

Техника и технология пищевых производств

Food Processing: Techniques and Technology

Nº 2'15



Министерство образования и науки Российской Федерации

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ № 2, Т.37, 2015

Научно-технический журнал Издается с 1998 года

Главный редактор

А.Ю. Просеков, доктор технических наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники;

Зам. главного редактора

Е.А. Жидкова, кандидат экономических наук, доцент;

Редакционная коллегия:

- **П.П. Баранов**, доктор экономических наук, доцент;
- **Г.Б. Гаврилов**, доктор технических наук, заслуженный работник пищевой индустрии;
- **Г.В. Гуринович**, доктор технических наук, профессор;
- **Г.А.** Жданова, кандидат педагогических наук, доцент;
- **В.П. Зотов**, доктор экономических наук, профессор;
- **В.Н. Иванец**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки, почетный работник высшего профессионального образования РФ;
- Т.А. Краснова, доктор технических наук, профессор, заслуженный эколог РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ;
- **Л.А. Маюрникова**, доктор технических наук, профессор;
- Л.А. Остроумов, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники;
- **В.М.** Позняковский, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки, почетный работник высшего профессионального образования РФ;
- **В.А.** Помозова, доктор технических наук, профессор;
- **Б.А. Рскелдиев**, доктор технических наук, профессор;
- **Л.В. Терещук**, доктор технических наук, профессор;
- **Б.А.** Федосенков, доктор технических наук, профессор;

Gösta Winber, M.D., Ph.D. Associate professor, Karolinska Institutet

ISSN 2074-9414 (Print) ISSN 2313-1748 (Online)

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

| Панфилов В.А. Продовольственная безопасность России и шестой техно- логический уклад в АПК | 5 |
|---|-----|
| технология пищевых производств | |
| Дорош А.П., Грегирчак Н.Н. Исследование антагонистических свойств за- | |
| кваски с направленным культивированием и оценка микробиологических показателей хлеба на ее основе | 10 |
| Крумликов В.Ю., Изгарышева Н.В., Pozo-Dengra J., Кригер О.В. Разработ- ка технологии белкового пенообразователя для использования в спортив- | 10 |
| ном питании | 16 |
| <i>Пупинская С.М., Кузнецова Л.А.</i> Разработка композиции дикорастущего сырья для повышения биологической ценности плавленых сыров | 22 |
| Наумова Н.Л. Антиоксидантная активность селенсодержащих булочных | |
| изделий | 29 |
| лод из гречихи: способы получения и оценка качества | 34 |
| ка технологии новых видов хлебобулочных изделий с использованием | 41 |
| соевого сырья | 41 |
| ПРОЦЕССЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ | |
| и аппараты пищевых производств | |
| M якинникова $E.И.$, K асьянов $\Gamma.И.$ Использование электрофизических и газожидкостных технологий для сушки плодового сырья | 48 |
| Осинцев А.М., Брагинский В.И., Бабурчин Д.С., Рынк В.В. Зависимость | 10 |
| вязкоупругих свойств сычужных гелей от концентраций молочного жира и сухих веществ | 53 |
| <i>Хачатрян Л.Р., Котляров Р.В., Лобасенко Б.А.</i> Исследование технологических режимов работы мембранного аппарата при концентрировании | |
| крахмального молока | 61 |
| гигиена питания | |
| Вековцев А.А., Подзорова Г.А., Казьмина А.Ю., Позняковский В.М. Натурные исследования эффективности биологически активной добавки | (7 |
| с направленными функциональными свойствами | 67 |
| вание к применению напитка «Золотой шар» в послесменной реабилита- ции работников алюминиевого производства | 74 |
| Латков Н.Ю., Кошелев Ю.А., Позняковский В.М. Нутриентная поддержка | ′ ' |
| организма спортсменов в тренировочный, соревновательный и восстановительный периоды: теоретические и практические аспекты | 82 |
| Спиричев В.Б., Трихина В.В. Обеспеченность микронутриентами рабочих | 02 |
| промышленных предприятий и пути оптимизации лечебно-профилактических рационов | 87 |
| Устинова Ю.В., Латкова Е.В., Позняковский В.М. Разработка, товаро- | 07 |
| ведная характеристика и оценка эффективности энтеросорбента нового поколения | 93 |
| | |
| СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ | |
| | |
| Буданина Л.Н., Верещагин А.Л., Бычин Н.В. Применение метода ДСК для | |

Ответственный за выпуск **Е.В. Дмитриева** Литературный редактор **А.В. Дюмина** Дизайн и компьютерная верстка **Е.П. Лопатин**

Выходит 4 раза в год ISSN 2074-9414 (Print) ISSN 2313-1748 (Online)

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)» (ФГБОУ ВО «КемТИПП») 650056, г. Кемерово, бульвар Строителей, 47

Адрес редакции: 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, к. 1212, тел. (3842) 39-68-45 http:fptt-journal.ru e-mail: food-kemtipp@yandex.ru

Адрес издателя: 650056, г. Кемерово, 6-р Строителей, 47, ФГБОУ ВО «КемТИПП»

Адрес типографии: 650002, г. Кемерово, ул. Институтская, 7, к. 2006, тел. (3842) 39-09-81

Журнал включен в Перечень ВАК ведущих рецензируемых научных журналов (№ 6/6 от 19 февраля 2010 г.)

Журнал включен в международные базы данных: AGRIS, AGRICOLA, EBSCOhost (Food Science Source), Ulrich's Periodicals Directory.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77-61607 от 30 апреля 2015 г. Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Подписано в печать 10.06.2015. Дата выхода в свет 10.06.2015. Усл. п. л. 22,03. Уч.-изд. л. 21,0. Тираж 300 экз. Заказ № 32 Цена свободная.

Подписной индекс по объединенному каталогу «Пресса России» – 41672

Мнение авторов публикуемых материалов не всегда совпадает с мнением редакции. Ответственность за научное содержание статей несут авторы публикаций.

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет) (КемТИПП), г. Кемерово, 6-р Строителей, 47 © КемТИПП, 2015

| <i>Горемыкина Н.В., Верещагин А.Л., Бычин Н.В., Кошелев Ю.А.</i> Сравнение триглицеридного состава облепихового масла Алтайского края методом | |
|---|-----|
| дифференциальной сканирующей калориметрии | 104 |
| Котова Т.В., Солопова А.Н., Позняковский В.М. Информационная модель | |
| безопасности тонизирующего (энергетического) напитка с лимонником | |
| китайским | 110 |
| Марьин В.А., Харитонов Д.В., Харитонова И.В. Нерешённые фундамен- | |
| тальные проблемы общей микробиологии | 115 |
| Федосеева У.С., Полякова Л.И. Методология оценки поставщиков в систе- | 125 |
| ме менеджмента безопасности пищевой продукции | 123 |
| ческого анализа в процессе пивоварения | 131 |
| Че С.Н., Бакайтис В.И., Цапалова И.Э. Влияние тепловой обработки на фи- | 131 |
| зические показатели и содержание тяжелых металлов в макромицетах | 138 |
| Шуршикова Г.В., Котарев В.И., Дерканосова Н.М., Василенко О.А., | |
| Золотарева Н.И. Методика комплексной оценки уровня качества сельско- | |
| хозяйственной продукции (на примере зерна пшеницы) | 143 |
| 24.24.24.4 | |
| ЭКОНОМИКА | |
| Глебова С.Ю., Голуб О.В., Рыбакова Т.М. Разработка направлений модер- | |
| низации предприятий питания в сельской местности | 151 |
| | |
| РИГРИМА В В В В В В В В В В В В В В В В В В В | |
| Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей | 158 |
| Требования к оформлению статьи | |

The Ministry of Education and Science of the Russian Federation

Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University)

FOOD PROCESSING: TECHNIQUES AND TECHNOLOGY № 2, Vol. 37, 2015

Scientific technical Journal

Issued since 1998

Editor-in-Chief

A.Yu. Prosekov, Doctor of technical sciences, professor, a recipient of The RF Government Prize in the domain of science and engineering;

Deputy-chief editor

E.A. Zhidkova, Candidate of economic sciences, associate professor;

Editorial board members:

P.P. Baranov, Doctor of economic sciences, associate professor;

G.B. Gavrilov, Doctor of technical sciences, Honoured Worker of Food Industry;

G.V. Gurinovich, Doctor of technical sciences, professor;

G.A. Zhdanova, Candidate of pedagogical sciences, associate professor; **V.P. Zotov**, Doctor of economic sciences, professor;

V.N. Ivanets, Doctor of technical sciences, professor, Honoured Scientist, Honorary Worker of Higher Vocational Education of RF;

T.A. Krasnova, Doctor of technical sciences, professor, Honoured Ecologist of RF, Honorary Worker of Higher Vocational Education of RF;

L.A. Majurnikova, Doctor of technical sciences, professor;

L.A. Ostroumov, Doctor of technical sciences, professor, Honoured Worker of Science and Engineering, a recipient of The RF Government Prize in the domain of science and engineering;

V.M. Poznyakovsky, Doctor of biological sciences, professor, Honoured Scientist, Honorary Worker of Higher Vocational Education of RF; V.A. Pomozova, Doctor of technical sciences, professor;

B.A. Rskeldiev, Doctor of technical sciences, professor;

L.V. Tereshchuk, Doctor of technical sciences, professor;

B.A. Fedosenkov, Doctor of technical sciences, professor;

Gösta Winber, M.D., Ph.D. Associate professor, Karolinska Institutet

ISSN 2074-9414 (Print) ISSN 2313-1748 (Online)

CONTENTS

| REVIEW ARTICLE | |
|---|----------------------------------|
| Panfilov V.A. Food security of Russia and the sixth technological mode in agroindustrial complex | 5 |
| FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY | |
| Dorosh A.P., Gregirchak N.N. Antagonistic properties of dough sour with directed cultivation and evaluation of microbiological characteristics of bread produced on its basis | 10 16 22 29 34 41 |
| PROCESSES, EQUIPMENT, AND APPARATUS FOR FOOD PRODUCTION | |
| Myakinnikova E.I., Kasyanov G.I. Application of electrophysical and gasliquid technologies for drying of fruit raw material | 48 53 61 |
| FOOD HYGIENE | |
| Vekovcev A.A., Podzorova G.A., Kaz'mina A.Ju., Poznyakovskiy V.M. Field studies of the effectiveness of dietary supplements with aimed functional properties | 67 |
| um production | 74 |
| cal and practical aspects | 82 87 |
| standardization, certification, QUALITY AND SAFETY | 93 |

Budanina L.N., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Application of DSC method

Publishing editor
E.V. Dmitrieva
Script editor
A.V. Dyumina
Layout of magazine
E.P. Lopatin

Issued 4 times a year ISSN 2074-9414 (Print) ISSN 2313-1748 (Online)

Establisher:

Federal state-owned budgetary educational institution of higher education «Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University)» (FSBEI HE «KemIFST») 650056, Russia, Kemerovo, Stroiteley Boulevard, 47

The editorial office address: 650056, Russia, Kemerovo, Stroiteley Boulevard, 47, room 1212, tel. (3842)39-68-45 http:fptt-journal.ru e-mail: food-kemtipp@yandex.ru

The publisher office address: 650056, Russia, Kemerovo, Stroiteley Boulevard, 47, FSBEI HE «KemIFST»

Printing Office: 650002, Russia, Kemerovo, ul. Institutskaya 7, office 2006, tel.: (3842)39-09-81

The journal is included in the SQC list of leading peer-reviewed journals (№ 6/6 from 19 February, 2010)

The Journal is included in the International Databases: AGRIS, AGRICOLA, EBSCOhost (Food Science Source), Ulrich's Periodicals Directory.

The certificate of mass media registration is El № FS 77-61607 of 30 April 2015.Given by the Federal Service on Supervision in the sphere of communication industry, information technologies and public communications

Passed for printing 10.06.2015.
Date of issue 10.06.2015.
Printed sheet 22.03.
Conventional printed sheet 19.02.
Circulation 300 cop. Order № 32
Open price.

Subscription index for the unified «Russian Press» catalogue – 41672

Opinions of the authors of published materials do not always coincide with the editorial staff's viewpoint. Authors are responsible for the scientific content of their papers.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University) (KemIFST), Kemerovo, Stroiteley Boulevard, 47 © 2015, KemIFST

| | Goremykina N.V., Vereshchagin A.L., Bychin N.V., Koshelev Yu.A. Comparison of the triglyceride content of sea buckthorn oil of the Altai territory by differential scanning calorimetry | 104 110 115 125 131 |
|---|--|---------------------------------|
| | Shurshikova G.V., Kotarev V.I., Derkanosova N.M., Vasilenko O.A., Zolotareva N.I. Methods for complex evaluation of the quality level of agricultural products (by the example of wheat grain) | |
| | ECONOMICS | |
| | Glebova S.Yu., Golub O.V., Ribakova T.M. Trends of modernization of food service industry enterprises in countryside | |
| | INFORMATION | |
| | Information about the authors | |
| I | Order of consideration, approval and rejection of articles | 158 |

УДК 338.439.053

ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ И ШЕСТОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УКЛАД В АПК

В.А. Панфилов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева», 127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

e-mail: info@timacad.ru

Дата поступления в редакцию: 17.04.2015 Дата принятия в печать: 20.04.2015

В работе показана неизбежность радикально нового технического оснащения аграрных, перерабатывающих и пищевых технологий при вхождении АПК России в шестой технологический уклад. Согласно определению С.Ю. Глазьева, технологический уклад представляет собой целостное и устойчивое образование, в рамках которого осуществляется замкнутый цикл, начинающийся с добычи и получения первичных ресурсов и заканчивающийся выпуском набора конечных продуктов, соответствующих типу общественного потребления. Комплекс базисных совокупностей технологически сопряжённых производств образует ядро технологического уклада. Технологические нововведения, определяющие формирование ядра технологического уклада, называются ключевым фактором. Отрасли, интенсивно использующие ключевой фактор и играющие ведущую роль в распространении нового технологического уклада, являются несущими отраслями. Более простое определение дал Ю.В. Яковец: технологический уклад - это несколько взаимосвязанных и последовательно сменяющих друг друга поколений техники, эволюционно реализующих общий технологический принцип. Для К. Перес технико-экономическая парадигма – это сфера производства и экономических отношений со всеми присущими ей явлениями (распределением доходов, технологиями, организационными и управленческими методами). При этом под ключевыми факторами Перес понимает то же самое, что и Глазьев. Для обеспечения продовольственной безопасности в Доктрине четко обозначено одно из основных направлений государственной экономической политики на ближайшие годы - «поэтапное снижение зависимости отечественного агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов от импорта технологий, машин, оборудования и других ресурсов». Таким образом, при отказе от импорта технологий, машин, оборудования и т.д. внимание должно быть сосредоточено на отечественном сельхозмашиностроении и продовольственном машиностроении. Такая ситуация приводит к осмыслению следующей дилеммы: или это революционные (прорывные) заменяющие инновационные технологии с соответствующим техническим сопровождением, или это эволюционные улучшающие технологии также с соответствующим техническим обеспечением.

