограф; 13-термостат; 14-дозатор; 15 регистрирующее устройство - КСП 4.

Контроль за степенью окисления горючего компонента осуществляется газохроматографическим методом, снятием хроматограммы смеси до и после прохождения её через слой катализатора. За критерий пригодности катализатора для создания чувствительного элемента термокаталитического сенсора этанола выбрали степень превращения спирта в CO_2 и H_2O . Учитывая, что полнота окисления горючих веществ зависит от состава катализатора, температуры процесса, концентрации реагирующих веществ, соотношения компонентов в газовой смеси, пропускаемой через реактор, которые нами были исследованы также при изучении влияния этих факторов.

Изучение активности и селективности катализаторов для определения этанола проводились в присутствии водорода, оксида углерода, метана и паров бензина входящих с этанолом в состав различных смесей газов. В ходе экспериментов изучались каталитические характеристики ряда индивидуальных оксидов и их смесей. Оксиды алюминия и кремния в окислительно-восстановительных реакциях проявляют гораздо меньшую активность и поэтому нами в качестве носителя был использован оксид алюминия.

Катализаторы были приготовлены пропиткой носителя растворами индивидуальных солей (нитраты, карбонаты или оксалаты) с последующим высушиванием (в течение 3 час. при 120 оС) и прокаливанием при температуре разложения солей в токе воздуха (в течение 3 час.). Подбор катализатора и оптимального условия окисления горючих веществ проводились при температуре 100, 150 и 200 оС, скорость подачи газовой смеси 10 л/час, содержание горючего компонента в смеси (об.%): этанола- 0,55; H_2 -1,25; CO -1,45; паров бензина-0,50; CH_4 - 1,50. Результаты изучения активности и селективности индивидуальных оксидов металлов при окислении горючих веществ, представлены в таблице 1.

Как следует из данных, приведенных в таблице на всех исследованных катализаторах при окислении водорода и оксида углерода температура ниже, чем температура окисления этанола. При этом в процессе глубокого окисления этанола наиболее активными и селективными оказались оксиды: MnO_2 , CuO , и

SnO₂. На этих катализаторах в интервале температур 100-200 0С степень глубокого окисления этанола колеблется в диапазоне 23-87 %.

Таблица 1

Результаты изучения активности оксидов металлов при окислении горючих веществ (Сспирт-0,55, H₂-1,25, СО-1,45, пары бензина (АИ-93)-0,50, СН₄- 1,50)

Состав катализатора	Тем-ура опыта, 0С	Степень окисления ($\bar{x} \pm \Delta x$), %				
		C ₂ H ₅ OH	CH ₄	CO	H ₂	АИ-93
Cr ₂ O ₃	100	6,5±0,2	-	23,0±0,2	47,0±0,3	-
	200	14,4±0,2	2,9±0,1	46,4±0,4	97,5±1,4	8,3±0,1
MnO ₂	100	43,0±0,3	2,1±0,1	54,1±0,3	44,0±0,2	3,4±0,1
	200	87,0±0,8	13,5±0,1	89,0±1,0	100,0±1,7	24,5±0,2
Co ₃ O ₄	100	13,4±0,2	3,4±0,1	68,0±0,4	93,0±1,6	11,5±0,1
	200	49,0±0,4	13,0±0,2	100,0±2,0	100,0±2,5	34,0±0,3
NiO	100	4,9±0,1	-	38,0±0,2	71,0±0,9	-
	200	17,0±0,2	10,9±0,2	74,0±0,5	91,0±2,0	18,5±0,2
CuO	100	29,5±0,2	-	31,0±0,5	80,0±1,2	-
	200	79,0±0,9	6,7±0,1	61,0±0,3	100,0±2,1	10,5±0,3
ZnO	100	8,6±0,2	-	24,0±0,3	9,6±0,1	-
	200	23,0±0,6	8,6±0,1	80,0±1,4	28,0±0,3	11,0±0,3
SnO ₂	100	26,5±0,3	-	28,0±0,2	36,0±0,3	-
	200	74,6±0,7	4,5±0,1	47,0±0,3	58,0±0,6	6,3±0,2

На катализаторе на основе MnO₂ при температуре 200 оС степень превращения водорода и оксида углерода находится в интервале 90-100 %. На всех исследованных катализаторах в изученном интервале температур степень превращения этанола намного ниже, чем водорода и оксида углерода, что исключает возможность термokatалитического определения этанола в присутствии водорода и оксида углерода. Установлено, что углеводороды на этих катализаторах при 100 оС практически не окисляются.

Оксидные катализаторы металлов обладают менее выраженной каталитической активностью, чем их сложные системы,

ибо последние довольно часто, как показали эксперименты, обладают улучшенными каталитическими свойствами и поэтому дальнейшее исследование было проведено с такими системами. При этом особое внимание обращено на селективность исследованных каталитических систем. Экспериментальным путем были изучены характеристики смесей наиболее активных и селективных оксидов металлов (кобальта, марганца, меди и др.), полученных в их различных соотношениях. Результаты исследования активности и селективности некоторых бинарных систем при окислении горючих газов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты изучения активности смеси оксидов металлов при окислении горючих веществ (Сспирт-0,55, Н₂-1,25, СО-1,45, АИ-93-0,50, СН₄- 1,50.)

№ п/п	Состав катализатора, масс. %	Степень окисления ($x \pm \Delta x$), %				
		этанол	Н ₂	СО	АИ-93	СН ₄
1	2	3	4	5	6	7
Температура опыта 100 0С						
1	CuO-Co ₃ O ₄ (10-90)	2,8±0,1	68,5±0,5	74,0±0,6	8,0±0,1	-
2	CuO-Co ₃ O ₄ (90-10)	34,5±0,1	38,5±0,2	60,0±0,6	1,9±0,1	-
3	CuO- MnO ₂ (10-90)	43,6±0,2	46,0±0,6	34,0±0,5	13,0±0,4	2,0±0,1
4	CuO-MnO ₂ (90-10)	69,5±0,5	28,0±0,5	18,0±0,5	11,0±0,5	
5	CuO-SnO ₂ (10-90)	36,0±0,3	22,6±0,2	41, ±0,3	-	-
6	CuO-SnO ₂ (90-10)	43,5±0,4	36,4±0,4	48,0±0,6	4,5±0,2	-
7	Cr ₂ O ₃ -SnO ₂ (10-90)	24,2±0,2	16,4±0,5	43,8±0,8	4,2±0,1	-
8	Cr ₂ O ₃ -SnO ₂ (90-10)	28,4±0,2	21,6±0,2	51,4±0,5	9,6±0,2	2,1±0,1
9	Cr ₂ O ₃ -MnO ₂ (10-90)	48,1±0,3	56,0±0,6	47,0±0,6	14,0±0,3	-
10	Cr ₂ O ₃ -MnO ₂ (90-10)	52,5±0,4	38,0±0,4	58,0±0,3	10,0±0,2	-

Экология, контроль качества и безопасность пищевых продуктов

11	MnO ₂ -SnO ₂ (10-90)	41,3±0,3	66,0±0,4	71,0±0,8	16,0±0,4	-
12	MnO ₂ -SnO ₂ (90-10)	66,5±0,6	74,0±0,6	83,0±0,6	19,6±0,4	
Температура опыта 200 0С						
13	CuO-Co ₃ O ₄ (10-90)	28,3±0,5	100±2,0	98,0±1,8	21,0±0,2	-
14	CuO-Co ₃ O ₄ (90-10)	66,5±0,6	70,0±0,8	100±2,0	7,1±0,1	3,0±0,1
15	CuO- MnO ₂ (10-90)	96,5±0,6	76,0±0,4	72,0±0,6	20,0±0,2	5,0±0,1
16	CuO-MnO ₂ (90-10)	90,5±0,6	71,0±0,7	67,0±0,4	27,0±0,3	10,0±0,1
17	CuO-SnO ₂ (10-90)	78,3±0,5	34,0±0,2	61,0±0,3	4,2±0,1	2,0±0,1
18	CuO-SnO ₂ (90-10)	86,8±0,5	41,7±0,3	72,0±0,4	9,0±0,1	-
19	Cr ₂ O ₃ -SnO ₂ (10-90)	49,0±0,5	39,1±0,1	51,0±0,6	7,6±0,3	-
20	Cr ₂ O ₃ -SnO ₂ (90-10)	46,0±0,4	47,9±0,6	63,0±0,6	13,6±0,1	4,5±0,1
21	Cr ₂ O ₃ -MnO ₂ (10-90)	71,4 ±0,6	94,0±1,3	88,0±0,6	24,0±0,3	12,1±0,1
22	Cr ₂ O ₃ -MnO ₂ (90-10)	67,1±0,5	67,0±0,8	83,0±1,1	21,5±0,3	9,1±0,1
23	MnO ₂ -SnO ₂ (10-90)	91,0±0,7	91,0±0,7	100±1,9	21,0±0,3	4,0±0,1
24	MnO ₂ -SnO ₂ (90-10)	90,5±0,6	100±0,9	100±2,0	27,0±0,2	9,6±0,1
Температура опыта 300 0С						
25	CuO-Co ₃ O ₄ (10-90)	75,8±0,6	100±1,6	100±2,5	38,0±0,4	16,0±0,4
26	CuO-Co ₃ O ₄ (90-10)	88,6±0,7	84,0±0,9	96±1,5	25,5±0,6	12,5±0,4
27	CuO- MnO ₂ (10-90)	100,0±0,9	100±2,3	100±2,0	64,0±0,5	22,0±0,2
28	CuO-MnO ₂ (90-10)	96,0±0,9	100±2,0	96,0±1,0	46,0±0,8	9,0±0,1
29	CuO-SnO ₂ (10-90)	85,4±0,8	48,0±0,5	68,6±0,3	8,5±0,1	4,2±0,1
30	CuO-SnO ₂ (90-10)	93,5±0,6	54,0±0,5	79,0±0,7	11,7±0,1	5,1±0,1
31	Cr ₂ O ₃ -SnO ₂	77,8±0,8	34,0±0,2	72,0±0,8	19,5±0,2	5,7±0,1

	(10-90)					
32	Cr ₂ O ₃ -SnO ₂ (90-10)	69,5±0,5	68,0±0,5	83,0±0,9	24,7±0,4	9,6±0,2
33	Cr ₂ O ₃ -MnO ₂ (10-90)	93,5 ±0,8	100±2,0	100±1,0	54,0±0,4	16,0±0,6
34	Cr ₂ O ₃ -MnO ₂ (90-10)	78,6±0,8	100±1,8	100±1,0	46,0±0,5	12,0±0,2
35	MnO ₂ -SnO ₂ (10-90)	94,5±0,6	100±0,9	100±0,9	36,0±0,5	6,0±0,1
36	MnO ₂ -SnO ₂ (90-10)	100,0±0,9	100±1,9	100±0,9	34,0±0,3	9,0±0,2

Как следует из полученных данных таблицы, относительная активность катализаторов на основе смеси оксидов металлов при окислении горючих газов в большинстве случаев выше, чем у катализаторов индивидуальных оксидов. Из исследованных каталитических систем при окислении смеси водорода, оксида углерода и этанола наиболее высокой активностью обладает катализатор на основе смеси оксидов марганца, меди и олова. В присутствии этих катализаторов степень окисления водорода, оксида углерода и этанола находится на уровне 80-100 %. В присутствии этих исследованных катализаторов в идентичных условиях углеводороды практически не окисляются. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования смеси MnO₂, CuO и SnO₂ в качестве катализаторов измерительного чувствительного элемента термокаталитического сенсора этанола.