АПК, технологический уклад.

Введение

Согласно утвержденной Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г., № 120) значительная часть основных продовольственных продуктов должна производиться внутри страны (зерна — не менее 95 %; сахара — не менее 80 %; растительного масла — не менее 85 %; мяса и мясопродуктов (в пересчете на мясо) — не менее 85 %; молока и молокопродуктов (в пересчете на молоко) — не менее 90 %; рыбной продукции — не менее 80 %; картофеля — не менее 95 %; соли пищевой — не менее 85 %).

Для обеспечения продовольственной безопасности, в том числе и по перечисленным продуктам питания, в Доктрине четко обозначено одно из основных направлений государственной экономической политики на ближайшие годы — «поэтапное снижение зависимости отечественного агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов от импорта технологий, машин, оборудования и других ресурсов».

Таким образом, при отказе от импорта технологий, машин, оборудования и т.д. внимание должно быть сосредоточено на отечественном сельхозмашиностроении и продовольственном машиностроении. Такая ситуация приводит к осмыслению следующей дилеммы: или это революционные (прорывные) заменяющие инновационные технологии с соответствующим техническим сопровождением, или это эволюционные улучшающие технологии также с соответствующим техническим обеспечением. Какой сценарий сейчас более актуален для нашей страны: опережающее развитие АПК или догоняющая модернизация АПК? Обоснования есть для обеих позиций. Но чтобы гарантировать достойное положение страны в мире, нам придется следовать обеим моделям.

Учитывая то обстоятельство, что в ведущих странах мира вот-вот начнется реализация так называемого шестого технологического уклада [1], а АПК России еще во многом базируется на более ранних технологических укладах, нам надо задуматься над тем, как не отстать в решении проблемы национальной продовольственной безопасности страны.

1. Технологические уклады АПК

Технологический уклад — это комплекс освоенных инновационных (для своего времени) технологий, обеспечивающих количественный и качественный скачок в развитии производительных сил общества. Надо иметь в виду, что в недрах каждого последующего технологического уклада имеется ядро предыдущего технологического уклада. К сожалению, в нашей современной экономике, в том числе и в экономике АПК, сохранилось слишком много элементов реликтовых укладов. Рассмотрим кратко эти уклады в АПК, начиная с третьего [1].

К особенностям третьего технологического уклада (1880-1940 гг.) относятся использование в промышленном производстве электрической энергии, применение электродвигателей и двигателей внутреннего сгорания в машиностроении. Рост производства стали, и прежде всего стального проката, позволил посредством инструмента «производство средств производства» обеспечить прогресс машинных технологий обработки почвы в сельском хозяйстве и машинных технологий переработки сельскохозяйственной продукции. Дело в том, что с развитием машиностроения резко выросло применение машин в крупном сельскохозяйственном производстве и в переработке сельскохозяйственной продукции на крупных предприятиях. Однако, использование машин в производстве продуктов питания в те годы еще не приобрело системный характер. Даже начавшаяся коллективизация с образованием колхозов и совхозов не создала условий для появления систем машин. Во многих технологиях производства и переработки сельхозсырья сохранился и даже преобладал ручной труд [1].

Четвертый технологический уклад формировался в 1930—1990 годы. Это период массового производства автомобилей, тракторов, самолетов, товаров народного потребления. В сельском хозяйстве дальнейшее развитие получает тяговая концепция трактора в растениеводстве и передовые, прогрессивные технологии в животноводстве. Этот технологический уклад характерен широким применением тракторов, комбайнов, всевозможной сельскохозяйственной техники.

Создание и реализация систем машин в земледелии и животноводстве обеспечило перевод сельского хозяйства страны из стадии мануфактуры в стадию современного крупного производства сельскохозяйственного сырья в колхозах и совхозах и продуктов питания на крупных государственных заводах, фабриках и комбинатах. В сельском хозяйстве стали активно применять минеральные удобрения как средство для повышения плодородия почв. В перерабатывающей и пищевой промышленности были созданы механизированные и автоматизированные поточные линии для производства практически всех основных продуктов питания, а также линии для упаковки продовольствия и специальное оборудование для его длительного хранения. Именно в этот период окончательно сформировался агропромышленный комплекс страны и Советский Союз выиграл в целом экономическую гонку за четвертый технологический уклад, где ведущую роль играли такие отрасли, как машиностроение и тяжелая промышленность.

Пятый технологический уклад (1985–2035 гг.) – это инновации в области микроэлектроники, информационных технологий, генной инженерии, биотехнологий, использования новых видов энергии и новых материалов. Технические достижения пятого технологического уклада позволяют сократить потери при производстве, транспортировании и переработке сельскохозяйственной продукции. Сельскохозяйственное производство трансформируется в промышленное преобразование первичных сельскохозяйственных ресурсов в конечный сельскохозяйственный продукт. В этот период происходит переход от разрозненных товаропроизводителей к единой сети крупных и мелких компаний, объединенных электронной сетью на основе Интернета. В технологиях АПК России применяются новые методы подвода энергии к обрабатываемым ресурсам в сельском хозяйстве и к пищевым средам в перерабатывающих отраслях, начинается планирование инноваций. Однако, становление пятого технологического уклада в нашей стране сдерживается дефицитом производственных ресурсов, связанных с воспроизводством устаревших элементов третьего и четвертого технологических укладов. В результате в стране возникает технологическая многоукладная экономика, что замедляет развитие пятого технологического уклада. Во всех отраслях АПК это приводит к значительному запаздыванию с переходом к технологиям пятого технологического уклада.

В настоящее время в развитых странах мира начинают складываться контуры шестого технологического уклада, период которого ориентировочно 2025–2080 годы. Этот уклад будет характеризоваться применением наукоемких или, как теперь говорят, «высоких технологий». Речь идет о широком применении био- и нанотехнологий, генной инженерии, мембранных и квантовых технологий, микромеханики, робототехники. Его ключевыми факторами останутся информатика, микроэлектроника, на базе которых будет формироваться система искусственного интеллекта.

Эти технологии совместно с традиционными и в переплетении с ними создадут новые возможности для человечества и существенно повлияют на материальный и другие параметры качества жизни людей.

Развитие биотехнологии получит свою реализацию в отраслях сельского хозяйства и в перерабатывающих производствах. Человечество еще не успело в полной мере освоить возможности пятого технологического уклада, а уже наступает прикладная эра шестого уклада. В АПК это выход в растениеводстве к мобильным мостовым системам (передвижной сельскохозяйственный завод, обрабатывающий десятки тысяч гектаров) и в животноводстве к фермам-заводам с десятками тысяч животных [2]. Речь идёт об индустриальных технологиях в растениеводстве и животноводстве, что позволит создать машинные технологии растениеводческой продукции, начиная с прецизионного по агротехническим параметрам высева семян, и технологии животноводческой продукции, имеющие черты заводских. Такое промышленное производство сельскохозяйственной продукции дает возможность получать ее в очень узком диапазоне технологических свойств, необходимых для организации систем автоматических процессов в технологиях переработки, в том числе и на роторных линиях по роторным технологиям [3].

2. Шаг в шестой технологический уклад в АПК

Анализируя качество технологий различных отраслей в описанных выше укладах, надо отметить и подчеркнуть одну характерную особенность в развитии любых технологий. Эта особенность заключается в том, что от уклада к укладу возрастает структурная сложность технологии в целом с одновременным повышением точности, устойчивости, стабильности, управляемости и надежности ведущих процессов, что обеспечивает функциональную простоту конкретной технологии. Именно в таких технологиях реализуются диалектические методы развития природы: усложнение структуры и упрощение функционирования объектов, в том числе антропогенных [4]. Яркий пример – автоматическая коробка передач в автомобиле. Вот почему современная научная и инженерная деятельность в АПК необходима уже в русле шестого технологического уклада. В этой работе на первый план выходят фундаментальные исследования в области сельского хозяйства и перерабатывающих технологий, что должно обеспечить высокое качество связей по всей технологической цепочке производства продуктов питания [5]. При этом важно правильно выбрать ключевые для нас направления исследований, распределить ресурсы и «срезать углы» в забеге с лидерами. Отсюда понятна вся сложность стоящей перед наукой АПК задачи: в течение ближайших десятилетий войти в число государств с шестым технологическим укладом в производстве продуктов питания.

Решение этой задачи позволит не только войти в шестой технологический уклад, но и действительно обеспечить продовольственную безопасность страны. Однако такие технологии рассчитаны на реализацию в крупных сельхозхозяйствах и на крупных перерабатывающих производствах. Речь идет об индустриальных технологиях во всех отраслях АПК. А что мы имеем сегодня?

Сельское хозяйство России – преимущественно мелкие фермерские хозяйства. Так, в 2014 г. около 79 % производства всего отечественного картофеля приходится на личные приусадебные участки, сельскохозяйственные предприятия дают 13 % картофеля, а частные фермы - 8 %. Да и товарность частного производства очень низкая – проблема с покупкой и переработкой продукции у частников не решена. Примерно такая же ситуация в производстве моркови, капусты, репчатого лука, других овощей. В целом по стране по разным причинам (в том числе рост налога на имущество и увеличение налога на землю, выросшие процентные ставки) крестьянские (фермерские) хозяйства, дающие сырье растительного и животного происхождения для перерабатывающей промышленности, весьма не

рентабельны, что приводит к их банкротству. Как считают аналитики, это приведет к тому, что к концу 2015 года их может остаться около 90 тысяч, а в 2016 году фермерских хозяйств вообще может не остаться. В Краснодарском крае, житнице России, количество фермерских хозяйств уменьшилось с 6335 до 979, то есть более чем в 6 раз [3].

Таким образом, поддержка государством фермеров и крестьянских хозяйств (поддержка начинающих фермеров, развитие семейных животноводческих ферм на базе крестьянских хозяйств и т.д.) не дает ожидаемых результатов в решении проблемы продовольственной безопасности страны. Это мы видим сегодня по огромной импортозависимости в потребности продовольствия.

Однако такой отрицательный фон может угнетать, а может и стимулировать создание принципиально новых технологий и техники в сельском хозяйстве, перерабатывающих и пищевых отраслях АПК. Задача состоит в том, чтобы переломить ситуацию, найти положительные ростки новых подходов к решению проблемы продовольственной безопасности России. Надо понять и уяснить, что любая целостная система (в том числе АПК страны) после периода заторможенности обязательно должна войти в период эффективного функционирования и развития. В этом суть диалектических закономерностей жизнедеятельности систем различной природы: естественных, искусственных, социальных [3].

Сегодня задача состоит в том, чтобы сознательно активизировать процесс возрождения производства продовольствия в стране, опираясь на диалектику как учение о развитии. Прогрессивная техника в сельском хозяйстве, перерабатывающей и пищевой промышленности должна преимущественно базироваться не на возможностях фермерских хозяйств, а возможностях крупных сельскохозяйственных организаций, принадлежащих государству, крупным кооперативам или крупным производителям – частным лицам. Именно крупные товаропроизводители, какими были в Советском Союзе в 60-80-е годы совхоз-заводы, в состоянии совершить реиндустриализацию в АПК. Важнейшее условие для такой реиндустриализации – углубленная специализация и концентрация сельскохозяйственного производства как основа промышленных технологий в растениеводстве и животноводстве [1].

Уже сегодня 20 % сельхозпроизводителей дают 75 % всего урожая зерновых. Это крупные хозяйства, которые используют энергонасыщенную технику, позволяющую выполнять множество операций. Но основные каналы поставки техники и запасных частей к ней контролируются зарубежными компаниями. Каких-либо серьезных усилий для того, чтобы подобная техника производилась в России, не предпринимается.

Реиндустриализация производства продуктов питания может и должна вестись на основе новой отечественной технологической и технической базы, насыщенной автоматикой и электроникой, что отвечает условиям реализации шестого технологического уклада. Как отмечает академик Российской

академии наук, советник Президента Российской Федерации, С.Ю. Глазьев, именно во время смены технологических укладов открывается окно возможностей, можно совершить рывок.

И примеры таких рывков уже есть. В Ростовской области созданы комплексы по разведению индеек и уток. В одном комплексе 10 птичников, каждый из которых площадью в два футбольных поля. Расстояние между комплексами для обеспечения санитарно-эпидемиологических норм не менее пяти километров. Ввиду высокого уровня автоматизации на один птичник приходится полтора сотрудника. Такое разведение птицы дает результат, так необходимый для дальнейших автоматизированных процессов переработки - вся птица абсолютно одинаковая по массе и размерам. Такова специфика промышленного производства. В 2016 г. это хозяйство будет производить мяса птицы 130 тысяч тонн. Производство индейки и утки развивается: строится еще более 200 птичников. Однако на всех объектах очень много импортного оборудования.

Таким образом, только крупные сельхозпроизводители и крупные перерабатывающие предприятия, объединенные в системные комплексы, способны обеспечить продовольственную безопасность страны. При этом реализуется основной принцип шестого технологического уклада в АПК: человек обслуживает не гектары поля и не отдельных животных, а средства автоматизации. Именно этот принцип есть та основа промышленного производства продукции растениеводства и животноводства для перерабатывающих и пищевых предприятий, которая гарантирует достаточно стабильные показатели качества исходного сырья для организации автоматических технологий его переработки [3].

Заключение

Переход в 1992 г. России к рыночной экономике по истечении почти четверти века показал, что появление мелких частных собственников не привело

к реальному прорыву в росте производительности труда в АПК. Сельскохозяйственные предприятия производят лишь 44,8 % продукции. Остальное производят домашние и фермерские хозяйства, причем 51,5 и 3,7% соответственно.

Россия оказалась не готова вовремя встроиться в пятый технологический уклад. Поэтому сегодня, когда на Западе наступает предел роста этого уклада и идет формирование основ шестого, не следует догонять Запад в рамках уклада предшествующего. У нас есть шанс при использовании научного и технического потенциала АПК встроиться в процесс глобального развития именно на стадии роста шестого технологического уклада [1].

Надо срочно, безотлагательно менять парадигму развития АПК страны через реиндустриализацию производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

Новая парадигма развития АПК должна формироваться на основании следующих посылов:

- Реализация Директивы продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной указом Президента России 30 января 2010 г., осуществляется в условиях вхождения АПК в шестой технологический уклад.
- Создание крупных сельскохозяйственных предприятий для производства растительного и животного сырья и крупных перерабатывающих предприятий, объединенных в системные комплексы.
- Возрождение сельскохозяйственного и продовольственного машиностроения и создание отечественного технологического оборудования для системных комплексов.
- Разработка на дальнюю перспективу принципов функционирования роторных систем процессов в каждой перерабатывающей отрасли для реализации их в роторной системе машин.
- Подготовка инженерных кадров и кадров рабочих для технологий системных комплексов, обеспеченных сквозными техническими регламентами производства продовольствия.

Список литературы

- 1. Каблов, Е.Н. Шестой технологический уклад / Е.Н. Каблов // Наука и жизнь. 2010. № 4. С. 2–7.
- 2. Погорелый, Л.В. Сельскохозяйственная техника и технологии будущего / Л.В. Погорелый. К.: Урожай, 1988. 176 с.
- 3. Панфилов, В.А. Теория технологического потока / В.А. Панфилов. 2-е изд., испр. и доп. М.: КолосС, 2007. 319 с.
- 4. Системное развитие техники пищевых технологий / С.Т. Антипов В.А. Панфилов, О.А. Ураков и др. под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. М.: КолосС, 2010. 762 с.
 - 5. Теоретические основы пищевых технологий: в 2 кн. / отв. ред. В.А. Панфилов. М.: Колос С, 2009. 1408 с.

FOOD SECURITY OF RUSSIA AND THE SIXTH TECHNOLOGICAL MODE IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

V.A. Panfilov

Russian State Agrarian University – Moscow them. K.A. Timiryazeva, 49, Timiryazevskaya st., Moscow, 127550, Russia.

 $e\hbox{-}mail: info@timacad.ru$

Received: 17.04.2015 Accepted: 20.04.2015 The work shows the inevitability of radically new technical equipment for agricultural, processing and food technologies in the period when the Russian agro-industrial complex is entering the sixth technological mode. According to S.Y. Glazyev, a technological mode is an integral and stable formation, within which a closed cycle, starting with getting primary resources and ending with the output of a set of finished products according to the type of public consumption. A complex of basic sets of technologically conjugate industries forms the core of the technological mode. Technological innovations responsible for the formation of the technological mode core are called a key factor. The branches intensively using the key factor and playing a leading role in the popularization of a new technological mode are basic branches. A simpler definition was given by Y.V. Yakovets: a technological mode is some interrelated and successive generations of technology, implementing a common evolutionary technological principle. K. Perez considers a techno-economic paradigm as the sphere of production and economic relations with all its phenomena (income distribution, technology, organization and management methods). In this case, K Perez holds with S.Y. Glazyev as far as the key factor is concerned. To ensure food security the Doctrine clearly marks one of the main directions of state policy in the coming years - «the gradual reduction of dependence of the domestic agricultural and fishery complexes on imported technologies, machinery, equipment and other resources». Thus, giving up import technologies, machinery, and equipment etc. attention should be focused on domestic agricultural and food engineering. In this situation, one has to comprehend the dilemma: it is either revolutionary (breakthrough), replacing, innovative technologies with the appropriate technical support, or evolutionary, improving technologies with the appropriate technical provision as well.

Agro-industrial complex, technological way.

References

- 1. Kablov E.N. Shestoi tekhnologicheskii uklad [Sixth technological way]. *Nauka i zhizn'* [Science and Life], 2010, no. 4, pp. 2-7.
- 2. Pogorelyj L.V. *Sel'skohozjajstvennaja tehnika i tehnologija budushhego* [Agricultural machinery and technology for the future]. Kiev, Vintage, 1988. 176p.
 - 3. Panfilov V.A. Teorija tehnologicheskogo potoka [The theory of the process stream]. Moscow, KolosS, 2007. 319p.
- 4. Antipov S.T., Panfilov V.A., Urakov O.A., Shakhov S.V. Sistemnoe razvitie tekhniki pishchevykh tekhnologii [System development of technology Food Technology]. Moscow, KolosS, 2010, 762 p.
- 5. Panfilov V.A. *Teoreticheskie osnovy pishchevykh tekhnologii: V 2-kh knigakh* [Theoretical Foundations of Food Technology. In 2 books]. Moscow, KolosS, 2009, 1408 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Панфилов, В.А. Продовольственная безопасность России и шестой технологический уклад в АПК / В.А. Панфилов // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 37. – № 2. – С. 5–9.

Panfilov V.A. Food security of Russia and the sixth technological mode in agro-industrial complex. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 5–9. (In Russ.)

Панфилов Виктор Александрович

д-р техн. наук, академик РАН, профессор кафедры процессов и аппаратов пищевых производств, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева», 127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, тел.: +7 (499) 977-13-74, e-mail: info@timacad.ru

Victor A. Panfilov

Dr. Sci. (Eng.), Academic RAAS, Professor of the Department of processes and devices of food manufactures, Russian State Agrarian University – Moscow them. K.A. Timiryazeva, 49, ul. Timiryazevskaya, Moscow, 127550, Russia, phone: +7 (499) 977-13-74, e-mail: info@timacad.ru



УДК 664.642

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТАГОНИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗАКВАСКИ С НАПРАВЛЕННЫМ КУЛЬТИВИРОВАНИЕМ И ОЦЕНКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ХЛЕБА НА ЕЕ ОСНОВЕ

А.П. Дорош*, Н.Н. Грегирчак

Национальный университет пищевых технологий, 01601, Украина, г. Киев, ул. Владимирская, 68

*e-mail: dorosh_nyuta@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 19.11.2014 Дата принятия в печать: 02.03.2015

Приоритетным направлением в развитии хлебопекарной промышленности является применение технологий, рационально использующих сырьевые ресурсы, обеспечивающих безопасность, а также повышение пищевой и биологической ценности продукции. К такому направлению относится технология приготовления хлеба на основе заквасок. Широкое применение заквасок различного состава в хлебопечении связано также с желанием производителей сократить в рецептуре приготовления хлеба использование дрожжей. Практика приготовления заквасок показала, что спонтанная микрофлора не всегда может обеспечить нормальный ход брожения полуфабрикатов. В данной работе исследовали микробиологические показатели закваски «Аром Левен», ее антагонистические свойства и оценку микробиологических показателей безопасности хлеба на ее основе. Микробиологический анализ состава микрофлоры закваски «Аром Левен» показал, что жизнеспособные дрожжевые клетки в ней отсутствуют. Обнаружено также, что молочнокислые бактерии закваски обладают антагонистическим действием в ornomenun к B. subtilis, E. coli, S. aureus, P. chrysogenum, M. racemosus. Доказано, что внесение именно 2,8 % закваски к массе муки наиболее положительно влияет на микробиологические показатели безопасности теста, поскольку при такой дозировке уменьшается содержание диких дрожжей, бактерий рода Leuconostoc и спорообразующих бактерий. По результатам исследований установлено, что хлеб на основе закваски «Аром Левен» пригоден к употреблению лишь в случае добавления к ней небольшого количества (1 %) хлебопекарных дрожжей. Таким образом, можно предположить, что закваски на основе молочнокислых бактерий в будущем могут стать качественной заменой хлебопекарных дрожжей при приготовлении хлеба, так как положительно влияют на его качество и безопасность.

Закваска «Аром Левен», направленное культивирование, инактивированные дрожжи, хлеб.

Введение

Во всем мире производители хлебопекарной продукции ищут новые пути изготовления качественного хлеба с повышенной микробиологической стойкостью, без дрожжей или с минимальным их добавлением [1].

Микрофлора хлебопекарного производства делится на полезную и вредную. К полезной относятся дрожжи и молочнокислые бактерии, применяемые для приготовления теста. Вредной является микрофлора, поступающая с сырьем и вызывающая нарушение технологического процесса, снижение качества и порчу продукции.

Возбудителями спиртового брожения в пшеничном тесте являются дрожжи *S. cerevisiae*. Роль дрожжей заключается в разрыхлении теста. Большую роль в хлебопечении играют молочнокислые бактерии. Эти микроорганизмы осуществляют молочнокислое брожение в полуфабрикатах, в результате которого повышается кислотность, что способствует набуханию и пептизации белков, повышаются вязкость и газоудерживающая способность теста.

Источниками посторонней микрофлоры являются сырье, вода, воздух, технологическое оборудование, тара, персонал [2]. Микрофлора муки определяется микробиологическим составом зерна. В 1 г зернопродуктов может быть от нескольких

тысяч до миллиона микроорганизмов. Эпидемиологическое значение имеет поражение зерна опасными для людей микроорганизмами — спорыньей, грибами из рода фузариум и аспергилл.

При выпечке хлеба большинство микроорганизмов погибает, но споры остаются жизнеспособными. Пшеничный хлеб может поражаться «тягучей (картофельной) болезнью». Размножению возбудителя этой болезни хлеба *Bacillus subtilis* способствует невысокая кислотность, свойственная пшеничному хлебу. Хлеб пораженный, «картофельной болезнью», для пищевых целей непригоден.

Плесневение хлеба вызывается развитием грибов *Peniciilium glaucum* (зеленая плесень), *Aspergillus glaucum* (белая плесень), *Mucor macedo* (головчатая плесень), споры которых попадают на хлеб из воздуха после выпечки хлеба [3].

Для предупреждения порчи хлеба используют химические, физические и биологические методы ингибирования посторонней микрофлоры. Наиболее распространенными являются биологические методы, в частности, применение заквасок с антимикробными свойствами. За счет использования таких заквасок можно уменьшить риск инфицирования изделий не только микроорганизмами порчи, но и патогенными микроорганизмами, а также уменьшить риск образования микотоксинов, что

очень важно для получения микробиологически безопасной продукции.

Из литературных источников известно, что молочнокислые бактерии обладают антагонистическими свойствами по отношению к различным группам микроорганизмов [4]. Рядом исследований установлено, что и закваски, в состав которых входят молочнокислые бактерии, способны подавлять рост и развитие как бактерий, так и плесневых грибов в готовых изделиях [5].

С каждым годом появляется все больше технологий пшеничного хлеба с направленным культивированием микроорганизмов, которые улучшают органолептические и физико-химические свойства готовой продукции. Практика приготовления заквасок показала, что спонтанная микрофлора не всегда может обеспечить нормальный ход брожения полуфабрикатов. Поэтому целью данной работы является исследование антагонистических свойств инактивированной закваски «Аром Левен» и оценка микробиологических показателей безопасности хлеба, выпеченного с использованием данной закваски. Также был установлен качественный и количественный состав микрофлоры теста с разным соотношением закваски и без нее.

Объект и методы исследования

При проведении лабораторных исследований для приготовления опытных образцов хлеба и теста (хлеб № 2, № 3, № 4) использовали муку пшеничную первого сорта, дрожжи хлебопекарные прессованные (1 %), соль поваренную пищевую, воду питьевую, инактивированную закваску «Аром Левен» при дозировке 0,5; 2,8; 5 %, соответственно. Образец хлеба № 1 изготовляли по той же технологии, но без добавления закваски, а образец № 5 — без добавления дрожжей, дозировка закваски составляла 10 %. «Аром Левен» представляет собой жидкий продукт темно-коричневого цвета с ярко выраженным вкусом и ароматом.

Замес теста и придание формы изделиям производили вручную в лабораторных условиях. Брожение теста в лабораторных условиях продолжалось 150 мин при температуре 32–35 °C. Хлеб выпекали в лабораторной печи РЗ-ХПЛ при 220–240 °C до готовности.

Общую обсемененность и количество молочнокислых бактерий закваски определяли глубинным посевом 1 мл образца на мясопептонный агар (МПА) и среду MRS соответственно. Наличие дрожжей определяли посевом образца на суслоагар. Для выявления гнилостных бактерий использовали молочный агар Богданова. В случае их роста происходит разрежение среды и появление неприятного запаха. Бактерии рода *Leuconostoc* выявляли на среде с дрожжевым агаром и сахарозой, «дикие» дрожжи – на среде с лизином.

Влияние микрофлоры закваски на тесткультуры (Bacillus subtilis БТ-2, Escherichia coli IEM-1, Staphylococcus aureus БМС-1, Aspergillus niger P-3, Penicillium chrysogenum Ф-7, Mucor racemosus БТ-16) определяли методом лунок в толще агара с измерением зон задержки роста этих

тест-культур. Микробиологическую оценку качества закваски проводили за теми же показателями, что и для оценки муки.

Кислотность закваски, теста и опары определяли методом титрования, pH измеряли с использованием pH-метра.

Результаты исследований и их обсуждение

Источниками микроорганизмов в технологическом процессе приготовления заквасок могут быть ржаная мука и вода. Поскольку при воздействии высокой температуры выпекания хлеба погибают практически все микроорганизмы, то никаких нормативных значений по их содержанию в полуфабрикатах (заварках, заквасках, опарах, тесте) не существует. Но в ходе исследований выявлено, что показатель МАФАМ закваски Аром Левен составляет 30 КОЕ/г взятого для исследований образца.

Одной из важных характеристик заквасок является количество бродильной микрофлоры, к которой относятся дрожжи-сахаромицеты и молочнокислые бактерии. В «Аром Левен» дрожжисахаромицеты отсутствуют вследствие их инактивации, о чем указывает производитель. А вот содержание молочнокислых бактерий составляет $1.7\cdot10^6\ \mathrm{KOE/r}$. По морфологическим признакам это палочки и кокки.

Для более подробного анализа заквасок по микробиологическим показателям необходимо знать и количество нежелательной микрофлоры (табл. 1). Известно, что гнилостные бактерии, которые являются активными антагонистами молочнокислых бактерий, вследствие активного разложения белков способствуют образованию неприятного гнилостного запаха и резко ухудшают качество полуфабрикатов [3].

Таблица 1 Характеристика контаминирующей микрофлоры заквасок

| Образец | МАФАМ, КОЕ/г | Лейконостоки, КОЕ/г | Дикие дрожжи, КОЕ/г | Гнилостные бактерии, КОЕ/г |
|-----------------------------|-----------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Закваска «Аром Левен» | 30 | - | - | 40 |

Примечание. «-» – не обнаружено.

Отсутствие контаминантов в инактивированной «Аром Левен» связано с проведением инактивации дрожжей и большим количеством молочнокислых бактерий, которые проявляют активные антагонистические свойства. Для подтверждения этого было проверено влияние закваски на тест-культуры, а именно *B. subtilis, E. coli, S. aureus* (рис. 1), *A. niger, P. chrysogenum, M. racemosus*. Диаметры задержки роста тест-культур представлены в табл. 2.