Список литературы

1. Абдурахманов Э., Муродова З.Б., Тошмуродов Т.Т.. Сенсор для селективного мониторинга этилового спирта в воздухе и промышленных газообразных выбросах.// Журн. хим. промышленность. Санкт-Петербург. 2011. Т.88. № 4. С. 207-211.11.
2. Абдурахманов Э., Муродова З.Б., Абдурахманов И.Э., Яхшиликowa Л.Ж. Селективные и чувствительные сенсоры для экоаналитического мониторинга этанола в газовой среды // Журн. Экологические системы и приборы. Москва. 2011. № 10. С. 20-23.

**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ КИНЕТИКИ
ГЛУБОКОГО ОКИСЛЕНИЯ ЭТАНОЛА
НА ПОВЕРХНОСТИ КАТАЛИЗАТОРА
ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКОГО СЕНСОРА**

Э. Абдурахманов, З.Б. Мурадова
Самаркандский государственный университет,
Узбекистан, г Самарканд

Влияние парциального давления спирта на кинетику их окисления изучали в условиях, обеспечивающих протекание реакции в кинетической области. Опыты проводили на примере этанола в диапазоне удельных скоростей - подачи 2,5 – 6,5,0 моль/кг кат.час при температуре 200 0С и парциальном давлении кислорода 0,2 атм. Парциальное давление спирта варьировали 0,02-0,10 атм. изменением скорости его подачи в зону реакции. При этом постоянство скорости подачи спирта для различных его парциальных давлений обеспечивалось соответствующим изменением загрузки катализатора, а постоянство линейной скорости газового потока достигалось изменением в смеси (при необходимости) инертного газа-азота.

Увеличение парциального давления спирта от 0,005 до 0,05 атм. приводит к уменьшению его окисления кислородом во всем изученном температуре и удельных скоростей его подачи.

Влияние парциального давления кислорода на степень превращения спирта изучали в интервале 0,15-0,45 атм. Опыты проводили при парциальном давлении этанола 0,02 атм., температуре 200 0С и скорости подачи спирта 2,5-6,5 моль/кг кат.час. при сохранении постоянной линейной скорости потока, которая достигалась за счет изменения парциального давления азота. Влияние парциального давления кислорода на степень окисления спирта кислородом воздуха в присутствии катализатора селективного термокаталитического сенсора (ТКСС2Н5ОН) приведены в таблице 1, из которого видно, что изменение парциального давления кислорода в изученных условиях не оказывает существенного влияния на скорость окисления спирта на поверхности чувствительного элемента сенсора.

Таблица 1

Зависимость степени глубокого окисления этанола от парциального давления кислорода для различного времени контакта парогазовой смеси (Рсп=0,025 атм, температура опыта, 200 0С, n=5, Р=0,95)

№ п/п	Время контакта, (1/V)•10-1	Степень превращения спирта в CO ₂ , %					
		Po ₂ =0,15 атм		Po ₂ =0,25 атм		Po ₂ =0,35 атм	
		$\bar{X} \pm \Delta X$	Sr·102	$\bar{X} \pm \Delta X$	Sr·102	$\bar{X} \pm \Delta X$	Sr·102
1	2,5	45,1±0,4	0,5	43,9±0,3	1,1	44,0±0,3	0,8
2	3,5	39,5±0,4	0,6	38,9±0,2	1,2	39,5±0,3	1,0
3	4,5	33,1±0,2	0,8	31,0±0,3	0,8	32,9±0,2	0,8
4	5,5	27,2±0,3	0,4	25,5±0,3	0,9	27,5±0,4	1,0
5	6,5	19,1±0,2	1,5	17,8±0,2	0,7	18,3±0,2	0,9

Для получения более полной информации о кинетике глубокого окисления этанола необходимо исследовать влияние продуктов реакции (углекислого газа и воды) на скорость протекания этого процесса.

Изучено влияние углекислого газа на окисление этанола в интервале удельных скоростей подачи спирта 2,5-6,5 моль/кг кат.час в диапазоне температур 150-200 0С и парциальном давлении кислорода 0,2 атм. Подача CO₂ производилась в виде смеси с исходным продуктом. При этом скорость поступления этой смеси в реактор выдерживалась таким образом, чтобы парциальное давление спирта было равно 0,025 атм.

Эксперименты проводили по следующей методике: сначала производилась подача смеси без углекислого газа (1), затем с добавкой CO₂ в количестве 0,1 атм.(2) и снова без добавки CO₂ (3). Совпадение в пределах ошибки эксперимента результатов первого и третьего опытов позволило считать, что добавка в исходную газовую смесь дополнительных количеств CO₂ не оказывает необратимого воздействия на свойства катализатора. Данные по влиянию CO₂ на скорость окисления этанола приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Влияние добавки CO₂ на степень превращения спирта
(n=5, P=0,95)**

№ п/п	Скорость подачи спирта, моль/кг кат.час	Степень превращения спирта, %					
		Без добавки CO ₂		С добавкой CO ₂		Без добавки CO ₂	
		$\bar{x} \pm \Delta x$	Sr·102	$\bar{x} \pm \Delta x$	Sr·102	$\bar{x} \pm \Delta x$	Sr·102
Температура 150 0С							
1	2,5	23,7±0,2	0,8	18,7±0,2	0,9	24,5±0,2	0,9
2	4,5	17,1±0,1	0,6	15,1±0,2	0,7	16,1±0,1	0,8
3	6,5	9,7±0,2	1,1	7,1±0,1	1,4	10,1±0,2	1,6
Температура 200 0С							
1	2,5	44,3±0,3	1,1	40,3±0,4	0,7	43,6±0,3	1,2
2	4,5	31,9±0,2	0,6	28,9±0,4	0,8	32,2±0,2	1,3
3	6,5	17,3±0,2	1,1	13,3±0,2	1,5	17,9±0,1	1,4

Как видно из результатов (табл.2.), введение в зону реакции углекислого газа (0,1 атм.) сопровождается понижением степени окисления спирта на поверхности катализатора чувствительного элемента сенсора во всех изученных сочетаниях параметров. При подаче CO₂ в количестве, соответствующем ее парциальному давлению 0,1 атм. при температуре 150 0С степень превращения спирта снижается с 23,7 % до 18,7 %.

Одним из продуктов неполного окисления этанола является ацетальдегид. Для установления влияния ацетальдегида на закономерности окисления этанола в ходе экспериментов изучалась зависимость степени глубокого окисления ацетальдегида от температуры опыта (табл. 3).

Как следует из данных таблицы 3, в идентичных условиях степень глубокого окисления ацетальдегида намного выше, чем этанола. Проведено сравнительное изучение зависимости глубокого окисления ацетальдегида и этанола от температуры опыта (табл.3.).

Сопоставление данных приведенных в таблицах 3. и 4 показывают, что увеличение содержания альдегида в смеси приводит к снижению степени окисления спирта.

Таблица 3

Зависимость степени превращения ацетальдегида и этанола от температуры опыта на поверхности катализатора терموкаталитического сенсора. (СНЗСНО= 2,5 об. %, СС2Н5ОН=2,5 %, n=5, P=0.95)

Температура опыта, 0С	Степень окисления, %			
	Ацетальдегид		Этанол	
	$\bar{x} \pm \Delta x$	Sr · 102	$\bar{x} \pm \Delta x$	Sr · 102
75	36,5±0,6	1,32	12,6±0,2	1,28
150	90,7±0,9	0,8	67,2±0,6	0,72
200	100,0±1,7	1,37	86,8±0,9	0,83

Таблица 4

Зависимость степени превращения этанола в присутствии ацетальдегида от температуры опыта на поверхности катализатора терموкаталитического сенсора (СНЗСНО= 2,5 об. %, СС2Н5ОН=2,5 %, n=5, P=0.95)

№ п/п	Температура опыта, 0С	Степень окисления, в %		
		$\bar{x} \pm \Delta x$	S	Sr · 102
1	75	8,2±0,1	0,080	0,98
2	150	65,2±0,6	0,482	0,74
3	175	71,6±0,9	0,724	1,01
4	200	86,0±1,5	1,206	1,40

В смесях с ацетальдегидом этанол окисляется существенно медленнее, чем при его отсутствие. Снижение степени окисления этанола в этих смесях особенно сильнее наблюдается при более низких температурах. Газохроматографическим методом установлено содержание ацетальдегида в продуктах реакции глубокого окисления этанола.

Результаты газохроматографического анализа состава продуктов окисления этанола, приведенные в таблице 5 показы-

вают, что при температурах реакции ниже 100 0С наблюдается мягкое окисление этанола с образованием ацетальдегида.

Таблица 5

Результаты хроматографического анализа продуктов глубокого окисления этанола на поверхности катализатора терموкаталитического сенсора

№ п/п	Температура опыта, 0С	Состав продуктов окисления этанола, %			
		Этанол	Ацетальдегид	СО2	Н2О
1	50	82,6	7,8	4,7	4,9
2	80	69,4	1,4	14,0	15,2
3	100	55,7	0,0	30,6	13,7
4	150	32,3	0,0	42,8	24,9
5	200	14,9	0,0	49,5	35,6

Таким образом, в результате исследования активности индивидуальных оксидов металлов и их смесей при окислении горючих веществ подобран катализатор для измерительного и компенсационного чувствительного элемента терموкаталитического сенсора этанола. Установлены закономерности окисления горючих веществ на подобранных катализаторах и выявлены оптимальные условия, обеспечивающие протекание изучаемого процесса в кинетической области.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА УЛУЧШЕНИЯ ПЕНООБРАЗУЮЩИХ СВОЙСТВ ЯЧМЕННОЙ МУКИ

Е.С. Волкова

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», Россия, г. Орел

В настоящее время потребность пищевой промышленности в различных структурообразователях удовлетворяется лишь на 20-30 % и восполняется за счет импорта. Применяемые на практике структурообразователи являются, как правило, биополиме-

рами, имеющими углеводную или белковую основу. Как всякие биополимеры, они неоднородны по массе и размеру молекул. Но с их неоднородностью связана возможность изменения качественных характеристик обогащенного ими продукта.

К недостаткам применяемых структурообразователей относятся: необходимость в больших дозировках некоторых из них для достижения требуемого технологического эффекта, зависимость их функциональных свойств от температуры, наличия электролитов, специальных добавок. Кроме того, используемые структурообразователи часто являются синтетическими и при неверном использовании, даже незначительном нарушении рецептурных количеств и технологии производства готовых продуктов, вызывают функциональные расстройства организма (аллергии, кишечные расстройства и т.д.)

Поэтому поиск новых перспективных натуральных безопасных структурообразователей является актуальной задачей. Особенно интересным в этом качестве могут быть продукты переработки растительного сырья, традиционно используемого в пищевой промышленности. При том его пенообразующие и эмульгирующие свойства не используются пищевой промышленностью и рассматриваются обычно как неприятный «побочный» эффект производства.

В качестве пенообразующего и эмульгирующего сырья интерес представляет также ячменная мука. Предварительные опыты подтвердили наличие у ячменной муки пенообразующих свойств при взбивании ее в составе водно-мучной смеси.

Для разработки способа улучшения пенообразующих свойств ячменной муки были выбраны следующие способы ее технологической обработки: заваривание, набухание.

Заваривание муки является традиционной операцией при производстве кремов и отделочных полуфабрикатов. Набухание способствует сокращению дальнейшего технологического процесса приготовления в 2-3 раза

Влияние всех способов обработки на пенообразующие свойства ячменной муки рассматривали на примере водно-мучных смесей с массовой долей муки в смесях от 5 до 50% с ша-

гом 5%. Образцы характеризовали пенообразующей способностью, устойчивостью пены.

Для определения влияния заваривания на пенообразующие свойства ячменной муки проводили нагрев водно-мучной смеси до температуры кипения. Затем заваренную смесь охлаждали до температуры 18-20°C и подвергали взбиванию. В качестве контроля использовалась мука, не подвергавшаяся обработке. Экспериментальные данные приведены на рисунках 1, 2.

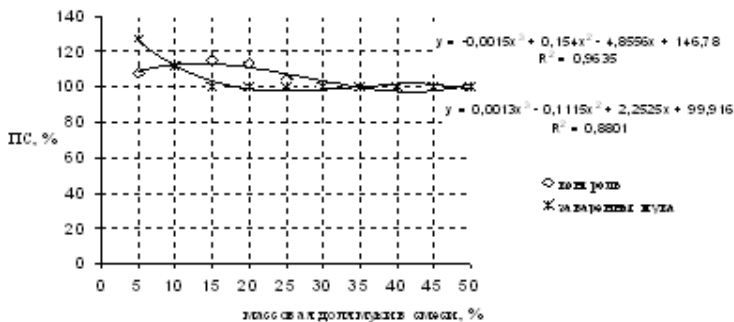


Рис. 1 – Зависимость пенообразующей способности водно-мучной смеси от массовой доли ячменной муки

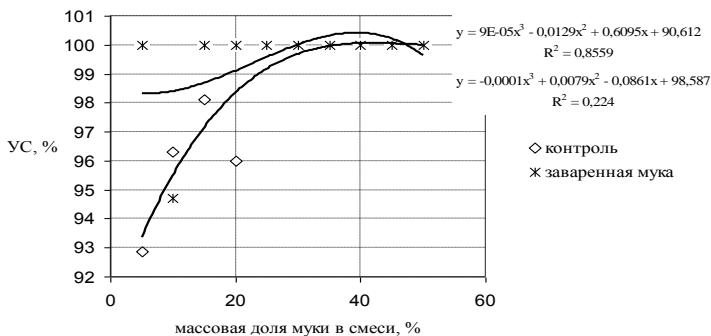


Рис. 2 – Зависимость устойчивости пены водно-мучной смеси от массовой доли ячменной муки

Ячменную муку выдерживали при температуре 18 – 20°C в составе водно-мучной смеси с массовой долей муки от 5 до 50% с шагом 5% в течение 0,5 – 3,0 часов с шагом 0,5 ч. В качестве контрольного образца использовался образец, не подвергавшийся набуханию. Экспериментальные данные представлены на рисунках 3 - 7.

Пенообразующая способность заваренной водно-мучной смеси резко снижается с увеличением массовой доли муки до 10%, далее она взбиванию не подвергается. При заваривании резко повышается устойчивость пены. Она достигает своего максимального значения (100%) при массовой доле ячменной муки в смеси 5%.

По сравнению с контролем, пенообразующая способность образцов, подвергавшихся завариванию, ниже. Однако, снижение пенообразующей способности характерно не для всего рассматриваемого интервала концентраций муки. Так, при концентрации 5% пенообразующая способность образца, подвергшегося завариванию, превышает одноименный показатель контрольного в 1,18 раз.

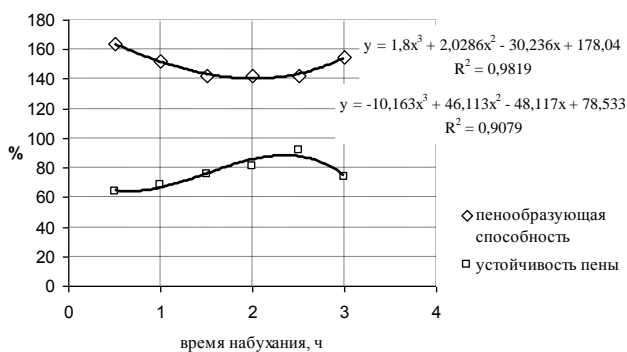


Рис. 3 – Зависимость пенообразующих свойств водно-мучной смеси от времени набухания ячменной муки с массовой долей 5%.

Как видно из рисунков, пенообразующая способность образцов с увеличением времени обработки снижается. При этом набухание 0,5 ч улучшает эти свойства водно-мучной смеси.

Устойчивость пены увеличивается с увеличением времени набухания и массовой доли муки. Считаем что, снижение пенообразующей способности при заваривании в меньшей степени связано с уменьшением количества белка вследствие его термической денатурации и деструкции, а в большей степени - с резким увеличением вязкости водно-мучной смеси.

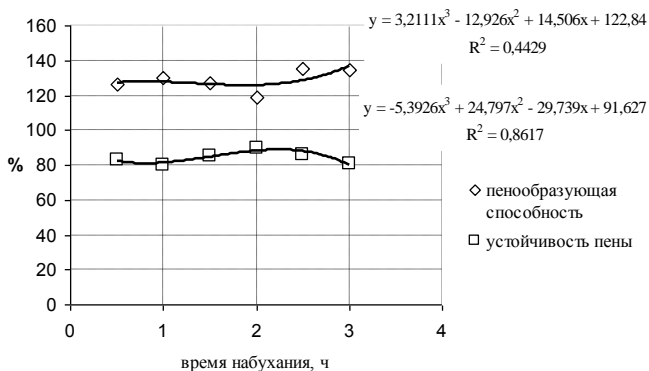


Рис. 4 – Зависимость пенообразующих свойств водно-мучной смеси от времени набухания ячменной муки с массовой долей 10 %.

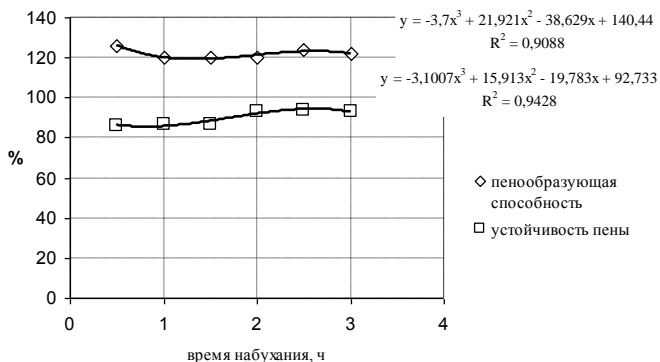


Рис. 5 – Зависимость пенообразующих свойств водно-мучной смеси от времени набухания ячменной муки с массовой долей 15 %.

Таким образом, заваривание оказывает отрицательное действие на пенообразующие свойства водно-мучной смеси с ячменной мукой.

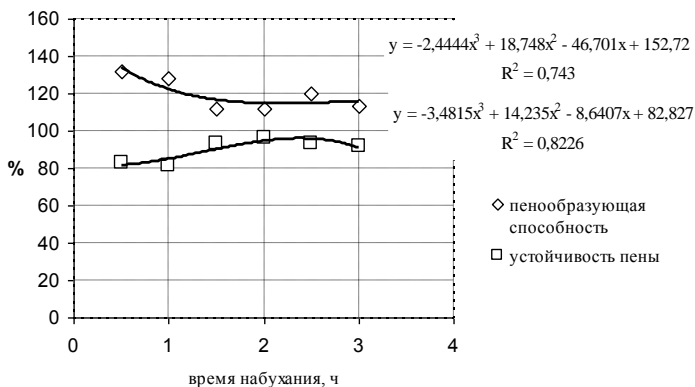


Рис. 6 – Зависимость пенообразующих свойств водно-мучной смеси от времени набухания ячменной муки с массовой долей 20 %.

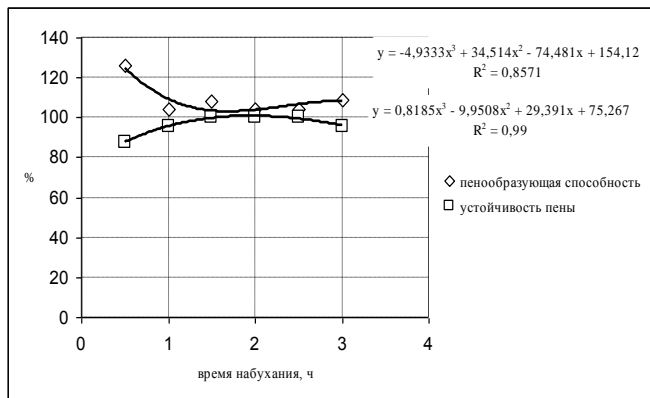


Рис. 7 – Зависимость пенообразующих свойств водно-мучной смеси от времени набухания ячменной муки с массовой долей 25 %.

При данном способе обработки, как белки, так и углеводы не подвергаются разрушительным воздействиям, а продолжи-

тельное нахождение в воде способствует их большему растворению и достижению конформационных состояний, при которых происходит лучшее формирование межфазного адсорбционного слоя, что, способствует образованию большего объема стабильной пены. При данном способе обработки происходит образование коллоидных гелей крахмала и пентозанов. Данные гели образуют каркас, стабилизируя пену в результате каналы Гиббса-Плато закупориваются, что уменьшает синергизм и скорость истечения жидкости полученной пены.

Можно сделать вывод, что набухание муки в воде на срок до 0,5 часа оказывает наилучшее влияние на пенообразующие свойства водно-мучной смеси.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ТВОРОЖНО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

М.С. Есипова

АНО ВПО «Омский экономический институт», Россия, г. Омск

Среди факторов питания, имеющих важное значение для поддержания здоровья и активности ребенка, важнейшая роль принадлежит полноценному и регулярному снабжению его организма всеми необходимыми микронутриентами: витаминами, минеральными веществами и микроэлементами [1].

В работах отечественных и зарубежных ученых, занимающихся вопросами моделирования продуктов питания, отмечается, что достижение уровня сбалансированности состава пищевых продуктов может быть достигнуто только за счет их многокомпонентности. Необходимость создания многокомпонентных продуктов продиктована возможностью регулирования химического состава продуктов в соответствии с современными требованиями науки о питании. Моделируемые многокомпонентные молочные продукты должны характеризоваться максимально приближенным к эталону нутриентным составом [2].

Таблица 1

**Пример рецептуры творожно-растительного продукта
с плодово-овощными наполнителями**

ингредиенты	X	массовая доля, %				цена, руб/кг
		белки	жиры	угл-ды моно- и дисахариды	вода	
творог 2%	x1	20,0	2,0	3,0	75,0	42
сахар	x2	0,0	0,0	99,8	0,2	31
наполнитель- морков. пюре	x3	1,3	0,1	6,7	91,9	56
наполнитель- абрикос	x4	0,9	0,1	8,3	90,7	125
молоко сух. обезжиренное	x5	35,5	1,0	52,6	4,0	120
пектин	x6	3,5	9,3	9,3	77,9	440
манная крупа	x7	10,3	1,0	1,6	87,1	36
яичный меланж	x8	12,7	11,5	0,7	75,1	35
характеристика продукта, не менее		13	1,5	18	60	

Такой продукт разрабатывается на кафедре технологии продуктов питания и сервиса АНО ВПО «Омский экономический институт». Основным компонентом продукта является творог. Творог – уникальный продукт. Он превосходит все молочные продукты по содержанию белка и по степени его усвоения. Белки в составе творога легко расщепляются на аминокислоты: триптофан, метионин, холин и другие, необходимые организму человека. Именно из-за легкого усвоения такой насыщенный продукт как творог рекомендуется детям. Также в состав рецептуры входят растительные наполнители: тыквенное пюре, морковное пюре, яблочно-клюквенное пюре, кусочки абрикосов, являющиеся полноценными источниками минералов и витаминов.

Решение технологических рецептурных задач на базе компьютерных информационных систем является актуальным и ведет к достижению следующих целей:

- ✓ полнота использования составных частей ингредиентов;
- ✓ получение продукта высокого качества с заданными параметрами [3].

Пример оптимизации рецептуры многокомпонентного творожно-растительного продукта представлен в таблице 1.