Итак, закваска обладает выраженными антагонистическими свойствами по отношению к B. subtilis, E.coli, S. aureus, P. chrysogenum, M. racemosus. Поскольку зоны задержки роста A. niger не было обнаружено, то можно утверждать об отсутствии фунгистатических свойств полуфабриката к этой тест-культуре. На следующем этапе работы исследовали микрофлору теста на основе «Аром Левен» с различной дозировкой. Дозировка закваски составляла: тесто 1 — без закваски; тесто 2—0,5 % закваски; тесто 3 — 2,8 %; тесто 4—5 %; тесто 5—10 %. Так как «Аром Левен» не содержит жизнеспособных клеток дрожжей, то для обеспечения подъемной силы теста вносили прессованные дрожжи в количестве 1 % ко всем образцам, кроме последнего (рис. 2).



a)



б)



в)

Рис. 1. Зоны задержки роста закваской «Аром Левен»: $a-B.\ subtilis;\ 6-E.\ coli;\ B-S.\ aureus$

Таблица 2

Угнетение роста тест-культур закваской «Аром Левен»

| | | Диаметр | эоны за | держки ро | ста, мм | |
|-----------------|----------------|---------|-------------------|-------------|------------------------|----------------------|
| Образец | B. subtilis | E. coli | S. au- reus | A. niger | P. chryso- genum | M. race- mosus |
| «Аром Левен» | 31 | 37 | 30 | - | 20 | 16 |

Примечание. «-» - противогрибковая активность отсутствует.

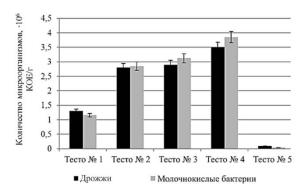


Рис. 2. Количество молочнокислых бактерий и дрожжей в тесте

Микробиологический анализ полезной микрофлоры теста показал, что наибольшее количество молочнокислых бактерий содержалось в тесте с добавлением 5 % закваски. Установлена также зависимость количества молочнокислых бактерий от количества внесенной закваски. Наименьшее количество молочнокислых бактерий содержалось в тесте без дрожжей и в тесте без закваски.

На агаризованной среде молочнокислые бактерии образовывали колонии сероватого цвета и округлой формы, иногда это были колонии в виде правильных линз. Морфологически это кокки и палочковидные бактерии, размещённые одиночно или собранные в цепочки.

Несмотря на то что в состав закваски «Аром Левен» хлебопекарные дрожжи не входят, их количество тоже увеличивалось с увеличением внесенной закваски. Это явление можно объяснить тем, что молочнокислые бактерии в ходе своего развития активно синтезируют различные соединения, которые используются дрожжами.

Во время брожения теста увеличивается не только количество молочнокислых бактерий, но и кислотность образцов. Отмечена зависимость кислотности и рН теста от содержания полезной микрофлоры (рис. 3). Наибольшая кислотность наблюдалась в тесте с внесением 5 % закваски, а наименьшая – в тесте без добавления закваски.

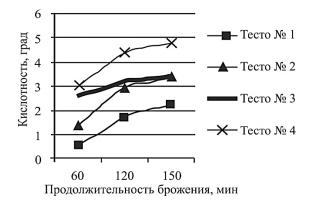


Рис. 3. Изменение кислотности при брожении теста

Для установления микробиологических показателей качества теста проводили его анализ на содержание посторонней микрофлоры (табл. 3).

Таблица 3 Сравнение состава контаминирующей микрофлоры опары и теста

| Образцы | МА- ФАМ, КОЕ/г | Лейко- ностоки, КОЕ/г | Дикие дрожжи, КОЕ/г | Гнилост- ные бакте- рии, КОЕ/г |
|--|----------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Тесто 1 (без закваски) | 1,1·10 ⁶ | 1,9·10 ⁵ | 3,5·10 ³ | 4·10 ² |
| Тесто 2 (0,5 % закваски) | 3,9·10 ⁶ | 1,71·10 ⁵ | 1,4·10³ | <10 ² |
| Тесто 3 (2,8 % закваски) | 9,65·10 ⁶ | 1,09·105 | 3,5·10 ² | <10 ² |
| Тесто 4 (5 % закваски) | 1,2·10 ⁷ | 1,46·10 ⁵ | $3x10^{2}$ | - |
| Тесто 5 (10 % закваски без дрожжей) | 9·10 ⁴ | 7,85·10 ³ | _ | 3,2·10 ³ |

Примечание. «-» - не обнаружено в 0,1 г.

За счет внесения закваски увеличилась общая обсемененность теста на закваске «Аром Левен», однако в тесте без добавления дрожжей (только на одной закваске) показатель МАФАМ составил 9х104 КОЕ/г. Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что прессованные дрожжи играют важную роль в микробиологических процессах, которые протекают в полуфабрикатах при изготовлении хлеба. То есть дрожжи обеспечивают среду аминокислотами, витаминами, которые в дальнейшем могут использоваться молочнокислыми или другими бактериями, что приводит к увеличению содержания микроорганизмов.

Вредители производства могут попадать в тесто с сырьем, через технологическое оборудование и т.д. Следует отметить, что внесение 2,8 % закваски к массе муки является оптимальным решением, поскольку содержание посторонних микроорганизмов в тесте уменьшается именно при такой дозировке (табл. 3).

Для обеспечения микробиологической безопасности готовой продукции необходимо контролировать содержание плесневых грибов и спорообразующих бактерий. При анализе микробиологических исследований теста плесневых грибов не обнаружено, а количество спорообразующих бактерий уменьшалось в 3,5 и 4,5 раза в тесте с дозировкой закваски 0,5 и 2,8 % соответственно, по сравнению с тестом без закваски. Это свидетельствует об эффективности использования закваски «Аром Левен».

Таким образом, внесение 2,8 % закваски к массе муки подавляет развитие как лейконостоков и диких дрожжей, так и спорообразующих бактерий.

На заключительном этапе работы проверяли соответствие хлеба на закваске «Аром Левен» установленным нормативам, согласно которым показатель МАФАМ не должен превышать $1\cdot10^3$, а нали-

чие плесневых грибов не допускается. Анализ полученных данных показал, что плесневые грибы в хлебе отсутствуют. Установлено, что при увеличении дозировки закваски незначительно увеличивается и общая обсемененность изделий. Однако показатель МАФАМ в хлебе, выпеченном без закваски, в 1,3–2,3 раза больше, чем в хлебе на закваске. Следует отметить, что образец хлеба, выпеченный на закваске без добавления дрожжей, является непригодным к употреблению в результате сильной обсемененности (табл. 4).

Итак, хлеб на закваске «Аром Левен» выпеченный в лабораторных условиях, является пригодным к употреблению лишь при условии добавления к нему хлебопекарных дрожжей.

Хлебобулочные изделия должны быть не только полезными и безопасными, но и отвечать органолептическим и физико-химическим показателям.

Обнаружено, что хлеб, выпеченный на «Аром Левен» без добавления дрожжей, не соответствует органолептическим признакам по визуальной оценке, поэтому проводить любые дальнейшие исследования было нецелесообразно (рис. 4). Образец был вдвое меньше по сравнению с другими, имел больший вес и казался черствым.

Установлено, что лучшие органолептические и физико-химические свойства имел хлеб с добавлением 0,5 % закваски (табл. 5), поскольку он имел правильную форму, почти ровную с незначительным подрывом светло-коричневого цвета корочку. Вкус и аромат, свойственный хлебу. При этом два других образцы имели неровную с подрывами корку и неравномерную пористость. Для хлеба с 5 % закваски характерна бледная окраска корочки и пресный вкус. Наличие подрывов также может свидетельствовать об отсутствии окончательной расстойки хлеба.

Качество хлеба оценивали по таким физикохимическим показателям, как удельный объем и кислотность (табл. 6). Исследовано, что хлеб с 5 % закваски имел наибольшую кислотность, однако наименьший удельный объем, что сказалось на его внешнем виде. Лучшими физико-химическим показателями качества обладал хлеб с 2,8 % закваски, поскольку его объем был на 15,8 % больше по сравнению с контролем, а кислотность составляла 2,40 град.

Таблица 4 Характеристика микрофлоры хлеба
на основе закваски Аром Леве

| Образец | Состав | МАФАМ, КОЕ/г |
|----------|--------------------------------|-----------------|
| Хлеб № 1 | 1 % дрожжей | $1,15\cdot10^2$ |
| Хлеб № 2 | 1 % дрожжей, 0,5 % закваски | 50 |
| Хлеб № 3 | 1 % дрожжей, 2,8 % закваски | 75 |
| Хлеб № 4 | 1 % дрожжей, 5 % закваски | 90 |
| Хлеб № 5 | 10 % закваски | $2,9\cdot10^3$ |

град





Рис. 4. Внешний вид хлеба на закваске «Аром Левен»

Таблина 5

Органолептические показатели готовой продукции

| | Характеристика изделий | | | |
|---|---|---|-----------------------------|--|
| Показатель | Кон- троль | Хлеб с 0,5 % закваски | Хлеб с 2,8 % закваски | Хлеб с 5 % закваска |
| Внешний вид хлеба: - форма | Правильная | | | |
| - поверхность корочки | Ровная, без подры- вов | Почти ровная, незначи- тельный подрыв | Не ровная, с подры- вами | Не ровная, с подры- вами |
| Цвет корочки | Светло- коричне- вый, равно- мерный | Светло- корич- невый, равно- мерный | Светло- корич- невый | Корочка бледная, окраска неравномерная |
| Состояние мякиша: - равномер- ность окраски | Равномерная | | | |
| - эластичность | При н | ажатии хоро | шо деформи | руется |
| - пористость | Равно- мерная, тонко- стенная | Равно- мерная, тонко- стенная | Не рав- номер- ная | Не рав- номер- ная |
| Вкус | Присущий хлебу | | | Пресный |

| Параметр | Контроль | Хлеб с 0,5 % закваски | Хлеб с 2,8 % закваски | Хлеб с 5 % закваски |
|---------------------------------|----------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Объём хлеба, см ³ | 570 | 660 | 660 | 520 |
| Кислотность, | 1.6 | 1.8 | 2.4 | 2.8 |

Физико-химические показатели качества хлеба

Для получения продукции, соответствующей органолептическим требованиям, оптимальным решением является добавление закваски в количестве 0,5 и 1 % дрожжей к массе муки. При указанной дозировке хлеб имеет хороший объем и кислотность, отвечает органолептическим требованиям. Выпекать хлеб без добавления хлебопекарных дрожжей не рекомендуется вследствие низких показателей качества готового изделия.

Заключение

- 1. По результатам микробиологических исследований установлено, что микрофлора закваски «Аром Левен» представлена молочнокислыми бактериями и незначительным количеством гнилостных бактерий.
- 2. Показано, что инактивированная закваска «Аром Левен» обладает антагонистическими свойствами в отношении *B. subtilis*, *E. coli*, *S. aureus*, *P. chrysogenum*, *M. racemosus*.
- 3. Исследовано, что внесение 2,8 % закваски к массе муки наиболее положительно влияет на микробиологические показатели безопасности теста, поскольку при указанной дозировке уменьшается содержание диких дрожжей, бактерий рода Leuconostoc и спорообразующих бактерий.
- 4. По результатам исследований установлено, что хлеб на основе закваски «Аром Левен» пригоден к употреблению лишь в случае добавления в тесто хлебопекарных дрожжей (1%).

Список литературы

- 1. Уайт, Дж. Технология дрожжей / Дж. Уайт; пер. с англ. М.И. Ратнер, Э.С. Канель. М.: Пищепромиздат, 2008. 392 с.
- 2. Бердышникова, О.Н. Влияние заквасок, культивируемых на разных питательных средах, на обеспечение микробиологической безопасности хлебобулочных изделий / О.Н. Бердышникова, О.А. Сидорова // Хлебопекарное производство. − 2011. − № 6. − С. 10−14.
- 3. Рабинович, Г.Ю. Санитарно-микробиологический контроль объектов окружающей среды и пищевых продуктов с основами общей микробиологии / Г.Ю. Рабинович, Э.М. Сульман. Тверь: ТГТУ, 2010. 220 с.
 - 4. Блекберн К. де В. Микробиологическая порча пищевых продуктов / К. де В. Блекберн. М.: Профессия, 2008. 784 с.
 - 5. Богатырева, Т.Г. Новые пищевые закваски / Т.Г. Богатырева // Хлебопродукты. -2009. № 3. C. 9-12.

ANTAGONISTIC PROPERTIES OF DOUGH SOUR WITH DIRECTED CULTIVATION AND EVALUATION OF MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF BREAD PRODUCED ON ITS BASIS

A.P. Dorosh, N.N. Gregirchak

National University of Food Technologies, 68, Volodymyrska str. Kyiv, 01601, Ukraine

Received: 20.08.2014 Accepted: 24.10.2014

Technologies making rational use of raw materials to ensure safety and to improve the nutritional and biological value of products are of prior importance in the development of the baking industry. Bread making technologies based on dough sours belong to this direction. A wide use of dough sours of different composition in the bakery is also associated with the desire of manufacturers to reduce yeast in recipes of making bread. The practice of preparing dough sours showed that spontaneous microflora is not always able to ensure the normal fermentation process of half-finished goods. In this work, the microbiological characteristics of Aroma Leaven dough sour and its antagonistic properties have been studied and microbiological safety of bread based on this dough sour has been evaluated. The microbiological analysis of the dough sour Aroma Leaven microflora composition has shown that viable yeast cells are missing in it. It has been also found that lactic acid bacteria of the dough sour have antagonistic activity against *B. subtilis*, *E. coli*, *S. aureus*, *P. chrysogenum*, *M. racemosus*. It has been proved that introduction of exactly 2.8% of dough sour to the flour mass has the most positive effect on the microbiological characteristics of dough safety, since at this dose the reduction of wild yeasts, bacteria of the genus *Leuconostoc* and spore-forming bacteria is observed. According to the research results, it has been found that bread based on Aroma Leaven dough sour is good only in the case of adding a small amount (1 %) of baker's yeast to it. Thus, we assume that in the future the dough sours based on lactic acid bacteria can become a qualitative replacement of baker's yeast in the production of bread, because of their positive effect on its quality and safety.

The Aroma Leaven dough sour, directed cultivation, inactive yeast, bread.

References

- 1. John White. *Jeast technology*. Chapman & Hall RuMoRGB, 1957. 391 p. (Russ. ed.: Ratner M.I., Kanel Je.S. *Tehnologija drozhzhej*. Moscow, Pishhepromizdat Publ., 2008. 392 p.).
- 2. Berdyshnikova O.N., Sidorova O.A. Vlijanie zakvasok, kul'tiviruemyh na raznyh pitatel'nyh sredah na obespechenie mikrobiologicheskoj bezopasnosti hlebobulochnyh izdelij [Influence of leaven cultivated on various growing mediums on provision of microbiological safety of bakery goods]. *Khlebopekarnoe proizvodstvo* [Bakery], 2011, no. 5-6, pp. 10–14.
- 3. Rabinovich G.Ju., Sul'man Je.M. *Sanitarno-mikrobiologicheskii kontrol' ob"ektov okruzhaiushchei sredy i pishchevykh produktov s osnovami obshchei mikrobiologii* [Sanitary-microbiological control of the environment and food with the basics of general microbiology]. Tver, Tver State Technical University Publ., 2010. 220 p.
- 4. Blackburn Clive de W. *Mikrobiologicheskaia porcha pishchevykh produktov* [Food Spoilage Microorganisms]. Moscow, Professija Publ., 2008. 784 p.
 - 5. Bogatyreva T.G. Novye pishhevye zakvaski [New food sourdough]. Khleboprodukty, 1999, no. 3, pp. 9–12.