Формулируется задача: требуется разработать рецептуру творожно-растительного продукта для питания детей школьного возраста. 100 кг данного продукта состоит из следующих компонентов: творог(2%) – не менее 35 кг, сахар – не более 11 кг, наполнитель-морковное пюре – не менее 14 кг, наполнитель-абрикос - не менее 8 кг, молоко сухое обезжиренное – не менее 13 кг, пектин – 1 кг, манная крупа – не менее 6 кг, яичный меланж – 7 кг. При заданных ограничениях компонентов необходимо установить примерный химический состав моделируемого творожно-растительного продукта.

В таблице 1 представлена матрица данных для оптимизации рецептуры творожно-растительного продукта, состоящая из четырех блоков: ингредиенты, индексированные переменные, обозначенные через X , химический состав ингредиентов (белки, жиры, углеводы, вода), оптовые цены.

На основании информационной матрицы данных формируется система линейных алгебраических балансовых уравнений и ограничений по жиру, белку, углеводам, воде и массе творожно-растительного продукта.

Реализация поставленной задачи решалась с помощью разработанной авторской программы **OPTIMUM** – оптимизация многокомпонентного продукта, в данном случае оптимизация творожно-растительного продукта.

Практическая реализация задачи выполнена с помощью офисной программы Microsoft Excel (рисунок 1).

Логическая последовательность решения задачи заключается в следующих операциях. В ячейке **C12** вычисляют суммарную массу всех компонентов смеси творожно-растительного продукта по следующей формуле: = **СУММ(C4:C11)**. В строке

14 осуществляют ввод балансовых уравнений, в ячейках с E14 по H14 – вычисляются массовые доли, белков, жиров, углеводов и воды в 100 кг творожного продукта. В строке «Стандарт» (строка 13) приводится химический состав продукта: содержание белков, жиров, углеводов (моно – и дисахариды), воды.

	масса		массовая доля, %				цена	содержание, кг				
	X	кг	белки	жиры	угл-ды	вода	руб/кг	белки	жиры	углеводы моно- и дисахариды	вода	энерг. Ценность, Ккал
ингредиенты					моно- и дисахариды							
4 творог 2%	x1	36,00	20,0	2,0	3,0	75,0	42	7,20	0,72	1,08	27,00	39,33
5 сахар	x2	10,00	0,0	0,0	99,8	0,2	31	0,00	0,00	9,98	0,02	37,43
6 наполнитель-морков. пюре	x3	15,00	1,3	0,1	8,7	91,9	56	0,20	0,02	1,005	13,79	4,68
7 наполнитель-абрикос	x4	9,00	0,9	0,1	8,3	90,7	125	0,08	0,01	0,747	8,16	3,21
8 молоко сух. обезжиренное	x5	15,00	35,5	1,0	52,6	4,0	120	5,33	0,15	7,89	0,60	52,24
9 пектин	x6	1,00	28,6	0,3	9,3	77,9	440	0,04	0,09	0,693	0,78	1,33
10 манная крупа	x7	7,00	10,3	0,0	1,6	88,1	36	0,72	0,07	0,112	6,10	3,93
11 витаминный микс	x8	7,00	12,7	11,5	0,7	78,1	35	0,89	0,81	0,049	5,26	10,98
12 итого, кг		100,00										
13 стандарт			14,4	1,9	21,0	61,7		14,4	1,9	21,0	61,7	153,13
14 балансовые уравнения			14,4	1,9	21,0	61,7						
15 функция цели, руб.							6524,00				цель	641,14
16 Соотношение Ж:Б:У			1,0	0,1	1,5							
17 Стандарт Ж:Б:У			1	1	4							
18 % соответствия соотношения												
19 между Ж:Б:У в продукте к стандарту			100	12,9	36,3							
20 Суточная потребность школь-ков (7-10 лет), г			80,0	80,0	324,0							
21 % соответствия суточной потребности			15,06	2,33	6,47							

Рис. 1. Фрагмент оптимизации рецептуры творожно-растительного продукта в программе Microsoft Excel

С помощью компьютерной программы также был сконструирован и рассчитан витаминно-минеральный и макроэлементный состав творожного продукта с растительными наполнителями.

На рисунке 2 представлен состав макро и микроэлементов творожно-растительного продукта с указанным расчетом потребности в минеральных веществах школьников 7-11 лет.

Моделирования многокомпонентных кисломолочных продуктов с применением компьютерной программы OPTIMUM и офисной программы Microsoft Excel позволяет оперативно и рационально использовать пищевые компоненты, расширить

ассортиментную линейку производства творожных продуктов для питания детей школьного возраста.

Таблица 2

Содержание витаминов в творожно-растительном продукте

ингредиенты	X	масса,	Содержание витаминов, мг/в 100 граммах продукта						
		кг	A	E	B 1	B 2	C	K	PP
творог 2%	x1	36,00	10,00	0,00	0,04	0,25	0,20	78,00	0,50
сахар	x2	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00
наполнитель-морков. пюре	x3	15,00	0,00	0,40	0,06	0,07	5,00	200,00	1,00
наполнитель-абрикос	x4	9,00	0,00	1,10	0,03	0,06	10,00	305,00	0,70
молоко сух. обезжиренное	x5	15,00	0,00	0,00	0,30	1,80	4,00	1224,00	1,20
пектин	x6	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00		108,00	0,50
манная крупа	x7	7,00	0,00	1,50	0,14	0,04	0,00	130,00	1,20
яичный меланж	x8	7,00	250,00	6,00	0,07	0,44	0,00	140,00	0,20
сумма, кг		100,00							
содержание в 100 кг продукта, мг			21100,00	684,00	85,80	409,50	2322,00	28940,00	676,00
содержание в 100 кг продукта, мг			21100,00	684,00	85,80	409,50	2322,00	28940,00	676,00
содержание в 100 кг продукта, г			21,10	0,68	0,09	0,41	2,32	289,41	0,68

A	B	C	D	E	F	G	H	I	
ингредиенты	X	масса, кг	Макроэлементы, мг (%) в 100 граммах продукта						
			K	Ca	Na	P	Mg	железо	
творог 2%	x1	36,00	78	120	35	180	24	0,3	
сахар	x2	10,00	3	3	1	0	0	0,3	
наполнитель-морков. пюре	x3	15,00	200	27	21	55	38	0,7	
наполнитель-абрикос	x4	9,00	305	28	3	26	8	0,7	
молоко сух. обезжиренное	x5	15,00	1224	1155	442	920	160	1	
пектин	x6	1,00	108	40	426	25	14	1,9	
манная крупа	x7	7,00	130	20	3	85	18	1	
яичный меланж	x8	7,00	140	55	134	192	12	2,5	
сумма, кг		100,00							
содержание в 100 кг продукта, мг			289410,00	228970,00	96270,00	233030,00	41300,00	720,00	
содержание в 100 кг продукта, мг			289410,00	228970,00	96270,00	233030,00	41300,00	720,00	
содержание в 100 кг продукта, г			289,41	228,97	96,27	233,03	41,30	0,72	
Ступенчатая потребность школьников (7-11лет)			900	1100	1000	1100	250	12	
% удовлетворения нормы на 100 грамм			32,16	20,82	9,63	21,18	16,52	6,00	

Рис. 2. Фрагмент оптимизации рецептуры творожно-растительного продукта по критерию содержания макроэлементов.

Список литературы

1. Бессонова О.В. Современные направления обогащения молочных продуктов для детей /О.В.Бессонова // Питание и здоровье. – 2011. - №7. – С.46-47
2. Канушина Ю.А., Лисин П.А. Матричный метод моделирования рецептуры творожного продукта с фруктово-ягодной композицией /Ю.А. Канушина., П.А. Лисин // Молочная река, 2011. - № 4. – С.56-58
3. Липатов Н.Н. Принципы и методы проектирования рецептур пищевых продуктов, балансирующих рационы питания / Н.Н.Липатов // Известия ВУЗов. Пищевая технология, 1990. – № 6. - С.24-26.
4. Скурихин И. М., Тутельян В. А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочник. М. : ДеЛи принт, 2008. - 150 с.

ОЦЕНКА ПИЩЕВОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ЗАВАРНОГО ПОЛУФАБРИКАТА С РЖАНОЙ МУКОЙ

Е.А. Новицкая

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», Россия, г. Орел

Целесообразность применения ржаной муки для повышения пищевой ценности заварного полуфабриката подтвердили исследования его пищевой ценности. Он представляет собой ряд выраженных в процентах расчётных величин, характеризующих степень соответствия оцениваемого продукта оптимально сбалансированному суточному рациону с учётом энергосодержания и наиболее важных качественных показателей. Интегральный скор определяют обычно в расчёте на такую массу продукта, которая обеспечивает 10 % энергии суточного рациона (например, 300 ккал, или 1,26 МДж, при суточном рационе в 3000 ккал, или 12,6 МДж). Для определения интегрального сора, вначале находят по соответствующим таблицам энергосодержание 100 г оцениваемого продукта, после чего вычисляют его массу, обеспечивающую 300 ккал (1,26 МДж) энергии, а затем рассчитывают в найденном количестве продукта содержание важнейших питательных веществ.

Результаты исследования химического состава и пищевой ценности заварных полуфабрикатов с различным содержанием ржаной муки в сравнении с классическим заварным полуфабрикатом приведены в таблице 1.

Исследования пищевой и энергетической ценности исследуемых полуфабрикатов показали, что заварной полуфабрикат с использованием ржаной муки с массовой долей 70 % и количеством воды 250 % обладает большим содержанием белков и жиров, чем классический заварной полуфабрикат. Содержание углеводов, а также энергетическая ценность немного ниже в заварном полуфабрикате с ржаной мукой, чем в классическом.

Таблица 1

Пищевая и энергетическая ценность заварного полуфабриката

Наименование показателя	Классический заварной полуфабрикат	Заварной полуфабрикат с ржаной мукой 70 %
Содержание белка, г/100г продукта	23,5	23,78
Содержание жира, г/100г продукта	95,1	95,66
Содержание углеводов, г/100г продукта	70,5	63,22
Энергетическая ценность	1239	1210,3

Кроме того, пищевая ценность мучных кондитерских изделий, как и любого пищевого продукта, зависит так же от содержания в нем витаминов и минеральных веществ. Содержание витаминов и минеральных веществ в заварных полуфабрикатах представлено в таблице 2

Как видно из таблицы, заварной полуфабрикат с ржаной мукой наиболее богат минеральным составом и превосходит классический заварной полуфабрикат. Содержание натрия одинаково как в классическом, так и в заварном полуфабрикате с ржаной мукой. Калия в заварном полуфабрикате с ржаной му-

кой почти на 30 % больше, кальция на 10 %, магния на 40 %, а фосфора и железа на 35 % больше.

Таблица 2

**Содержание витаминов и минеральных веществ
в заварных полуфабрикатах**

Наименование вещества	Классический заварной полуфабрикат	Заварной полуфабрикат с ржаной мукой 70%
Минеральные вещества, мг/100г		
Натрий	388,5	388,5
Калий	286,3	468,1
Кальций	457,5	475
Магний	51,4	92,7
Фосфор	297	390,2
Железо	6,8	8,83
Витамины		
β -каротин	0,38	0,405
B1	0,24	0,415
B2	0,58	0,657
PP	1,44	1,41

Кроме того содержание некоторых витаминов (β -каротин, B1, B2) в заварном полуфабрикате с ржаной мукой выше, чем в заварном полуфабрикате с пшеничной мукой. Содержание витаминов группы B и β -каротина в заварном полуфабрикате с ржаной мукой больше почти на 10 %, чем в классическом полуфабрикате.

Так же был рассчитан интегральный скор заварного полуфабриката по белкам, жирам и углеводам, который представлен в таблице 3.

Расчет интегрального сора по белкам, жирам и углеводам показывает, что применение ржаной муки рационально. Усвояемость заварных полуфабрикатов с содержанием ржаной муки 70 % составляет 41,7 %. Содержание белков, жиров и углеводов соответственно удовлетворяет на 17,6 %, 90,2 % и 15,8 %.

Таблица 3

Интегральный скор заварного полуфабриката по белкам, жирам и углеводам

Наименование показателя	Суточная потребность, г	Интегральный скор, %	
		Классический заварной полуфабрикат	Заварной полуфабрикат с ржаной мукой 70%
Содержание белка, г/100г продукта	135	17,4	17,6
Содержание жира, г/100г продукта	106	89,7	90,2
Содержание углеводов, г/100г продукта	399	17,7	15,8
Энергетическая ценность	2900	42,7	41,7

Таблица 4

Интегральный скор заварного полуфабриката по минеральным веществам и витаминам

Наименование вещества	Суточная потребность, г	Интегральный скор, %	
		Классический заварной полуфабрикат	Заварной полуфабрикат с ржаной мукой 70%
Минеральные вещества, мг/100г			
Натрий	4000	9,7	9,7
Калий	2500	11,5	18,7
Кальций	800	57,2	59,4
Магний	400	12,9	23,2
Фосфор	1200	24,8	32,5
Железо	10	68	88,3
Витамины			
β-каротин	0,9	42,2	45
B1	1,7	14,1	24,4
B2	2	29	32,9
PP	19	7,6	7,4

Интегральный скор заварного полуфабриката по витаминам и минеральным веществам приведен в таблице 4.

Заварной полуфабрикат с ржаной мукой по сравнению с классическим заварным полуфабрикатом обогащен витаминами группы В, β -каротином, калием, кальцием, магнием, фосфором и железом. При употреблении 100 г заварного полуфабриката с содержанием ржаной муки 70 % восполняется 88,3 % и 32,5 % суточной потребности в железе и фосфоре соответственно, 23,2 %, 59,4 % и 18,7 % суточной потребности в магнии, кальции и калии соответственно.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПЕСОЧНОГО ПОЛУФАБРИКАТА С ГРЕЧНЕВОЙ МУКОЙ

Я.И. Позднякова

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», Россия, г. Орел

В результате предварительно проведенных экспериментов разработана технология производства песочного полуфабриката с 10 % гречневой муки, 30 % воды, 70 % меланжа и 90 % сахара-песка. Считали целесообразным провести оценку показателей качества разработанного полуфабриката в сравнении с классическим песочным полуфабрикатом.

Физико-химические показатели качества традиционного (основного) песочного полуфабриката и разработанного полуфабриката отражены в таблице 1.

Результаты исследования химического состава и пищевой ценности песочного полуфабриката с гречневой мукой в сравнении с традиционным (основным) песочным полуфабрикатом приведены в таблице 2.

Исследования пищевой и энергетической ценности исследуемых полуфабрикатов показали, что песочный полуфабрикат с использованием гречневой муки (печенье «Диво») обладает меньшим содержанием белков и жиров, а также углеводов, что приближает разрабатываемый продукт к группе диетических изделий. В то же время человек, потребляющий песочный по-

луфабрикат с гречневой мукой получает все необходимые вещества в достаточном количестве.

Таблица 1

Сравнительная характеристика основного песочного полуфабриката и полуфабриката с гречневой мукой

Показатель	Песочный п/ф с гречневой мукой	Основной песочный полуфабрикат
Влажность теста, %	25	25
Влажность готового изделия, %	12	15
Удельный объем готового изделия, мл/г	1,282	1,275

Таблица 2

Пищевая и энергетическая ценность песочного полуфабриката

Наименование показателя	Песочный полуфабрикат (основной)	Песочный п/ф с гречневой мукой
Содержание белка, г/100 г продукта	6,8	6,64
Содержание жира, г/100 г продукта	26,96	26,83
Содержание углеводов, г/100 г продукта	59,23	56,81
Энергетическая ценность, ккал	506,75	495,60

Исследования пищевой и энергетической ценности исследуемых полуфабрикатов показали, что песочный полуфабрикат с использованием гречневой муки (печенье «Диво») обладает меньшим содержанием белков и жиров, а также углеводов, что приближает разрабатываемый продукт к группе диетических изделий. В то же время человек, потребляющий песочный полуфабрикат с гречневой мукой получает все необходимые вещества в достаточном количестве.

Содержание витаминов и минеральных веществ в песочных полуфабрикатах представлено в таблице 3.

Таблица 3

**Содержание витаминов и минеральных веществ
в песочных полуфабрикатах**

Наименование вещества	Песочный полуфабрикат (основной)	Печенье «Диво»
Минеральные вещества, мг/100 г		
Натрий	93,460	90,540
Калий	83,299	93,509
Кальций	18,870	17,740
Магний	9,945	19,165
Фосфор	61,110	69,830
Железо	0,979	1,213
Витамины, мг/100 г		
А	0,200	0,194
β-каротин	0,120	0,130
В1	0,095	0,112
В2	0,080	0,081
РР	0,699	0,855

Как видно из таблицы, печенье «Диво» наиболее богато минеральным составом и превосходит традиционный песочный полуфабрикат. Содержание натрия несколько меньше в песочном полуфабрикате «Диво», чем в традиционном. Кальций примерно в одинаковой мере содержится в обоих образцах

Калия в песочном полуфабрикате с гречневой мукой почти на 11 % больше, магния на 51 %, а фосфора на 12,5 % и железа приблизительно на 19 % больше. Кроме того, содержание некоторых витаминов (β-каротин, В1 и РР) в песочном полуфабрикате с гречневой мукой выше, чем в песочном полуфабрикате с пшеничной мукой. Содержание витаминов А и В2 примерно одинаково в двух образцах песочных полуфабрикатах. β-каротина в песочном полуфабрикате с гречневой мукой больше почти на 10 %, чем в традиционном полуфабрикате. Витамина

В1 в песочном полуфабрикате с гречневой муки больше на 16 %, чем в основном полуфабрикате. Витамина РР больше в гречишном полуфабрикате на 2 %.

Для того чтобы создать востребованный песочный полуфабрикат с гречневой мукой необходимо провести органолептическую оценку. Результаты такой оценки качества представлены на рисунке 1.

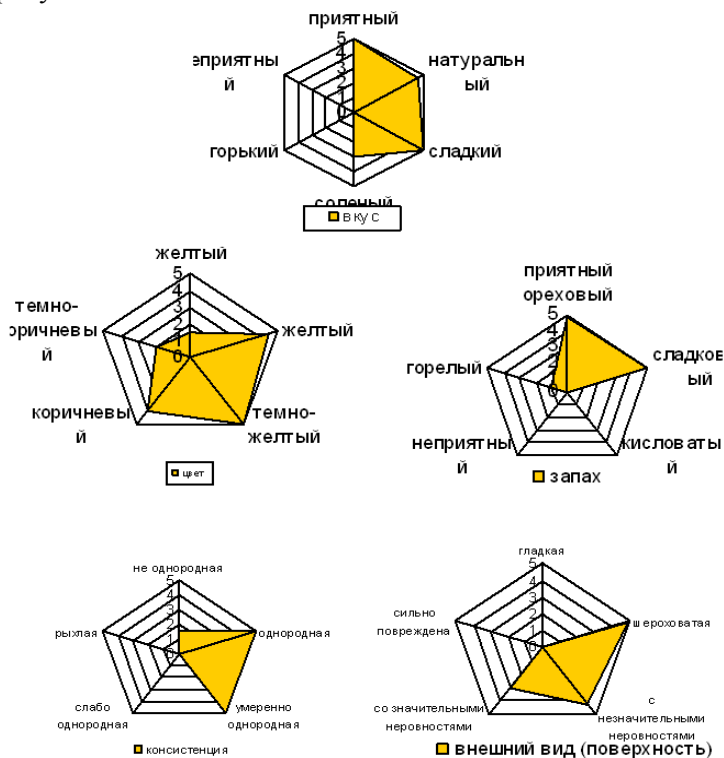


Рис. 1 – Органолептические показатели качества песочного полуфабриката с гречневой мукой

Выделение наиболее характерных для песочного полуфабриката элементов вкуса позволило установить профиль вкусоности продукта, а также изучить влияние различных доз добавки

гречневой муки на вкусовые показатели. Дескрипторами (элементами вкуса) были выбраны показатели, наиболее полно характеризующие вкус продукта с учетом всех его компонентов. Аналогично были выделены наиболее характерные элементы запаха, цвета, пористости, поверхности (внешнего вида).

В результате органолептической оценки выявлено, что печочный полуфабрикат с 10 % гречневой муки обладает шероховатой, с незначительными неровностями поверхностью (4,91 балла), однородной консистенцией (4,99 балла), запах приятный ореховый (4,89 балла), цвет от темно-желтого до коричневого (4,98 балла), вкус приятный, сладкий (4,98 балла).

Таким образом, можно сделать вывод, что разработанный полуфабрикат обладает высокими показателями качества.

ОЦЕНКА УРОВНЯ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ РАСТЕНИЯМИ ТЫСЯЧЕЛИСТНИКА ПРИ ЗАГРЯЗНЯЮЩЕМ ВОЗДЕЙСТВИИ АВТОТРАНСПОРТА

В.В. Семёнова

Учреждение Российской академии наук Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН, Россия, г. Махачкала,

Среди загрязнителей биосферы, представляющих наибольший интерес для различных служб контроля ее качества, тяжелые металлы относятся к числу важнейших. В значительной мере это связано с биологической активностью многих из них. На организм человека и животных физиологическое действие металлов различно и зависит от природы металла, типа соединения, в котором он существует в природной среде, а также его концентрации.

Проблема загрязнения растений тяжелыми металлами, вследствие интенсивного развития промышленности и автотранспорта обостряется еще и в связи с тем, что почва является не единственным источником поступления их в растения. Тяже-

лые металлы могут поступать в растения непосредственно из атмосферы [2].

Источники поступления тяжелых металлов делятся на природные (выветривание горных пород и минералов, эрозийные процессы, вулканическая деятельность) и техногенные (добыча и переработка полезных ископаемых, сжигание топлива, движение транспорта, деятельность сельского хозяйства). Очень опасным источником загрязнения атмосферы является автомобильный транспорт. Один автомобиль за год выбрасывает 600—800 кг оксида углерода, около 200 кг несгоревших углеводородов и около 40 кг оксидов азота. Ежегодно автотранспортом выбрасывается в атмосферу Земли около 300 млн т окиси углерода, 60 млн т углеводородов, 30 млн т окиси азота, а также свинец, бензапирен и альдегиды, относящиеся к особо токсичным веществам.

Тяжелые металлы накапливаются в почве, особенно в верхних гумусовых горизонтах, и медленно удаляются при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии и дефляции - выдувании почв.

В условиях Дагестана исследований по содержанию тяжелых металлов в лекарственных растениях ранее не проводилось.

Цель настоящей работы – изучение влияния транспорта на содержание тяжелых металлов в почве и надземной массе тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.).

Отбор растительных образцов проводили в период цветения растений. Пробы растений и почв были отобраны вблизи дорог и на участках, расположенных вдали от автотрассы. Пробы почвы брали из зоны расположения корневой системы. Отбор почвенных проб проводился в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01. Определение элементов в растительных образцах проводилось после сухого озоления с получением солянокислой вытяжки, в почвенных образцах – методом экстракции 1М HCl. Измерение проводилось на полярографе ПУ-1, фотоэлектроколориметре КФК-2. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы «Microsoft Excel».