Дополнительная информация / Additional Information

Дорош, А.П. Исследование антагонистических свойств закваски с направленным культивированием и оценка микробиологических показателей хлеба на ее основе / А.П. Дорош, Н.Н. Грегирчак // Техника и технология пищевых производств. -2015. -T. 37. -N 2. -C. 10–15.

Dorosh A.P., Gregirchak N.N. Antagonistic properties of dough sour with directed cultivation and evaluation of microbiological characteristics of bread produced on its basis. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 10–15. (In Russ.)

Дорош Анна Петровна

магистрант кафедры биотехнологии и микробиологии, Национальный университет пищевых технологий, 01601, Украина, г. Киев, ул. Владимирская, 68,

e-mail: dorosh nyuta@mail.ru

Грегирчак Наталия Николаевна

канд. техн. наук, доцент кафедры биотехнологии и микробиологии, Национальный университет пищевых технологий, 01601, Украина, г. Киев, ул. Владимирская, 68, e-mail: g_natal@ukr.net

Anna P. Dorosh

Master Student of the Department of Biotechnology and Microbiology, National University of Food Technologies, 68, Volodymyrska str., Kyiv, 01601, Ukraine,

e-mail: dorosh nyuta@mail.ru

Nataliya N. Gregirchak

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of the Department of Biotechnology and Microbiology, National University of Food Technologies, 68, Volodymyrska str., Kyiv, 01601, Ukraine, e-mail: g natal@ukr.net



УДК: [637.66:636.4]:66.094.941

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БЕЛКОВОГО ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СПОРТИВНОМ ПИТАНИИ

В.Ю. Крумликов¹, Н.В. Изгарышева¹, J. Pozo - Dengra², О.В. Кригер^{1,*}

¹ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

²Fundacion Technova, Avda. de la Innovación, 23. 04131 El Alquián-Almería, Spain

*e-mail: olgakriger58@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 12.02.2015 Дата принятия в печать: 02.04.2015

В данной работе на основании проведенных исследований разработана технология пенообразователя из плазмы свиной крови для спортивного питания. Приведены рецептуры представленных вариантов продуктов, изучены физико-химические свойства и микробиологические показатели. Технологический процесс получения пенообразователя состоит из следующих операций: сбор крови, стабилизация крови, охлаждение стабилизированной крови, сепарирование крови на плазму и эритроцитарную массу, сбор плазмы, сублимационная сушка, упаковка, хранение. Для стабилизации цельной крови используют 0,75%-ный раствор Na₃PO₄ и 4%-ный раствор Na₃C₆H₅O₇, соотношение 1 : 1, либо 0,75 %-ный раствор Na₃PO₄ и 4%-ный раствор Na₃C₆H₅O₇, соотношение стабилизатор : кровь – 1 : 10. Сепарирование стабилизированной крови осуществляется при факторе разделения Fr = 2000. Сушка плазмы крови проводится сублимационным способом. Общая продолжительность процесса 240 мин при температуре 40 °C. Разработанная технология позволяет получать готовый продукт, удовлетворяющий требованиям СанПиН по микробиологическим показателям и содержанию токсичных элементов. Продукт отличается высоким содержанием незаменимых аминокислот ВСАА и может быть рекомендован как белковая составляющая протеиновых коктейлей для спортивного питания. Получение белковых пенообразователей с большим содержанием белка из вторичного сырья (плазмы свиной крови) является хорошим способом улучшения качества продуктов функционального назначения при низкой себестоимости процесса.

Спортивное питание, белки, пенообразователь, вторичные сырьевые ресурсы.

Введение

Современные продукты питания, употребляемые человеком, должны максимально соответствовать естественным процессам усвоения пищевых веществ. Физическая и умственная способность, работоспособность человека снижаются из-за недостаточного потребления витаминов и жизненно необходимых минеральных веществ и микроэлементов. Нехватка этих веществ также снижает сопротивляемость организма различным заболеваниям и приводит к тому, что организм изнашивается «раньше срока» [1].

Высококалорийная пища без достаточного содержания белка приводит к отложению жира в органах и тканях и одряхлению мышечных структур, вследствие чего возникает белковое истощение и сильное снижение выносливости, быстроты и силы человека. Профилактика и лечение белковой недостаточности заключаются в первую очередь в коррекции диеты с целью включения в ежедневный рацион белковых продуктов, причем желательно с полноценным белком, который содержится в достаточном количестве в спортивном питании.

По сравнению с обычной едой, на переваривание которой могут уходить часы, спортивные добавки требуют минимальных затрат времени и усилий пищеварения на расщепление и всасывание, при этом многие виды спортивного питания обладают высокой энергетической ценностью [2].

Хорошо известно, что потребители зачастую отдают предпочтение аэрируемым продуктам, так как их объем и консистенция являются более привлекательными. Помимо этого, они сразу готовы к употреблению, то есть не требуют предварительной обработки, а также отлично усваиваются организмом [3, 4].

Основные вещества, используемые в качестве пенообразователей, имеют ряд недостатков, которые уменьшают функциональную значимость готового продукта. В природе есть несколько эффективных пенообразователей, в числе которых находятся мыльный корень и агар-агар. Но пены, имеющие наилучшие характеристики, получаются из белковых пенообразователей, либо состоящих почти на 100 % из белка, либо содержащих его в больших количествах.

Одним из наиболее перспективных видов сырья, используемого для пенообразования, является плазма крови убойных животных, поскольку она богата высокомолекулярными белковыми соединениями и ее потенциал пенообразования также велик. Белки плазмы свиной крови незаменимы по аминокислотному составу. Функциональная значимость продуктов может существенно улучшиться благодаря применению этих белков. Также зачастую готовый продукт имеет своеобразный железистый привкус, которого можно избежать, используя не цельную кровь, а именно плазму [5].

Все эти факты указывают на высокий потенциал и актуальность технологии получения белкового пенообразователя именно из плазмы крови убойных животных.

Целью данной работы является разработка технологии белкового пенообразователя из вторичных сырьевых ресурсов мясоперерабатывающей промышленности для использования в спортивном питании.

Объект и методы исследования

Объектом исследования являлась цельная кровь свиней породы Ландрас, полученная в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01. На различных этапах получения пенообразователя использовали натрий фосфат трехзамещенный по ГОСТ 201-76; натрий лимоннокислый трехзамещенный 5,5%-ный водный пищевой (цитрат натрия) по ГОСТ 31227-2004. Разделение крови проводили на центрифуге модели СМ-50. Высушивание продукта производили на сублимационной установке с соблюдением всех норм безопасности.

Содержание белка определяли на анализаторе общего азота (белка) RAPID N ELEMENTAR, работающего по методу Дюма - сжигание пробы с регистрацией общего азота на детекторе теплопроводности. Для определения белка на анализаторе пробу капсулировали, при этом точность анализа составила 0,5 %. Содержание общего белка рассчитывали умножением общего азота на пересчетный коэффициент для белков крови, составляющий 6,36. Определение содержания сухих веществ производили на рефрактометре ИРФ-454Б2М. Пробу предварительно разбавляли водой. Результат умножали на коэффициент разведения. Массовую долю влаги определяли по ГОСТ Р 51479-99. Для определения показателя активности воды использовали стендовую установку. В установке реализован косвенный метод определения активности воды, который основан на предварительном установлении равновесной относительной влажности воздуха в рабочем пространстве установки. Массовая доля жира определялась кислотным методом в соответствии с ГОСТ 29247-91, массовая доля общей золы – в соответствии с ГОСТ Р 53642-2009 (ИСО 936:1998) «Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы». ГОСТ 5698-51. «Определение массовой доли поваренной соли».

Микробиологические показатели определяли путем подсчета колоний, выросших на агаризованных питательных средах в чашках Петри или с использованием накопительных питательных сред. Метод определения общей бактериальной обсемененности основан на подсчете колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, вырастающих на твердой питательной среде КМАФАНМ при температуре (30±1) °С в течение 72 ч. Определение общего количества дрожжей и плесневых грибов проводили в соответствии с ГОСТ 10444.12-88 путем посева в чашки Петри на сусло-агар. Для определения бактерий группы кишечной палочки использовали метод накопления путем посева в среду Кесслер с последующей иден-

тификацией на среде Эндо согласно ГОСТ 9225-84. Определение сальмонелл проводили по ГОСТ Р 50480-93 путем посева на накопительную среду Кауфмана с последующим посевом в среду Эндо.

Определение содержания токсичных элементов осуществляли в соответствии с ГОСТ Р 51301 «Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка)», ГОСТ Р 51766 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка», ГОСТ 26927 «Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути». Содержание свободных аминокислот определяли на аминокислотном анализаторе ARACUS.

Результаты и их обсуждение

Спортивное питание разрабатывается и изготавливается на основе научных исследований в различных областях и представляет собой тщательно подобранные по составу концентрированные смеси основных пищевых элементов, специально обработанных для наилучшего усвоения организмом человека. Современная индустрия спортивного питания предлагает огромное разнообразие протеинов. В зависимости от вида используемого сырья различают сывороточный, казеиновый, соевый, яичный, молочный, пшеничный, мясной протеины. В данной работе представлена технология протеинового пенообразователя из вторичных сырьевых ресурсов мясоперерабатывающей промышленности.

Технология получения пенообразователя из плазмы свиной крови состоит из нескольких взаимосвязанных этапов (рис. 1). Необходимым является этап подготовки животных к убою. Все убойные животные подвергаются тщательному ветеринарному осмотру. Здоровые животные попадают в цех предубойной подготовки, где они находятся вплоть до подачи их на убой. В этом цехе животным перестают давать пищу вплоть до 12 ч перед убоем. Но при этом их прекращают поить только за 3 ч до подачи на убой. Поение должно быть обильным. После самого убоя начинается непрерывное откачивание крови. При выполнении этой операции должен быть исключен контакт с атмосферным воздухом. Для этого сбор крови осуществляется бесконтактно, с помощью полых ножей, чтобы избежать процесса свертывания крови. Откачанная кровь поступает в емкость для стабилизации, где перемешивается с одним из стабилизаторов в необходимых пропорциях.

На основании ранее проведенных исследований по изучению влияния состава применяемого стабилизатора на фракционный состав белков плазмы крови рекомендованы следующие стабилизаторы: 0.75 %-ный раствор Na_3PO_4 и 4%-ный раствор $Na_3C_6H_5O_7$, соотношение 1:1, либо 0.75 %-ный раствор Na_3PO_4 и 4 %-ный раствор $Na_3C_6H_5O_7$ соотношение 2:3 [6].

После стабилизации кровь охлаждается до температуры 18 °C в пластинчатом охладителе, температура которого составляет 4 °C.

Сепарирование крови осуществляется при стандартных общепринятых условиях. Частота враще-

ния выбирается исходя из паспорта сепаратора при условии, что фактор разделения не будет превышать Fr=2000. После сепарирования плазма собирается в специальных емкостях (сборочный резервуар), откуда направляется по системе трубопроводов в цех сушки.

Сушка проводится сублимационным способом на сублимационно-сушильном агрегате. Сублимационный аппарат сначала выводится на рабочий режим по давлению и температуре испарителя. Принято применять давление, которое будет ниже значения «тройной точки воды», но при этом максимально близко к нему.

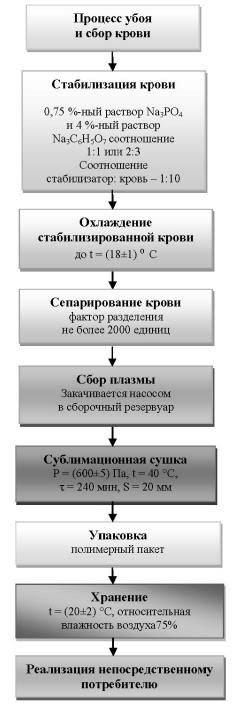


Рис. 1. Технологическая схема производства пенообразователя из плазмы свиной крови

С целью уменьшения технической нагрузки на сушильный агрегат, и как следствие, снижения экономических затрат температура теплопередающей поверхности испарителя должна быть минус (35±3) °С. Таким образом, при достижении рабочих параметров начинается активная фаза сушки, т.е. включается теплоподвод. При этом, важным является контроль значения температуры, которое должно быть на уровне 40 °С. Общая продолжительность процесса 240 мин.

Заключительным этапом является упаковка готового продукта в отдельном цехе, где обязательно условие соблюдения стерильности процесса. Продукт упаковывается в пакеты, являющиеся полимерным материалом, а затем поставляется на склад хранения, в котором поддерживаются следующие параметры хранения: температура (20±2) °C, относительная влажность воздуха не более 75 %. Далее готовая продукция поступает на реализацию. Срок годности для сухого протеинового пенообразователя составляет 29 суток.

Полученная сухая плазма представляет собой мелко гранулированный сыпучий порошок, без пылевидных включений, имеющий солоноватый вкус, нейтральный запах, свойственный продуктам переработки пищевой плазмы крови. Цвет порошка от слабо-кремового до темно-кремового.

Рецептуры представленных вариантов продуктов, получаемых по разработанной технологии, зависят от вариантов применения стабилизатора (табл. 1).

Таблица 1 Рецептуры для получения 1 т готового продукта

| Компонент | Коли | ічество, кг |
|---------------------------------|------------|-------------|
| Komilohehi | № 1 | № 2 |
| Свиная кровь | 19 575,00 | 19 575,00 |
| $Na_3C_6H_5O_7$ | 45,29 | 54,38 |
| Na ₃ PO ₄ | 8,218 | 6,57 |
| Вода | 2175,00 | 2175,00 |

Первый вариант рецептуры: продукт, полученный фракционированием крови свиньи после стабилизации стабилизатором № 1 (смесь двух растворов в соотношении 1:1:0,75 %-ный раствор Na_3PO_4 и 4 %-ный раствор $Na_3C_6H_5O_7$). Второй вариант рецептуры: продукт, полученный фракционированием крови свиньи после стабилизации стабилизатором № 2 (смесь двух растворов в соотношении 2:30,75 %-ный раствор Na_3PO_4 и 4 %-ный раствор $Na_3C_6H_5O_7$).

В табл. 2 представлены физико-химические показатели пенообразователей, полученных с применением одного из видов стабилизаторов.

Основным составным компонентом полученного протеинового пенообразователя является белок, массовое содержание которого находится на уровне (84,0±0,45) % для образца № 1 и (83,0±0,45) % для образца № 2, продукт характеризуется малым содержанием влаги и малой величиной активности воды.

Таблица 2 Физико-химические показатели пенообразователей

| Показатель | Значение | | |
|----------------------------------|------------|-----------|--|
| | № 1 | № 2 | |
| Массовая доля влаги, % | 9,0±0,45 | 9,0±0,45 | |
| Массовая доля сухого вещества, % | 91,0±0,45 | 91,0±0,45 | |
| Массовая доля жира, % | 0,3±0,45 | 0,3±0,45 | |
| Массовая доля белка, % | 84,0±0,45 | 83,0±0,45 | |
| Массовая доля золы, % | 7,0±0,45 | 6,5±0,45 | |
| Массовая доля хлорида натрия, % | 1,3±0,45 | 1,3±0,45 | |
| Активность воды, ед. | 0,15 | 0,12 | |

Основными свойствами пищевых и профилактических продуктов, обусловливающих хорошие потребительские показатели качества и высокий спрос на готовый продукт, являются микробиологические показатели, а также содержание токсичных элементов. Поэтому следующим этапом исследований стало изучение показателей безопасности готовых продуктов.

Микробиологические показатели позволяют контролировать технологический процесс и санитарно-гигиенические условия производства. Результаты микробиологических исследований представлены в табл. 3. Результаты исследований показали, что разработанная технология позволяет получать готовый продукт, удовлетворяющий всем требованиям микробиологических показателей СанПиН.

 Таблица 3

 Микробиологические показатели сухого продукта

| Показатель | Норма | Фактически |
|---|-------------------|---------------------|
| КМАФАнМ, КОЕ/г, не более | 5.104 | 2,8·10 ⁴ |
| Бактерии группы кишечной палочки (колиформы) в 0,1 г | Не допускаются | Не обнаружено |
| Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы, в 25 г | Не допускаются | Не обнаружено |
| Сульфитредуцирующие клостридии в 1,0 г | Не допускаются | Нне обнаружено |
| Плесени, КОЕ/г, не более | Не допускаются | Не обнаружено |

Помимо микробиологических исследований, также были проведены исследования на содержание токсичных элементов в продуктах после выработки. Полученные данные представлены в табл. 4. Результаты исследований свидетельствуют о том, что миграции токсичных элементов в продукт не отмечается, контролируемые потенциально опас-

ные химические вещества содержатся в продукте в концентрациях, более чем на порядок не превышающих установленных нормативов.

 Таблица 4

 Содержание токсичных элементов в сухом продукте

| Токсичный элемент | Норма, мг/кг, не более | Фактическое значение |
|----------------------|---------------------------|-------------------------|
| Свинец | 0,6 | Менее 0,09 |
| Мышьяк | 1,0 | Менее 0,3 |
| Кадмий | 0,3 | Менее 0,06 |
| Ртуть | 0,1 | Менее 0,02 |

Главным источником белка в спортивном питании является сывороточный протеин, который легко усваивается организмом и обеспечивает его дополнительной энергией. Помимо этого он содержит высокую концентрацию незаменимых аминокислот с боковой разветвлённой цепочкой ВСАА: лейцин, изолейцин и валин, также цистеин и метионин, необходимые для поддержания антиоксидантной системы организма [7]. Изучение аминокислотного состава протеинового пенообразователя из плазмы крови показало, что продукт содержит весь комплекс незаменимых аминокислот, в том числе высокую концентрацию аминокислот с разветвленной цепочкой (табл. 5).

Таблица 5

Профиль незаменимых аминокислот в белках плазмы крови и сывороточного концентрата

| | Содержани | е, г/100 г белка |
|--------------------------|-----------------|-------------------------|
| Аминокислота | плазма крови | сывороточный концентрат |
| Валин | 3,1±0,3 | 6,8±0,3 |
| Изолейцин | 7,3±0,7 | 7,4±0,7 |
| Лейцин | 13,6±1,3 | 11,8±1,3 |
| Лизин | 14,6±1,4 | 9,3±1,4 |
| Метионин + цистин | 3,1±0,31 | 2,1±0,3 |
| Треонин | 9,0±0,9 | 6,9±0,9 |
| Триптофан | 2,0±0,2 | 1,8±0,1 |
| Фенилаланин + тирозин | 9,5±0,95 | 3,4±0,9 |
| Гистидин | 6,5±0,65 | 1,7±0,6 |

Сывороточный концентрат содержит в себе высокий уровень незаменимых аминокислот ВСАА (приблизительно 26 %). Среднее значение этого показателя для плазмы крови составляет 24 % (табл. 6). Важным отличием данных аминокислот является тот факт, что в период повышенных нагрузок, когда организму они особенно нужны,

BCAA, попадая в наш организм, метаболизируются непосредственно в мышцах, а не в печени, как большинство аминокислот.

Таблица 6

Содержание ВСАА в различных протеинах

| Источник протеина | ВСАА (г/100 г белка) |
|-------------------------------|----------------------|
| Изолят сывороточного протеина | 26 |
| Плазма крови | 24 |
| Яичный белок | 22 |
| Изолят молочного белка | 20 |
| Изолят соевого белка | 17 |

ВСАА, по мнению большинства учёных, уменьшают мышечное разрушение в период тренировок, позволяя спортсменам проводить более ин-

тенсивные и продолжительные тренинги. Доказано, что дополнительный приём BCAA способствует восстановлению организма спортсменов после интенсивных тренировок. Было высказано предположение, что приём с пищей незаменимых аминокислот BCAA поможет организму отдалить момент усталости в период длительных аэробных упражнений, задерживая утомление центральной нервной системы

Таким образом, можно сделать вывод, что потребление продуктов функционального назначения, в частности, высокобелкового спортивного питания, способствует улучшению иммунитета человека, его физиологических кондиций и здоровья. Получение белковых пенообразователей с большим содержанием белка из вторичного сырья (плазмы свиной крови) является хорошим способом улучшения качества продуктов функционального назначения при низкой себестоимости процесса.

Список литературы

- 1. 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.
- 2. Изгарышева, Н.В. Исследование и разработка технологии пенообразователя из плазмы свиной крови: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Изгарышева Наталья Владимировна. Кемерово, 2013. 131 с.
- 3. Изгарышева, Н.В. Преимущества использования вторичного сырья мясной промышленности в технологии кислородных коктейлей / Н.В. Изгарышева, О.В. Кригер, В.А. Жданов // Техника и технология пищевых производств. − 2011. − № 1. − С. 27–31.
- 4. Родионова, Н.С. Свойства различных пенообразователей в технологии кислородных коктейлей / Н.С. Родионова, Л.П. Пащенко, Е.А. Климова // Пиво и напитки. -2009. -№ 5. -C. 20–21.
- 5. Антипова, Л.В. Некоторые аспекты переработки пищевой крови убойных животных / Л.В. Антипова, А.С. Пешков, А.Е. Куцова // Мясная индустрия. 2008. №11. С. 28–30.
- 6. 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.
 - 7. Колеман, Э. Питание для выносливости / Э. Колеман; пер. с англ. Мурманск: Изд-во «Тулома», 2005. 192 с.

DEVELOPMENT OF PROTEIN FOAMER TECHNOLOGY FOR USE IN SPORTS NUTRITION

V.Yu. Krumlikov¹, N.V. Izgarysheva¹, J. Pozo-Dengra², O.V. Kriger^{1,*}

¹Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

²Fundacion Technova, Avda. de la Innovación, 23. 04131 El Alquián-Almería, Spain

*e-mail: olgakriger58@mail.ru

Received: 12.02.2015 Accepted: 02.04.2015

In this paper, on the basis of the conducted research, the technology of foaming agent for sports nutrition from pig blood has been developed. The formulae of presented options of products are given. Physico-chemical properties and microbiological characteristics have been studied. The process of obtaining a foaming agent consists of the following operations: blood collection, stabilization of blood, cooling of stabilized blood, and separation of plasma and eritrocitarnae mass, collection of plasma, freezedrying, packaging, storage. To stabilize whole blood, it is advisable to use a 0.75% solution of Na₃PO₄ and 4% solution of Na₃PO₄ and 4% solution of Na₃C₆ H₅O₇, in the ratio of 1:1 or a 0.75% solution of Na₃PO₄ and 4% solution of Na₃C₆ H₅O₇, in the ratio of 2:3. The stabilizer to blood ratio is 1:10. The separation of stabilized blood is made when the separation factor Fr =2000. Blood plasma drying is carried out using a sublimation method. The total process lasts for 240 minutes at the temperature of 40° C. The developed technology allows obtaining a finished product that meets the requirements of SanRaN for microbiological characteristics and the content of toxic elements. The product has a high content of essential amino acids and can be recommended as a protein component of the protein cocktails for sports nutrition. Production of protein foam concentrates with a high content of protein from secondary raw materials (pig blood plasma) is a good way to improve the quality of functional foods using a low cost process.

Sports nutrition, protein, foamer, secondary raw material resources.

References

- 1. Popov V.G., Butina E.A., Gerasimenko E.O. Razrabotka novykh vidov funktsional'nykh pishchevykh produktov s zadannymi fiziologicheski aktivnymi svoistvami [Development of new types of functional foods with specified physiologically active properties]. *Novye tekhnologii* [New technologies], 2009, no. 4, pp. 25–32.
- 2. Izgarysheva N.V. *Issledovanie i razrabotka tekhnologii penoobrazovatelia iz plazmy svinoi krovi*. Diss. kand. tekhn. nauk [Research and development of technology frother from pig's blood plasma. Cand. tech. sci. diss.], Kemerovo, 2013. 131 p.
- 3. Izgarysheva N.V., Kriger O.V., Zhdanov V.A. Preimushchestva ispol'zovaniia vtorichnogo syr'ia miasnoi promyshlennosti v tekhnologii kislorodnykh kokteilei [Advantages of using meat raw by-products in technology of oxygen cocktails]. *Tekhnika i tekhnologiia pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2011, vol. 20, no. 1, pp. 27–31.
- 4. Rodionova N.S., Pashchenko L.P., Klimova E.A. Svoistva razlichnykh penoobrazovatelei v tekhnologii kislorodnykh kokteilei [Properties of various frothers in technology of oxygen cocktails]. *Pivo i napitki* [Beer and beverages], 2009, no. 5, pp. 20–21.
- 5. Antipova L.V., Peshkov A.S., Kutsova A.E. Nekotorye aspekty pererabotki pishchevoi krovi uboinykh zhivotnykh [Some aspects of slaughter animals edible blood processing]. *Mjasnaja industrija* [Meat Industry], 2008, no. 11, pp. 28-30.
- 6. Kriger O.V., Izgaryshev A.V., Lapin A.P. Vliianie sposoba predvaritel'noi obrabotki na vykhod i fraktsionnyi sostav belkov plazmy krovi [Influence of the way of preliminary processing on the yield and fractional composition of blood plasma proteins]. *Tekhnika i tekhnologiia pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2012, vol. 2, no. 25, pp. 57–61.
- 7. Coleman Ellen, *Eating for endurance*. Bull Publishing Company, 2003. 196 p. (Russ. ed.: Coleman E. *Pitanie dlia vyno-slivosti*. Murmansk, Publishing "Tuloma", 2005. 192 p.).

Дополнительная информация / Additional Information

Разработка технологии белкового пенообразователя для использования в спортивном питании / В.Ю. Крумликов, Н.В. Изгарышева, J. Pozo-Dengra, О.В. Кригер // Техника и технология пищевых производств. -2015. -T. 37. -№ 2. -C. 16–21.

Krumlikov V.Yu., Izgarysheva N.V., J. Pozo-Dengra, Kriger O.V. Development of protein foamer technology for use in sports nutrition. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 16–21. (In Russ.)

Крумликов Владислав Юрьевич

аспирант кафедры бионанотехнологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, 6-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-05-37, e-mail: v krumlikov@mail.ru

Изгарышева Наталья Владимировна

канд. техн. наук, ассистент кафедры бионанотехнологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47,

тел.: +7 (3842) 39-05-37, e-mail: nataizg87@rambler.ru

Pozo-Dengra Joaquin

доктор, PhD, научный сотрудник, Fundacion Technova, Avda. de la Innovación, 23. 04131 Альмерия, Испания, e-mail: chem..tech12@yahoo.com

Кригер Ольга Владимировна

канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры бионанотехнологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-05-37, e-mail:olgakriger58@mail.ru

Vladislav Yu. Krumlikov

Postgraduate Student of the Department of Bionanotechnology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-05-37, e-mail: v_krumlikov@mail.ru

Natalia V. Izgarysheva

Cand. Tech. Sci., Assitent of the Department of Bionanotechnology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-05-37, e-mail: nataizg87@rambler.ru

Pozo-Dengra Joaquin

Dr., PhD, Researcher, Fundacion Technova, Avda. de la Innovación, 23. 04131 El Alquián-Almería, Spain, e-mail: chem..tech12@yahoo.com

Olga V. Kriger

Cand. Tech. Sci., Associate Professor, Professor of the Department of Bionanotechnology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-05-37,

e-mail: olgakriger58@mail.ru



УДК 613.292:[613. 26+637. 344]

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИИ ДИКОРАСТУЩЕГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПЛАВЛЕНЫХ СЫРОВ

С.М. Лупинская*, Л.А. Кузнецова

ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

*e-mail: lupinskaia@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 03.02.2015 Дата принятия в печать: 15.03.2015

Белковый состав дикорастущих растений достаточно разнообразен. Некоторые травянистые дикорастущие растения имеют относительно высокое содержание белка и могут служить дополнительным его источником при создании комбинированных продуктов сбалансированного белкового состава. В этой связи представляет интерес подбор дикорастущих растений, белковый состав которых был бы комплементарным к составу некоторых молочных белковых продуктов, в частности, плавленых сыров. Для улучшения органолептических показателей плавленых сыров целесообразно использовать композиции травянистого и плодово-ягодного сырья. Объектами исследования служило сырье, входящее в состав рецептуры плавленого сыра: костромской сыр, сухое молоко, суспензии дикорастущего сырья (щавель, черемша, крыжовник, красная смородина, брусника), а также композиции из этого сырья. Сбалансированность аминокислотного состава определяли по методике Н.Н. Липатова. Предложено 10 композиций дикорастущего сырья, которые имели приемлемые органолептические показатели и рекомендованы для использования при производстве плавленых сыров. Проанализированы аминокислотные скоры молочного сырья (костромской сыр, сухое молоко) и исследуемого дикорастущего сырья. Установлено, что взаимодополняющими к белкам молочного сырья являются белки щавеля, черемши, крапивы и красной смородины. Рассмотрена биологическая ценность плавленых сыров с использованием предложенных композиций дикорастущего сырья. Рассчитаны их аминокислотные скоры и аналитические коэффициенты, характеризующие сбалансированность аминокислотного состава плавленых сыров. Рекомендованы композиции дикорастущего сырья, включающие щавель, черемшу, крапиву, бруснику и красную смородину, для повышения биологической ценности плавленых сыров. Включение данных композиций дикорастущего сырья в рецептуру плавленых сыров позволило повысить аминокислотный скор плавленых сыров по аминокислоте (метионин + цистеин) с 93 до 96,4-108 %. Усвояемость продуктов составила 93-95 %. Использование определенных композиций дикорастущего сырья при производстве плавленых сыров позволит улучшить сбалансированность аминокислотного состава, повысить биологическую ценность продуктов, а также обогатить их состав витаминами, минеральными веществами и другими БАВ природного происхождения, расширить ассортимент плавленых сыров.