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в растениях тысячелистника обыкновенного, отобранных вблизи дорог, мг/кг сухого вещества

Тип почвы. Место отбора.	Рас- стоя-ние от доро- ги, м	Гумус, %	pH	Zn	Pb	Cd
Горно-луговая карбонатная среднесуглинистая. Хунзахский р-он, с. Батлаич	5	-	-	$\frac{8,70}{8,50}$	$\frac{2,20}{7,70}$	$\frac{0,06}{0,70}$
Горно-луговая карбонатная глинистая. Докузпаринс-кий, с. Калад-жух		6,7	7,9	$\frac{6,43}{32,0}$	$\frac{1,56}{19,60}$	$\frac{0,04}{0,75}$
Горно-луговая типичная среднесуглинистая. Рутульский, с. Аракул	5	5,2	6,5	$\frac{3,84}{6,90}$	$\frac{4,86}{11,0}$	$\frac{0,29}{0,15}$
Горно-луговая дерновая карбонатная среднесуглинистая. Хунзахский, с. Ха- риколо	10	14,0	8,0	$\frac{4,60}{9,0}$	$\frac{1,01}{6,70}$	$\frac{0,02}{3,20}$
ПДК в растениях и почвах				$\frac{50,0}{23,0}$	$\frac{6,0}{6,0}$	$\frac{0,5}{0,5}$

По табл. 1 видно, что показатели цинка, свинца и кадмия в пробах растений ниже ПДК. В почвах, подвергнутых влиянию автотранспорта, содержание элементов превышает показатели ПДК по цинку в 1,4 раза, свинцу в 1,1 – 3,3 раза, и кадмию в 1,4 - 6,4 раз.

Нормальное содержание кадмия в растениях 0,05 - 0,2 мг/кг воздушно-сухой массы [1]. Естественные уровни содержания свинца в растениях из незагрязненных областей находятся в пределах 0,1-10,0 мг/кг сухой массы при средней концентрации 2 мг/кг. Средние концентрации цинка в травах находятся в пределах 12-47 мг/кг сухой массы [1].

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в растениях тысячелистника обыкновенного, отобранных на контрольных (фоновых) участках, мг/кг сухого вещества

Тип почвы. Место отбора.	Гумус, %	pH	Zn	Pb	Cd
Горно-луговая карбонатная глинистая. Акушинский, с. Усиша	5,5	7,1	<u>12,2</u> 13,0	<u>0,60</u> 3,90	<u>0,10</u> 0,01
Горно-луговая карбонатная среднесуглинистая. Акушинский, с. Гапшима	5,7	7,3	<u>7,2</u> 14,0	<u>0,60</u> 4,60	<u>0,02</u> 0,01

Примечание. В числителе – содержание элементов в надземной части растений, в знаменателе – содержание условно подвижных (кислоторастворимых) элементов в почве. Прочерк означает, что данные отсутствуют.

В однотипных почвах примерно с одинаковым содержанием гумуса (с. Усиша и с. Гапшима) содержание изученных микроэлементов в растениях тоже различается. Реакция среды и содержание гумуса значительно влияют на содержание тяжелых металлов в растениях. На горно-луговой среднесуглинистой почве с. Аракул со слабокислой реакцией среды равной 6,5 происходит наибольшее накопление свинца и кадмия (4,86 и 0,29 мг/кг) в растениях по сравнению с содержанием в растениях, произрастающих на почвах с щелочной реакцией среды (pH = 7,9-8,0).

Свинец и кадмий при подкислении среды переходят в подвижные формы доступные для растений, а при высоких значениях рН они закрепляются в почве химически [3]. При содержании в горно-луговой дерновой почве с. Хариколо свинца и кадмия в количествах (6,7 и 3,2 мг/кг), превышающих ПДК, в растениях их содержание находится в пределах нормы (1,01 и 0,02 мг/кг). Это происходит из-за высокого содержания гумуса в почве (14,0%), так как он обладает свойством связывать тяжелые металлы и препятствовать их переходу в растения [4].

Содержание свинца в растениях т. обыкновенного, отобранных на горно-луговой карбонатной глинистой почве загрязненного участка (с. Каладжух), превышает его содержание в с. Усиша (фоновый участок) в 2,6 раза (табл. 1, 2).

Концентрации тяжелых металлов в растениях, произрастающих на горно-луговой карбонатной среднесуглинистой почве с. Батлаич, превышает их содержание в растениях с. Гапшима, для свинца – в 3,6, кадмия – в 3 раза (табл. 1, 2).

Таким образом, доступность для растений тяжелых металлов, попадающих в почву в результате загрязнения автотранспортом, зависит от рН и содержания гумуса в почве. Лекарственные растения, отобранные вдали от трассы, содержат ТМ в меньших количествах, чем отобранные около дороги. Поэтому даже в горных районах, где интенсивность движения автотранспорта небольшая, необходимо производить отбор лекарственных растений вдали от трассы.

Список литературы

1. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. - 439 с.
2. Соколов О.А., Черников В.А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие.- Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН.. - 1999. - 164 с.
3. Цинк и кадмий в окружающей среде. М.: Наука, 1992. - 199 с.
4. Kuo S., Baker A. Sorption of copper, zinc and cadmium by some acid soils. // Soil. Sci. Soc. Amer. J. 1980. - Vol. 44, № 5. - P. 969-974.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕРНОМОРСКИХ МИДИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ХЛОРИДА МЕДИ

О.А. Семенова, А.И. Побережский

Национальный университет имени И. И. Мечникова,
г. Одесса, Украина

Влияние тяжелых металлов на гидробионтов является безусловным фактором [1]. Все тяжелые металлы, включая те, которые являются необходимыми микроэлементами в концентрациях выше определенных значений являются токсичными для организмов. Медь занимает особое место среди тяжелых металлов являясь опасным токсикантом, – контролем, в то же время выступает как кофактор для некоторые ферментативных системы, обеспечивая их функционирование [2]. В микроколичествах медь проявляет стимулирующий эффект на полифенолоксидазную, аскорбатоксидазную и другие системы. Избыток этого металла вызывает повреждение этих систем, а также структур и функций мембран клеток [3, 4, 5].

Целью нашего исследования было оценить состояние антиоксидантной системы черноморских мидий под влиянием меди, поступающей в организм из морской воды и с пищей.

Тестоваными показателями антиоксидантной системы мидий являлись определение активности глутатионпероксидазы, глутатионредуктазы, супероксиддисмутазы, каталазы, пероксидазы, количества восстановленного глутатиона и малонового диальдегида.

Полученные результаты исследований свидетельствуют о наличии сложнейших перестроек в антиоксидантной системе мидий.

Под влиянием растворенного хлорида меди значительно увеличилась активность глутатионпероксидазы. В наибольшей степени это наблюдалось в тканях жабр, в наименьшей степени – в гепатопанкреасе и ноге. В глутатионовой системе тканей мидий происходит снижение восстановительного потенциала за счет снижения активности глутатионредуктазы (табл. 1).

Таблица 1

Состояние глутатионовой системы ткани мидий при попадании организм меди в растворенном состоянии (третьи сутки эксперимента)

Биохимические тесты			Глутатионпероксидаза (мкм PSSP/мг белка, мн.)	Глутатионредуктаза (мкм НАДФН/мг белка, мн.)	Восстанов. глутатион (мкм GSH/мг белка)
CuCl ₂	гепатопанкреас	контр.	35 ± 3	95 ± 10	1,0 ± 0,2
		экспер.	54 ± 5*	72 ± 7*	0,4 ± 0,1*
	жабры	контр.	38 ± 4	148 ± 16	0,4 ± 0,1
		экспер.	72 ± 6*	94 ± 9*	0,2 ± 0,1*
	нога	контр.	30 ± 3	45 ± 5	0,4 ± 0,1
		экспер.	44 ± 5*	28 ± 3*	0,2 ± 0,1

Активность супероксиддисмутазы во всех исследованных органах существенно повышалась. Увеличивалась также активность взаимосвязанного с супероксиддисмутазой фермента каталазы. Активность пероксидазы в этих условиях не изменялась в следствии активно идущих процессов образования и метаболизма перекисей, повышалось во всех исследуемых тканях содержание малонового диальдегида (табл. 2).

Пищевое поступление меди приводило к противоположным отклонениям в глутатионовой системе, по сравнению с поступлением этого металла в растворенном виде из воды (табл. 3). Происходило значительное снижение активности глутатионпероксидазы во всех исследуемых тканях. В то же время наблюдалось существенное повышение активности глутатионредуктазы, что наиболее значительным было в ноге и, как следствие увеличение содержания восстановительного глутатиона.

Реакция совокупности ферментов отвечающих за образование и утилизацию перекисей показывает, что пищевое поступление меди вызывает одинаковые перестройки работы ферментов как при поступление этого металла в растворенном виде, так и с пищей.

Таблица 2

Состояние супероксиддисмутазно - каталазной систем ткани мидий при попадании в организм меди в растворенном состоянии (третьи сутки эксперимента)

Биохимические тесты			Супероксиддисмутаза (мкм НАДН/мг·белка, мн)	Пероксидаза (мкм H ₂ O ₂ /мг·белка, мн.)	Каталаза (мкм H ₂ O ₂ /мг·белка, мн.)	Малоновый диальдегид (мкм ГSH/ мг·белка)
CuCl ₂	Гепатопан.	контр.	1230 ± 134	10 ± 1	324 ± 34	824 ± 84
		экспер.	1946 ± 141*	10 ± 1	734 ± 72*	1125 ± 105*
	жабры	контр.	2380 ± 250	5 ± 1	567 ± 60	1561 ± 161
		экспер.	3425 ± 361*	6 ± 1	1028 ± 101*	1996 ± 172*
	нога	контр.	8530 ± 902	2 ± 0,2	345 ± 37	712 ± 73
		экспер.	14823 ± 1118*	3 ± 0,3	802 ± 75*	1421 ± 153*

Таблица 3

Состояние глутатионовой системы ткани мидий при попадании в организм меди с пищей (третьи сутки эксперимента)

Биохимические тесты			Глутатионпероксидаза (мкм PSSP/мг·белка, мн.)	Глутатионредуктаза (мкм НАДФН/мг·белка, мн.)	Востанов. глутатион (мкм ГSH/ мг·белка)
CuCl ₂	гепатопанкр	контр.	35 ± 3	95 ± 10	1,0 ± 0,2
		экспер.	17 ± 2*	144 ± 12*	0,9 ± 0,1*
	жабры	контр.	38 ± 4	148 ± 16	0,4 ± 0,1
		экспер.	21 ± 2*	193 ± 16*	1,2 ± 0,1*
	нога	контр.	30 ± 3	45 ± 5	0,4 ± 0,1
		экспер.	18 ± 2*	90 ± 8*	0,3 ± 0,1

Активность супероксиддисмутазы и каталазы существенно была повышена по сравнению с контрольными вариантами. Активность пероксидазы не изменялась. Активизация перекисных процессов привела к повышению содержания во всех исследуемых тканях малонового диальдегида (табл. 4).

Таблица 4

Состояние супероксиддисмутазно - каталазной систем ткани мидий при попадании в организм меди с пищей (третьи сутки эксперимента)

Биохимические тесты		Супероксиддисмутаза (мкм НАДН/мг·белка, мн)	Пероксидаза (мкм H ₂ O ₂ /мг·белка, мн.)	Каталаза (мкм H ₂ O ₂ /мг·белка, мн.)	Малоно-вий диальдегид (мкм GSH/мг·белка)	
CuCl ₂	гепатоп.	контр.	1230 ± 134	10 ± 1	324 ± 34	824 ± 84
		экспер.	1946 ± 141*	10 ± 1	734 ± 72*	1125 ± 105*
	жабры	контр.	2380 ± 250	5 ± 1	567 ± 60	1561 ± 161
		экспер.	3425 ± 361*	6 ± 1	1028 ± 101*	1996 ± 172*
	нога	контр.	8530 ± 902	2 ± 0,2	345 ± 37	712 ± 73
		экспер.	14823 ± 1118*	3 ± 0,3	802 ± 75*	1421 ± 153*

Таким образом, проведенные исследования позволили оценить действие меди на антиоксидантную систему мидий при различных путях её поступления в организм.