Композиции дикорастущего сырья, крыжовник, брусника, красная смородина, щавель, крапива, черемша, сбалансированность аминокислотного состава, плавленые сыры.

Введение

В последние годы стремительно растет производство новых продуктов питания. К ним предъявляются требования в соответствии с концепцией о «здоровой пище», отражающие современный образ жизни человека и состояние окружающей среды. Продукты питания должны содержать достаточное количество полноценного белка, ненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, минеральных веществ, а также иметь низкую калорийность и отсутствие вредных веществ.

Рядом ученых заложены теоретические и практические основы проектирования продуктов с высокой пищевой и биологической ценностью. Однако до сего времени их можно было создавать, как правило, только за счет сырья животного происхождения. Особенности технологии плавленых сыров позволяют вводить в их состав ингредиенты, позволяющие обеспечивать получение готовых продуктов с заданным составом и свойствами. В сфере производства плавленых сыров получило распространение использование дикорастущих растений, которые имеют в своем составе природные компоненты, обладающие свойствами БАД [1, 2].

С расширением работ в области выделения белков из растительного сырья, прежде всего нетрадиционного, в том числе дикорастущего, а также формализацией требований к составу продуктов и применения методов цифровой компьютерной обработки стало возможным конструирование продуктов питания с повышенной пищевой и биологической ценностью и обладающих конкретными профилактическими и лечебно-диетическими свойствами.

Дикорастущие растения содержат почти все необходимые компоненты пищи: витамины, углеводы, белки, жиры, минеральные соли и воду, но особую ценность они представляют с точки зрения источника биологически активных веществ. Они богаты витамином С, каротином, биофлавоноидами, хлорофиллами. Кроме того, травянистые растения содержат белок. Ягодное сырье имеет привлекательные вкусовые характеристики, большое содержание органических кислот, сахаров [3].

Особенно важна роль свежих растений как источника витаминов, большинство которых не синтезируется в организме человека. Многие из них не полностью сохраняются в консервированных продуктах, составляющих основу аварийных запасов

продовольствия, или содержатся в них в плохо усваиваемой форме.

Недостаток витаминов вызывает нарушение важнейших биохимических и физиологических процессов в организме человека и может привести к снижению работоспособности, уменьшению сопротивляемости к неблагоприятным воздействиям внешней среды, ухудшению регенерации тканей, замедлению свертываемости крови и развитию ряда тяжелых заболеваний даже при обильном питании высококалорийной пищей [4].

В зеленых частях растений содержатся преимущественно витамины С, К, Е, а в семенах, корнях и клубнях — витамины группы В. В плодах многих растений имеются биофлавоноиды, ниацин, каротиноилы.

Суточная потребность взрослого человека во многих витаминах может быть удовлетворена при употреблении в пищу 50–100 г дикорастущих растений.

Растения — основной источник углеводов, которые при больших физических нагрузках, обычных в экстремальных условиях, должны составлять более 50 % рациона.

За счет быстроусваиваемых сахаров растений (глюкозы, фруктозы, сахарозы) в наиболее короткое время могут быть восполнены энерготраты организма. Более медленно переваривается крахмал, откладывающийся как запасное вещество в корнях, корневищах, клубнях, луковицах, семенах и плодах. В клубнях сложноцветных и некоторых других растений накапливается близкий к крахмалу, растворимый в воде полисахарид инулин. Растительная пища, содержащая клетчатку, которая составляет основу стенок клеток растений, стимулирует моторную функцию кишечника, способствует жизнедеятельности полезных кишечных бактерий. Однако в старых растениях клеточные стенки постепенно пропитываются рядом веществ, вследствие чего их ткани становятся грубыми. Такие растения плохо перевариваются, и в пищу их употреблять не рекомендуется.

Дикорастущие растения богаты минеральными веществами, к которым относятся такие жизненно важные компоненты питания, как неорганические элементы, различные соли и вода. Минеральные вещества необходимы для формирования и построения тканей организма, особенно скелета, а также для деятельности эндокринных желез, обмена веществ и энергии, в частности водно-солевого обмена, регулирования кислотно-щелочного баланса крови. В дикорастущих растениях содержится значительное количество калия, магния, меди и других микроэлементов.

Содержащиеся в растениях органические кислоты (наиболее распространены яблочная, лимонная, винная и др.) оказывают желчегонное, бактерицидное и противогнилостное действие в кишечнике, они необходимы для нормального обмена веществ, способствуют усвоению пищи, многие органические кислоты являются биогенными стимуляторами.

Белковый состав дикорастущих растений очень разнообразен. Некоторые травянистые дикорасту-

щие растения (крапива, щавель, черемша) имеют относительно высокое содержание белка и могут служить дополнительным его источником при создании комбинированных продуктов сбалансированного белкового состава. В этой связи представляет интерес подбор дикорастущих растений, белковый состав которых был бы комплементарным к составу некоторых молочных белковых продуктов, в частности, плавленых сыров. Учитывая, что включение в рецептуру продукта только травянистого сырья может ухудшить его органолептические показатели, целесообразно использовать композиции дикорастущего сырья. В состав таких композиций могут входить как травянистые, так и плодово-ягодные растения.

Целью исследований являлась разработка композиций дикорастущего сырья для повышения биологической ценности плавленых сыров.

Объект и методы исследования

Объектом исследования служило сырье, входящее в состав рецептуры плавленого сырного продукта: сычужный сыр, сухое молоко, суспензии дикорастущего сырья (щавель, черемша, крыжовник, красная смородина, брусника), а также композиции из этого сырья.

Подготовка сырья для композиций проводилась с использованием универсального гомогенизирующего модуля, на котором происходило тончайшее измельчение всех составных частей сырья с получением однородной массы [5].

Биологическая ценность — показатель качества белка, характеризующий степень задержки азота и эффективность его утилизации для растущего организма или для поддержания азотистого равновесия у взрослых. Качество белка определяется наличием в нем полного набора незаменимых аминокислот в определенном соотношении, как между собой, так и с заменимыми аминокислотами [6].

Биологическая ценность продукта обусловливается аминокислотным составом белка и его усвояемостью и характеризуется таким показателем, как скор аминокислот, указывающим на значимость в объекте каждой незаменимой аминокислоты в отдельности [7].

Сбалансированность аминокислотного состава определяли по методике, предложенной Н.Н. Липатовым [8].

В белке продуктов питания количество незаменимых аминокислот может быть существенно больше или меньше их количества в эталоне ФАО/ВОЗ. Однако, в любом случае возможность их утилизации организмом предопределена минимальным скором какой-то одной из аминокислот и численно может быть охарактеризована значениями показателя утилитарности содержания аминокислоты в белке продукта.

Этот показатель представляет собой отношение минимального скора к скору каждой аминокислоты, для исследуемых продуктов.

На основании этого показателя рассчитывается количество каждой незаменимой аминокислоты, которое может быть утилизировано организмом.

Коэффициент утилитарности (u) аминокислотного состава белков является суммарным показателем, характеризующим сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к эталону. В идеале этот показатель должен быть равен или приближен к единице.

Коэффициент утилитарности аминокислотного состава, численно характеризующий сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме (эталону), доли ед., рассчитывали по формуле

$$u = \sum_{j=1}^{k} (\operatorname{Ai} \cdot ai) / \sum_{j=1}^{k} \operatorname{Ai}, \qquad (1)$$

где A_i — количество каждой аминокислоты; a_i — утилитарность аминокислот; k — количество незаменимых аминокислот.

Коэффициент утилитарности каждой аминокислоты рассчитывали по формуле:

$$ai = \frac{C_{min}}{C_i}, \qquad (2)$$

где C_{min} – минимальный скор; C_i – скор каждой аминокислоты по отношению к физиологически необходимой норме (эталону), % или доли ед.

$$Ci = (\frac{A_j}{A_{si}}) \cdot 100, \tag{3}$$

где Aj — массовая доля j-ой незаменимой аминокислоты в продукте, г /100 г белка; $A \ni j$ — массовая доля

j-й незаменимой аминокислоты, соответствующая физиологически необходимой норме (эталону), г / 100 г белка.

Избыточность содержания незаменимых аминокислот определяли по формуле

$$t = \sum_{i}^{k} (\operatorname{Ai}(1 - ai)). \tag{4}$$

Более информативным показателем сбалансированности состава незаменимых аминокислот в белке оцениваемого пищевого продукта или его компонента является показатель conocmasumoŭ избыточности (t_c)

Сопоставимую избыточность определяли по формуле

$$t_{\rm c} = t/{\rm C}_{min}. \tag{5}$$

Усвояемость определяли по формуле

$$U = 100 - t_{c}. (6)$$

Результаты исследований

Состав композиций устанавливали на основании органолептических исследований. Было выбрано десять композиций дикорастущего сырья, которые имели приемлемые органолептические показатели и оценивались экспертами в 4,5 и 5,0 баллов по пятибалльной шкале. Состав композиций представлен в табл. 1.

Проанализированы аминокислотные скоры молочного и дикорастущего сырья. Результаты представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 1

Состав опытных композиций, %

| Do orrespondent vide of the o | | | | | Ном | ер смеси | | | | |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----------|-----|-----|-----|-----|
| Растительное сырье | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Щавель, % | 50 | ı | 25 | - | 25 | - | _ | 50 | _ | 25 |
| Крапива, % | - | 25 | 25 | 50 | 25 | 25 | 25 | _ | 25 | 25 |
| Черемша, % | 50 | 50 | - | 25 | 25 | 25 | _ | - | 50 | 25 |
| Крыжовник, % | ı | ı | 50 | - | 25 | 50 | 50 | _ | _ | _ |
| Брусника, % | _ | 25 | - | 25 | _ | - | 25 | 50 | _ | - |
| Красная смородина, % | I | ı | - | - | _ | - | _ | - | 25 | 25 |
| Итого, % | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Таблица 2

Аминокислотные скоры молочного сырья

| Молочное | | | | Аминокисло | гный скор, % | | | |
|-----------------|-------|--------|-------|------------|--------------|-------|-------|-------|
| сырье | вал | илей | лей | лиз | мет+цист | тре | трипт | фен |
| Костромской сыр | 124,6 | 109,1 | 134,3 | 130,6 | 92,9 | 100,0 | 277,7 | 195,1 |
| Сухое молоко | 92,8 | 127,50 | 134,3 | 102,7 | 93,4 | 111,2 | 135,0 | 169,7 |

Таблица 3

Аминокислотные скоры дикорастущего сырья

| Пикараатина антиа | | | | Аминокисло | гный скор, % | | | |
|--------------------|-------|-------|------|------------|--------------|-------|-------|-------|
| Дикорастущее сырье | вал | илей | лей | лиз | мет+цист | тре | трипт | фен |
| Щавель | 116,6 | 145,8 | 63,1 | 124,2 | 104,7 | 137,5 | 83,3 | 41,7 |
| Крапива | 108,3 | 104,0 | 89,3 | 107,5 | 96,2 | 125,0 | 166,6 | 104,2 |
| Черемша | 82,34 | 176,5 | 67,2 | 105,8 | 200,0 | 117,6 | 141,1 | 49,0 |
| Крыжовник | 75,0 | 38,0 | 41,0 | 64,0 | 46,0 | 97,0 | 138,0 | 70,0 |
| Брусника | 25,7 | 53,6 | 32,6 | 155,8 | 28,0 | 112,9 | 57,1 | 38,1 |
| Красная смородина | 100,0 | 83,0 | 26,0 | 70,0 | 181,0 | 71,0 | 233,0 | 140,0 |

Аминокислоты метионин и цистеин являются серосодержащими аминокислотами. Они играют важную физиологическую роль. Так, цистеин, обладая способностью влиять на окислительновосстановительный потенциал системы, способствует снижению интенсивности разрушительных процессов в липидах и белках. В присутствии цистеина повышается устойчивость организма к ионизирующим излучениям и стабилизируется качество принимаемых лекарственных препаратов. Метионин принимает участие в синтезе глицерофосфолипидов, которые входят в состав биологических мембран клеток, а также необходим для регенерации клеток печени [4].

Избыток триптофана отмечается для молочного сырья. В то же время растительное сырье (щавель, брусника) эту аминокислоту содержит в недостатке. Также для костромского сыра и сухого обезжиренного молока имеется избыток аминокислоты фенилаланина. Взаимодополняющим сырьем по этой аминокислоте к указанному молочному сырью следует считать щавель, черемшу, крыжовник, бруснику.

Незаменимая аминокислота триптофан по химическому строению является ароматической. Поэтому при ее избыточном содержании в пище, при участии микробных ферментов в кишечнике образуются ядовитые вещества, имеющие в своем строении ароматическое кольцо: фенол, скатол, индол. Обезвреживание их происходит в печени путем преобразования до нетоксичных кислот. В то же время триптофан служит предшественником необходимых для организма веществ: никотиновой кислоты, НАД и НАДФ, серотонина и др. [4].

При наследственном заболевании фенилкетонурией в рационе человека не должны присутствовать продукты, имеющие в своем составе фенилаланин. При данном заболевании у больного происходит мутация гена, и превращение фенилаланина происходит другим путем с избыточным накоплением вредных веществ в моче.

Такая наследственная аномалия сопровождается тяжелой умственной отсталостью. В здоровом организме из аминокислоты фенилаланин с участием промежуточного продукта аминокислоты тирозина синтезируются темноокрашенные пигменты — меланины. Они оказывают влияние на появление темной окраски пищевых продуктов (например, ржаного хлеба) [4].

Учитывая, что молочное сырье имеет недостаток незаменимых аминокислот метионина и цистеина, можно заключить, что комплементарными (взаимодополняющими) к нему будут белки щавеля, черемши и красной смородины. И хотя содержание этих аминокислот в белке крапивы ниже, чем в эталоне, оно превосходит их содержание в белках сычужного сыра и сухого молока. Скор аминокислот у белков крапивы составляет 96,2 % против 93 % у молочного сырья.

Белковый состав крыжовника и брусники не является полноценным. Из восьми незаменимых аминокислот у брусники только две аминокислоты (лизин и треонин), а у крыжовника одна (триптофан) имеют скоры более 100 %.