Список литературы

1. Ланкин В. З. Ферментативное перекисное окисление липидов / В. З. Ланкин // Укр. био – хим. журн. – 1984. – Т. 56, № 3. – С. 317 – 331.
2. Линник П. Н. Формы миграции меди в пресных и солоноватоводных водоемах / П. Н. Линник // Гидробиол. журн. – 1984. - т. 20, № 1. - С. 69-75.
3. Божков А. И. Функциональная гетерогенность клеток *Dunaliella viridis* Teod (*Chlorophyta*) и чувствительность к действию сернистой меди / А. И. Божков, А. В. Голтвянский // Альгология. – 2000. – Т. 10, № 1 - С. 22-30.
4. Божков А. И. Влияние ионов меди на интенсивность выделения белков и фенолов в среду двумя видами водорослей рода *Dunaliella* Teod / А. И. Божков, Т. Е. Ляшечко, Т. В. Догадина // Биол. науки. – 1992. - № 1. - С. 126-132.
5. Бондаренко Г. П. Об устойчивости растворимых комплексных соединений меди с гуминовыми и фульвокислотами в различных средах / Г. П. Бондаренко // геохимия, - 1972. - № 8. – С. 371. – 413.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОВСЯНОЙ МУКИ НА ПЕНООБРАЗУЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ПЕНЫ ДЛЯ БИСКВИТНОГО ПОЛУФАБРИКАТА

Н.Н. Шаухина

ФГБОУ ВПО «Государственный университет УНПК» Россия, г. Орел

Современная пищевая биотехнология представляет собой индустрию пищевых ингредиентов - вспомогательных технологических добавок, вводимых в пищевые продукты в процессе их изготовления для повышения их полезных свойств.

подавляющее большинство пищевых ингредиентов в настоящее время импортируется, в связи с чем организация их производства в России является актуальной, социально востребованной задачей.

По составу аминокислот овсяная мука является самой близкой к ценному мышечному белку, что делает ее замечательным диетическим продуктом. В овсяной муке сосредоточено много легко усваиваемых углеводов, кроме того, она способствует образованию в организме серотонина, который ответственен за хорошее настроение. [9]

Овес - исключительно ценный питательный продукт, богатый комплексными углеводами, высококачественными белками и клетчаткой. Научно установлено, что овес отличается оптимальным процентным соотношением углеводов (до 65 %), белков (в среднем около 17 %), жиров (7 %) и витаминов группы В. Этим объясняется, в частности, восстановление ритма сердечной деятельности при включении в диету овса.

Самая ценная часть овса - зерно. Помимо белков, жиров и крахмала оно содержит эфирные масла, витамины В1, В2, В6, провитамин А, никотиновую и пантотеновую кислоты, ферменты. Овес богат минеральными веществами, особенно фосфором, калием, магнием и железом. Также в нем найдены хром, марганец, цинк, никель, фтор, йод. Овсяные крупы богаты серой. Все эти элементы обязательно должны входить в рацион питания,

особенно в условиях плохой экологии, частых стрессов и недостатка витаминов.

В овсе также присутствуют антиоксиданты, стеролы и прочие полезные биологически активные соединения, которые благоприятно влияют на поджелудочную железу, обеспечивают сытость длительное время, а регулярное употребление овса можно рассматривать как защитную меру против рака прямой кишки.

Данное направление целесообразно применить в производстве наиболее популярных видов мучных кондитерских изделий, которые активно потребляют как дети, так и люди пожилого возраста. Кроме того, такие мучные кондитерские изделия должны иметь отличные органолептические показатели и невысокую стоимость. За основу можно взять изделия, изготовленные из бисквитного теста, которое является как основой, так и составной частью многих мучных кондитерских изделий.[7]

В качестве сырья, для производства бисквитного полуфабриката, предлагается взять овсяную муку. Так как именно овсяная мука является одной из немногих разновидностей муки, которая подходит как для обычного, так и для диетического питания.

Первые разработан рациональный способ внесения овсяной муки в бисквитное тесто. Установлена возможность повышения пенообразования и устойчивость пены овсяной муки. Установлено влияние рецептурных компонентов пенообразующих свойств.

Введение овсяной муки в мучные кондитерские изделия позволяет обогатить и дополнить их, так как овес обладает приятным ореховым вкусом. Интересным свойством овса является то, что он используется и в качестве консерванта. Овсяное молоко, приготовленное из муки овса, содержит вещества, препятствующие окислению жиров и масел, что предохраняет продукты от прогоркания. [8]

Таким образом, резюмируя вышеизложенное, можно утверждать, что добавление продуктов из овса в мучные и хлебобулочные изделия улучшает не только их аромат, но и вкус, цвет, а также полезные свойства продукта.

В лабораториях кафедры «Технология и организация питания, гостиничного хозяйства и туризма» Госуниверситета-УНПК был проведен ряд исследований водно-мучных смесей с овсяной мукой на пенообразующую способность. В качестве метода исследования были использованы:

- крупа овсяная, ГОСТ 3034-75;
- мука из овсяной крупы.

В работе использовали продукты, являющиеся рецептурными компонентами в производстве бисквитного полуфабриката, которые соответствуют действующей нормативной документации:

- соль поваренная – ГОСТ Р 51574 – 2000;
- кислота лимонная – ГОСТ 908 – 2004;
- сахарный песок – ГОСТ 21 – 94.

Пенообразующие свойства овсяной муки определяли следующим образом: водно-мучную смесь взбивали миксером в течение 5 минут. Далее проводили измерения высоты смеси муки с водой до взбивания и после, а затем по формуле 1 производили расчет.[3]

$$ПС = \frac{KB}{HB} \cdot 100; \quad (1)$$

где ПС - пенообразующая способность, %;

KB – высота пены после взбивания, см;

HB – высота смеси муки с водой до взбивания, см.

Для определения устойчивости пены измеряли высоту пены сразу, после взбивания и через 1,5 и 3 часа. Далее производили расчет по формуле 2.

$$УП = \frac{KB_1}{KB} \cdot 100; \quad (2)$$

где УП – устойчивость пены, %;

KB1– высота пены через 1,5 и 3 часа после взбивания, см;

KB – высота пены сразу после взбивания, см.

Пенообразующая способность раствора – это количество пены, выражаемое объемом пены или высотой ее столба, которое образуется из постоянного объема раствора при соблюдении определенных условий в течение данного времени.

Стабильность (устойчивость) пены – это время существования («жизни») элемента пены (отдельного пузырька, пленки) или определенного ее объема.

Для проведения экспериментов использовали овсяную муку, взятую в количестве 5-30% с интервалом 5% от общего количества муки. Пенообразующие свойства овсяной муки определяли следующим образом: водно-мучную смесь взбивали миксером в течение 5 минут. Далее проводили измерения высоты смеси муки с водой до взбивания и после.

Для определения устойчивости пены измеряли высоту пены сразу после взбивания через 1,5 часа и через 3 часа.

Исследование влияния пенообразующих свойств фактором сухого нагрева овсяной муки

Сухой нагрев овсяной муки производился в течение 5, 10 и 15 минут при температурах 100, 125, 150 и 175 °С. При сухом нагреве происходит нагрев внешней поверхности муки и ее обезвоживание. Пенообразующая способность с овсяной муки, прогретой до 1250С в течении 10 минут и 15 минут выше остальных образцов, а при 5 минутах самый низкий образец. Пенообразование свойства овсяной муки в прогретой до 1000С наилучший результат в течении 5 минут.

Устойчивость пены овсяной муки при сухом нагреве через 1,5 часа, наиболее устойчивой пеной овсяной муки прогретой до 125 и 1500С в течении 15 минут выше и стабильнее остальных образцов.

Устойчивость пены овсяной муки при сухом нагреве через 3 часа, наиболее устойчивой пеной овсяной муки прогретой до 1250С в течении 5, 10 и 15 минут выше и стабильнее остальных образцов. Однако, в ходе оценки результатов экспериментов было установлено, что под воздействием технологических факторов пенообразующую способность овсяной муки и устойчивость полученной пены снижается.

Исследование влияния пенообразующих свойств фактором СВЧ нагрева овсяной муки

В отличие от сухого нагрева, где продукт подвергается влиянию температуры от поверхности к центру, СВЧ нагрев осуществляется с помощью энергии СВЧ колебаний, в результате которых происходит преобразование такой энергии в тепло не на поверхности, а в его объеме. СВЧ излучение, проникая внутрь пищевых продуктов, разогревает содержащуюся в них воду до 100 °С.

Потому можно добиться более интенсивного нарастания температуры при большей равномерности нагрева.

Овсяная мука подвергалась СВЧ нагреву или полями тока сверхвысокой частоты в течение 30, 60, и 90 секунд при мощности излучения 800 Вт.

Исследование влияния пенообразующих свойств фактором заваривания овсяной муки. Заваривание овсяной муки водой производился при температуре 100°С. При воздействии заваривания на овсяную муку наилучшей пенообразующей способностью обладает водно-мучная смесь с массовой долей овсяной муки 20%. Наиболее устойчивыми пенами являются образцы с массовой долей муки 15% однако, в ходе оценки результатов экспериментов было установлено, что под воздействием технологических факторов пенообразующей способностью овсяной муки и устойчивость полученной пены снижается.

При воздействии набухания на овсяную муку наилучшей пенообразующей способностью обладает водно-мучная смесь с массовой долей овсяной муки 5%. Наиболее устойчивыми пенами являются образцы с массовой долей муки 10% однако, в ходе оценки результатов экспериментов было установлено, что под воздействием технологических факторов пенообразующей способностью овсяной муки и устойчивость полученной пены снижается.

Влияние рецептурных компонентов пенообразующих свойств

При воздействии влияния рецептурных компонентов пенообразующих свойств наилучшая водно-мучная смесь с массовой долей овсяной муки 15%

Для проведения экспериментов использовали рецептурные компоненты как: соль, сахар, кислота, взятая в количестве 0,5-3,0% с интервалом 0,5% от общего количества муки. Пенообразующие свойства овсяной муки определяли следующим образом: водно-мучную смесь взбивали миксером в течение 5 минут. Далее проводили измерения высоты смеси муки с водой до взбивания и после.

Для определения устойчивости пены измеряли высоту пены сразу после взбивания через 1,5 часа и через 3 часа. Наиболее устойчивыми пенами является образцы с массовой долей сахара 2,5%.

Исследование влияния пенообразующих свойств овсяной муки с солью. Наиболее устойчивыми пенами является образцы с массовой долей соли 2%

Исследование влияния пенообразующих свойств овсяной муки с кислотой

Кислотность среды оказывает значительное влияние на показатели качества изделий из муки, в том числе и бисквитных полуфабрикатов. Известно, что кислота существенно влияет на качественные показатели муки и её основных компонентов – крахмала и клейковины. В процессе приготовления песочных полуфабрикатов, кислота является улучшителем окислительного действия, участвует в процессе гидролиза крахмальных зерен муки.

Для проведения экспериментов использовалась лимонная кислота, взятая в количестве 0,5 – 3 % с интервалом 0,5 % от общего количества муки. Наиболее устойчивыми пенами является образцы с массовой долей кислоты 3%.

Однако, в ходе оценки результатов экспериментов было установлено, что под воздействием рецептурных компонентов пенообразующую способность овсяной муки и устойчивость полученной пены снижается.

В результате проведенных экспериментов было выявлено, что овсяная мука обладает более слабой пенообразующей способностью по сравнению с пшеничной мукой. С увеличением доли овсяной муки в водно-мучной смеси, пенообразующая способность уменьшается. Пенообразующая способность водно-

мучной смеси с концентрацией 10 % выше, чем у других, однако, полученная пена недостаточно устойчива. Наилучшей устойчивостью пены обладают образцы с массовой долей овсяной муки 15%.

При воздействии на овсяную муку различных технологических факторов, таких как набухание, заваривание, сухой нагрев результат аналогичный: наилучшей пенообразующей способностью обладает водно-мучная смесь с массовой долей овсяной муки 10%. Наиболее устойчивыми пенами являются образцы с массовой долей овсяной муки 15%. Однако, в ходе оценки результатов эксперимента было установлено, что под воздействием приведенных технологических факторов пенообразующая способность овсяной муки и устойчивость полученной пены снижается.

При определении устойчивости пены овсяной муки было установлено, что с увеличением массовой доли овсяной муки, устойчивость пены водно-мучной смеси увеличивается. Наилучшей устойчивостью пены обладает водно-мучная смесь с массовой долей овсяной муки 15%. При воздействии заваривания на овсяную муку, ее пена устойчивость снижается. Высокими результатами обладают водно-мучная смесь с массовой долей овсяной муки 15 %, подвергшейся сухому нагреву в течение 5 минут при температуре 100 0С, и смесь с массовой долей овсяной муки 15 % после набухания в течение 1,5 часа. Исходя из того, что овсяная мука обладает хорошей пена устойчивостью, оптимально её использование для изготовления бисквитного полуфабриката. В связи с этим было принято решение об определении влияния овсяной муки на свойства бисквитного полуфабриката. По итогам проведенной работы были сделаны выводы о том, что внесение овсяной муки в рецептуру бисквитного теста влияет на влажность теста и готового изделия, с повышением доли овсяной муки в тесте влажность теста и готового полуфабриката увеличивается.

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено влияние технологических факторов пенообразующих свойств и устойчивость пены, влияние рецептурных компонентов пенообразующих свойств.

Дальнейшая разработка бисквитного полуфабриката с использованием овсяной муки актуальна, так как является экономически выгодной, а тема использования этого вида муки пока мало изучена. Целесообразным будет дальнейшее изучение влияния данного фактора на качественные показатели бисквита.

Список литературы

- 1 Бутейкес, Н.Г. Технология приготовления кондитерских изделий [Текст]: учебник для проф.-техн. училищ / Н.Г. Бутейкес, А.А. Жукова. – М.: Экономика, 1976. – 278 с.
- 2 ГОСТ 3034-75 Крупа овсяная. – Введ. 1975-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2010. – 6 с.
- 3 Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства: учебник для ВУЗов – 3-е изд., перераб. и доп. / Л.И. Пучкова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 232 с.
- 4 СанПин 2.3.2.1078 – 2001. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – Введ. 2002-03-22. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 362 с.
- 5 Инухина Б. Крупьяные продукты для здорового питания [Текст] / Б. Инухина, Е. Мельников / Хлебопродукты: науч.-техн. и производств. журн. – 2005. – № 12. – С. 36-39.
- 6 Химический состав пищевых продуктов / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт. – 2002. – 236 с. Химический состав пищевых продуктов: Книга 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / Под И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 236 с.
- 7 Диетическое питание. – Режим доступа: www.diamart.su
- 8 Живи вкусно, живи легко. – Режим доступа: www.vkusno-legko.com
- 9 Здоровый мир. – Режим доступа: www.diet-msk.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Биокаталитические технологии

<i>Аватисян Г.А.</i> Биокаталитические технологии методов хранения и стабилизации штаммов-суперпродуцентов pal.....	3
<i>Архипов А.Н., Нестеров С.Н.</i> Изучение влияния массовой доли КМЦ Акуцель 3265 на продолжительность сквашивания молока заквасочными культурами «AiVi»	7
<i>Бабич О.О., Покровский В.С., Солдатова Л.С., Анисимова Н.Ю., Соколов Н.Н., Просеков А.Ю., Аветисян Г.А.</i> Изучение противоопухолевой активности рекомбинантная L-фенилаланин-аммиак-лиазы из <i>Rhodospodium toruloides</i>	11
<i>Богашова М.В., Новоселова М.В.</i> Подбор высокоактивного штамма-продуцента β -галактозидазы	17
<i>Борисова Г.В., Солдатова Л.С. Бессонова О.В.</i> Альтернативный подход к получению продуктов питания для больных гистидинемией с использованием биоинформационных технологий	21
<i>Долганюк В.Ф., Новоселова М.В., Богашова М.В.</i> Оптимизация ферментативного гидролиза молочной сыворотки для пищевой промышленности	26
<i>Ишбаева А.У., Шахмаев Р.Н., Зорин В.В.</i> Хемознзиматический синтез (s)-3-гидрокси-2,2-диметилциклогексан-1-она.....	30
<i>Лесина М.Л., Новоселова А.А.</i> Применение естественных биокаталитических систем бактерий в практике очистки сточных вод.....	34
<i>Линник А.И., Матвеев А. С., Митроних П.В., Терехов А.А.</i> Анализ продуктов ферментативного гидролиза молочной сыворотки	38

Локотченко Н.С., Аникина Е.Н. Актуальность разработки молочных продуктов с низким содержанием лактозы и способы их производства	43
Макаренко Е.В. Технология и оценка качества хлеба из пшеницы сорта Ирень, выращенного в условиях Иркутской области.....	47
Нилова Л.П., Маркова К.Ю. Влияние натуральных обогащающих добавок на интенсивность биокаталитических процессов в технологии хлеба.....	52
Розиков О.Т., Мамаджонов С.А., Исмоилов Ф.Ш. Изучение активности фермента полифенолоксидазы картофеля	56
Разумникова И.С., Козлова О.В., Бабич О.О. Кушевская М.А. Изучение физико-химических и биологических критериев качества и безопасности гидролизатов, содержащих низкомолекулярные пептиды	60
Шабанова О.В. Анализ активности ферментной системы плесневых грибов рода <i>p. Caseicolum</i>	65
Anna M.C. Friis, Borje Akerlund, Katarina Gyllensten, Anna Aleman, Ingemar Ernberg Host-Epstein-Barr virus relationship affected by immunostimulation in HIV-infected patients representing distinct progressor profile groups	68

Переработки сырья, вторичных ресурсов и отходов

Архипов А.А. Емелин Е.П. Влияние молочно-белковых концентратов на свойство молочных продуктов.....	72
Архипов А.Н., Козлова О.В. Определение температурного оптимума активности заквасочных культур «DELVO-YOG», «AiVi», «Lactoferm» в присутствии стабилизаторов структуры	75
Байбакова О.В. Эффективность биосинтеза этанола с помощью <i>Pachysolen tannophilus</i> ВКПМ У-1532 на синтетических глюкозных и ксилозных средах	79

Байбакова О.В., Момот Т.О., Скиба Е.А. Влияние активной кислотности на скорость сбраживания штамма <i>Pachysolen tannophilus</i> ВКПМ У-1532	83
Байкин С.А. Социальная нагрузка на катализ химических процессов.....	88
Галкина С.Л., Макарова О.В., Аникина Е.Н. Конструирование молочно-белковой основы для творожно-крупяного биопродукта	91
Дубровская Н.О. Способ переработки и использования рябиновых выжимок в хлебопечении.....	98
Дубова Т.А., Лесина М.Л., Новоселова А.А. Разработка биотехнологии переработки осадка городских сточных вод.....	107
Ермолаев В.А., Бондарчук О.Н., Бабич О.О. Сушка как метод консервирования пищевых продуктов	111
Гадецкая А.В. Ресурсосберегающая технология переработки <i>Dimonium myrianthum</i>	115
Изгарышева Н.В., Кригер О.В., Лапин А.П. Основные аспекты переработки крови убойных животных в пенообразователи для аэрированных функциональных продуктов.....	119
Козлова О.В., Архипов А.Н., Лоор Е.С., Сутормина М.М. Исследование форм связи влаги в структурированных молочных продуктах	124
Лапин А.П., Кригер О.В. Изучение влияния стабилизаторов на соотношение плазмы и форменных элементов боенской крови сельскохозяйственных животных	128
Липартия И.С., Милентьева И.С., Драгунов И.Е. Изучение влияния основных факторов при получении растительно-молокосодержащего	132
Лосева А.И. Создание эмульгирующих композиций для производства функциональных продуктов	137
Е.А. Молибога Использование кедрового жмыха в производстве сырных продуктов функционального назначения	139
Момот Т.О. Зависимость ферментативного гидролиза лигноцеллюлозных материалов в водной среде от концентрации субстрата	142

Момот Т.О., Байбакова О.В., Скиба Е.А. Ферментативный гидролиз лигноцеллюлозных материалов в зависимости от частоты перемешивания	147
Новоселова М.В., Солдатова Л.С. Подбор ферментных препаратов для получения гидролизатов молочной сыворотки с низкой аллергенностью	151
Сунагатуллина А.Ш., Шахмаев Р.Н., Зорин В.В. Синтез полового феромона томатной моли <i>Keiferia lycopersicella</i>	155
Терехов А. А., Сухих Р.А. Технология переработки коллагенсодержащего сырья	159
Шулбаева М.Т. Лосева А.И. Некоторые аспекты создания продуктов для питания рабочих угледобывающих предприятий	162

Технологическое оборудование, процессы и аппараты пищевых производств

Котляров Р.В., Тимофеев А.Е., Сырцева А.П. Итенсификация процесса мембранного концентрирования путем модернизации аппарата	166
Никифоров Л.Л., Константинов С.Н. Использование адсорбентов при очистке жиросодержащих сточных вод.....	168
Тимофеев А.Е., Котляров Р.В., Сырцева А.П. Оптимизация технологического режима работы мембранного Аппарата	172
Шариков А.Ю. Изучение процессов экстракции и ферментативного гидролиза применительно к разработке инновационной технологии получения высококонцентрированных зерновых гидролизатов	174

Экология, контроль качества и безопасность пищевых продуктов

<i>Абдурахманов Э., Мурадова З.Б.</i> Разработка эффективных каталитических систем для терموкаталитического сенсора этанола.....	182
<i>Абдурахманов Э., Мурадова З.Б.</i> Некоторые вопросы кинетики глубокого окисления этанола на поверхности катализатора термокаталитического сенсора	188
<i>Волкова Е.С.</i> Разработка способа улучшения пенообразующих свойств ячменной муки.....	192
<i>Есипова М.С.</i> Компьютерное моделирование рецептуры творожно-растительного продукта для питания детей школьного возраста.....	198
<i>Макаренко Е.В.</i> Технология и оценка качества хлеба из пшеницы сорта ирень, выращенного в условиях иркутской области	
<i>Новицкая Е.А.</i> Оценка пищевой и энергетической ценности заварного полуфабриката с ржаной мукой.....	203
<i>Позднякова Я.И.</i> Исследование качества песочного полуфабриката с гречневой мукой.....	207
<i>Семёнова В.В.</i> Оценка уровня накопления тяжелых металлов растениями тысячелистника при загрязняющем воздействии автотранспорта.....	211
<i>Семенова О. А., Побережский А. И.</i> Оценка состояния антиоксидантной системы черноморских мидий под влиянием хлорида меди.....	216
<i>Шаухина Н.Н.</i> Исследование влияния овсяной муки на пенообразующую способность и устойчивость пены для бисквитного полуфабриката.....	220

Научное издание

БИОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ТЕХНОЛОГИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ РЕСУРСОВ
В ИНТЕРЕСАХ РАЦИОНАЛЬНОГО
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Материалы
Международной молодежной конференции
(10 – 12 сентября 2012 г.)

В авторской редакции

Подписано в печать 31.08.2012. Формат 60x84^{1/16}.

Бумага типографская.

Гарнитура Times. Уч.-изд. л. 14.56 Тираж 300 экз. Заказ № 123

ПЛД №44-09 от 10.10.99.

Отпечатано в редакционно-издательском центре
Кемеровского технологического института пищевой
промышленности
650010, г. Кемерово, ул. Красноармейская, 52