Результаты расчетов аналитических коэффициентов, характеризующих усвояемость белков компонентов рецептуры плавленого сыра, представлены в табл. 4.

Таблица 4 Аналитические коэффициенты, характеризующие усвояемость белка компонентов плавленого сыра

| | | Наименование коэфо | рициента | |
|--------------------------------|--|---|--------------------------------------|------------------------|
| Сырье | Коэффициент утилитарности, (u) ед. | Избыточность содержания незаменимых аминокислот (t), г/100г | Сопоставимая избыточность $(t)_c$ %, | Усвояемость (U), %, |
| Сыр сычужный костромской | 0,77 | 9,62 | 17,44 | 82,56 |
| Сухое молоко | 0,67 | 12,63 | 18,12 | 81,88 |
| Суспензия щавеля | 0,61 | 14,45 | 22,91 | 77,09 |
| Суспензия крапивы | 0,63 | 11,13 | 12,47 | 87,53 |
| Суспензия черемши | 0,51 | 23,22 | 34,55 | 65,45 |
| Суспензия крыжовника | 0,60 | 73,22 | 19,8 | 80,2 |
| Суспензия брусники | 0,37 | 15,12 | 60,9 | 39,1 |
| Суспензия красной смородины | 0,23 | 24,54 | 17,53 | 82,47 |

На основании данных таблицы можно заключить, что сбалансированность незаменимых аминокислот исследуемого дикорастущего сырья по отношению к эталону более высокая у крапивы, щавеля, крыжовника. По показателю избыточности содержания незаменимых аминокислот более других приблизились к молочному сырью щавель, крапива, брусника.

Высокая степень усвояемости белка (выше, чем у молочного сырья) наблюдается у крапивы. Для

щавеля, крыжовника, красной смородины степень усвояемости немного ниже или равна усвояемости молочного белка.

Таким образом, травянистое сырье щавеля, крапивы и черемши имеет белковый состав, балансирующий содержание незаменимых аминокислот молочного сырья, используемого для получения плавленого сыра, а также относительно высокие показатели усвояемости. Ягодное сырье брусники, крыжовника имеет низкую биологическую цен-

ность. Однако, как показали исследования, включение ягодного сырья в композиции дикорастущего сырья значительно улучшало их вкусовые характеристики. Поэтому ягодное сырье также включали в состав композиции.

На основании предварительной органолептической оценки выбрана доза дикорастущего сырья 30 % от исходной смеси для плавления.

С учетом состава названных композиций дикорастущего сырья и согласно рецептуре плавленого сыра были рассчитаны аналитические коэффициенты, характеризующие усвояемость белка плавленых сыров с использованием композиций дикорастущего сырья и их аминокислотные скоры. Результаты расчетов представлены в табл. 5 и на рис. 1 и 2.

Таблица 5

| Аналитические коэффициенты, характеризующие усвояемость плавленых сыров |
|---|
| с использованием композиций дикорастущего сырья |

| Номер композиции | Коэффициент утили- тарности (u), ед. | Избыточность содержания незаменимых аминокислот (t), $\Gamma/100\Gamma$ | Сопоставимая избыточность (t), % | Усвояемость (U), % |
|---------------------|---|---|----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0,85 | 6,24 | 6,17 | 93,8 |
| 2 | 0,8 | 8,37 | 5,05 | 94,9 |
| 3 | 0,73 | 10,76 | 13,51 | 86,5 |
| 4 | 0,76 | 9,85 | 11,09 | 88,9 |
| 5 | 0,79 | 8,50 | 9,35 | 90,7 |
| 6 | 0,78 | 9,00 | 10,38 | 89,6 |
| 7 | 0,69 | 11,92 | 16,16 | 83,8 |
| 8 | 0,71 | 11,42 | 14,80 | 85,2 |
| 9 | 0,83 | 7,11 | 7,17 | 92,8 |
| 10 | 0,86 | 5,75 | 5,70 | 94,3 |

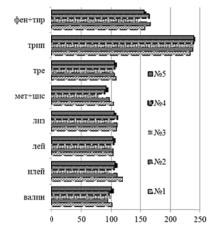


Рис. 1. Аминокислотные скоры плавленых сыров с использованием композиций (1–5) дикорастущего сырья

Как видно из таблицы, наиболее высокая усвояемость плавленого сыра с использованием композиции под номером 2 – 94,9 %. Повышение усвояемости продукта по сравнению с рецептурными компонентами (см. табл. 4) связано со снижением избыточности содержания незаменимых аминокислот, в частности триптофана и фенилаланин+тирозин, а также повышением содержания аминокислоты метионин+цистеин, которая присутствует в недостатке в молочном сырье относительно эталонного белка.

Белки этого продукта немного лимитированы по метионину+цистеину, аминокислотный скор составляет 96,4 %. Следует отметить улучшение биологической ценности по сравнению с молочным сырьем. Аминокислотный скор по лимитирующей аминокислоте для костромского сыра и сухого мо-

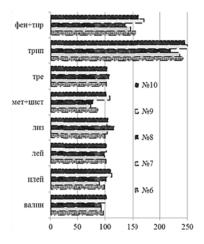


Рис. 2. Аминокислотные скоры плавленых сыров с использованием композиций (6–10) дикорастущего сырья

лока составляет 93 %.

По сравнению с другими композициями дикорастущего сырья наименьшие показатели по сбалансированности аминокислотного состава плавленого сыра получены при использовании композиции $N \ge 7$ (крапива + крыжовник + брусника).

Для плавленого сыра с использованием композиции № 10, состоящей из крапивы, черемши, красной смородины, щавеля, скоры всех незаменимых аминокислот составили более 100 %, в том числе скор по метионин+цистеин составил 100,9 %. В плавленом сыре с использованием композиции № 9 (крапива+красная смородина+щавель) аминокислотный скор по этой же аминокислоте составил 108 % при высокой усвояемости белка. Также высокая усвояемость у продукта с использованием композиции № 1 (щавель+черемша).

Таким образом, высокие показатели биологической ценности получены для плавленых сыров с использованием композиций № 1, 2, 9, 10. Включение данных композиций дикорастущего сырья в рецептуру плавленых сыров позволило повысить аминокислотный скор плавленых сыров по аминокислоте метионин+цистеин, которая является лимитирующей для молочного сырья, с 93 до 96,4–108 %. Усвояемость продуктов составила 93–95 %.

На основании проведенных исследований рекомендованы следующие композиции дикорастущего сырья, включение которых в рецептуры плавленых сыров позволит улучшить сбалансированность их аминокислотного состава и повысить усвояемость белков молочного сырья:

– щавель + черемша в соотношении 1:1;

- щавель + брусника + черемша в соотношении 1:1:2;
- крапива + красная смородина + черемша в соотношении 1:1:2;
- крапива + черемша + красная смородина + щавель в соотношении 1:1:1.

Заключение

Предложены композиции дикорастущего сырья, включающие щавель, черемшу, крапиву, бруснику и красную смородину, для повышения биологической ценности плавленых сыров. Их использование позволит также обогатить состав продуктов витаминами, минеральными веществами и другими БАВ природного происхождения и расширить ассортимент плавленых сыров.

Список литературы

- 1. Остроумов, Л.А. Плавленые сыры с растительным сырьем / Л.А. Остроумов, Л.Н. Азолкина // Сыроделие и маслолелие. 2007. № 5. С. 14–15.
- 2. Роздова, В.Ф. Растительные белки в составе плавленых сырных продуктов / В.Ф. Роздова // Сыроделие и маслоделие. 2009. № 3. С. 36–37.
- 3. Цапалова, И.Э. Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений: учеб. пособие / И.Э. Цапалова, М.Д. Губина, В.М. Позняковский. Новосибирск: Изд-во Новосибирского ун-та, 2000. 216 с.
- 4. Пищевая химия: учебник для вузов / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др.; под ред. А.П. Нечаева. СПб.: ГИОРД, 2001. 592 с.
- 5. Лупинская, С.М. Подготовка дикорастущего сырья при получении функциональных молочных продуктов / С.М. Лупинская // Техника и технология пищевых производств. 2010. № 3. С.13–17.
- 6. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. М. 2008. 41 с.
- 7. Химический состав российских продуктов питания: справочник / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. М.: Де Ли принт, 2002. 236 с.
- 8. Липатов, Н.Н. Некоторые аспекты моделирования аминокислотной сбалансированности пищевых продуктов / Н.Н. Липатов //Пищевая и перерабатывающая промышленность. 1986. № 4. С. 48–52.

DEVELOPMENT OF COMPOSITION OF WILD PLANT RAW MATERIALS TO IMPROVE BIOLOGICAL VALUE OF PROCESSED CHEESES

S.M. Lupinskaya*, L.A. Kuznetsova

Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

*e-mail: lupinskaia@mail.ru

Received: 03.02.2015 Accepted: 15.03.2015

The protein composition of wild plants is quite diverse. Some herb wild plants have rather high protein content and can serve as its additional source when developing combined products with balanced protein content. In this regard, the selection of wild plants, protein content of which would be complementary to that of some dairy protein products, in particular, of processed cheeses is of special interest. To improve the organoleptic characteristics of processed cheeses it is expedient to use compositions of herb and fruit raw materials. The research objects were raw materials, included into the processed cheese formula: Kostroma cheese, powdered milk, wild raw material suspensions (sorrel, ramson, gooseberry, red currant, cowberry), as well as compositions from these raw materials. Amino-acid balance was determined using N.N. Lipatov's technique. Ten compositions of wild raw materials, having acceptable organoleptic indices, have been suggested and recommended for the production of processed cheeses. The amino-acid scores of dairy raw materials (Kostroma cheese, powdered milk) and those of the studied wild raw materials have been analyzed. It has been established that of sorrel, ramson, nettle and red currant proteins are complementary to dairy raw material ones. The biological value of processed cheeses with the suggested compositions of wild raw materials has been considered. Their amino-acid scores and the analytical coefficients characterizing amino-acid balance of processed cheeses have been calculated. The compositions of wild raw materials, including sorrel, ramson, nettle, cowberry and red currant to increase the biological value of processed cheeses have been recommended. Their inclusion into the processed cheese formula enables to raise the amino-acid score of processed cheeses in terms of amino acid (methionine + cysteine) from 93% to 96.4-108.0%. Digestibility of products was up to 93-95%. The use of certain compositions of wild raw materials when producing processed

cheeses will make it possible to improve the amino-acid balance, to increase the biological value of products, and also to enrich them with vitamins, mineral substances and other BAS of natural origin and to expand the range of processed cheeses.

Compositions of wild raw materials, gooseberry, cowberry, red currant, sorrel, nettle, ramson, amino-acid balance, processed cheeses.

References

- 1. Ostroumov L.A., Azolkina L.N. Plavlenye syry s rastitel'nym syr'em [Processed cheeses with vegetable raw materials]. *Syrodelie i maslodelie* [Cheesemaking and buttermaking], 2007, no. 5, pp 14–15.
- 2. Rozdova V.F. Rastitel'nye belki v sostave plavlenykh syrnykh produktov [Vegetable oils in the composition of processed cheese products]. *Syrodelie i maslodelie* [Cheesemaking and buttermaking], 2009, no. 3, pp. 36–37.
- 3. Capalova I.Je., Gubina M.D., Poznyakovskiy V.M. *Ekspertiza dikorastushchikh plodov, iagod i travianistykh rastenii* [Expertise of wild fruits, berries and herbs]. Novosibirsk, Novosibirsk State University Publ., 2000. 216 p.
- 4. Nechaev A.P., Traubenberg S.E., Kochetkova A.A. *Pishchevaia khimiia* [Food chemistry]. St. Petersburg, GIORD Publ., 2001. 592 p.
- 5. Lupinskaya S.M. Podgotovka dikorastushchego syr'ia pri poluchenii funktsional'nykh molochnykh produktov [Preparation of wild berry and plant raw materials for functional dairy products manufacture]. *Tekhnika i tekhnologiia pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2010, vol. 18, no. 3, pp. 13–17.
- 6. MR 2.3.1.2432-08. Normy fiziologicheskikh potrebnostei v energii i pishchevykh veshchestvakh dlia razlichnykh grupp naseleniia Rossiiskoi Federatsii [Methodical recommendations 2.3.1.2432-08. Norms of physiological needs for energy and food substances for various groups of the population of the Russian Federation]. Moscow, Federal'naia sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitelei i blagopoluchiia cheloveka, 2008. 41 p.
- 7. Skurihin I.M., Tutel'jana V.A. *Himicheskij sostav rossijskih pishhevyh produktov* [Chemical composition of Russian food]. Moscow, DeLee print, 2002. 236 p.
- 8. Lipatov N.N. Nekotorye aspekty modelirovaniia aminokislotnoi sbalansirovannosti pishchevykh produktov [Some aspects of simulation of amino acid balance food]. *Pishchevaia i pererabatyvaiushchaia promyshlennost'* [Food and processing industry], 1986, no. 4, pp. 48–52.

Дополнительная информация / Additional Information

Лупинская, С.М. Разработка композиции дикорастущего сырья для повышения биологической ценности плавленых сыров / С.М. Лупинская, Л.А. Кузнецова // Техника и технология пищевых производств. -2015. - Т. 37. - № 2. - С. 22–28.

Lupinskaya S.M., Kuznetsova L.A. Development of composition of wild plant raw materials to improve biological value of processed cheeses. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 22–28. (In Russ.)

Лупинская Светлана Михайловна

д-р техн. наук, профессор кафедры технологии молока и молочных продуктов, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. +7 (3842) 39-68-58, e-mail: lupinskaia@mail.ru

Кузнецова Лилия Александровна

аспирант кафедры технологии молока и молочных продуктов, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. +7 (3842) 39-68-58

Svetlana M. Lupinskaya

Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Department of Technology of Milk and Dairy Products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-58, e-mail: lupinskaia@mail.ru

Lilia A. Kuznetsova

Postgraduate Student of the Department of Technology of Milk and Dairy Products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-32



УДК 664.64.019

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИХ БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Н.Л. Наумова

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет), Институт экономики, торговли, технологий, 454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76

e-mail: fpt_09@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 24.04.2015 Дата принятия в печать: 07.05.2015

В процессах обеспечения технологического контроля качества продуктов питания, содержащих антиоксиданты, необходимо оценивать суммарное содержание аналитов, родственных в структурном или функциональном отношении. В статье представлены результаты спектрофотометрических исследований (методами FRAP (ferric-reducing antioxidant power) и DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)) по изучению антиоксидантной активности индивидуальных антиоксидантов (пищевой добавки «Селексен», витаминов Е, А, С и мелатонина) и нескольких видов селенсодержащих булочных изделий (булки «Городская» из пшеничной муки высшего сорта и ее обогащенных аналогов – булки «Городская с селеном», булки «Городская с селеном», обогащенной витаминами), а также математическая обработка результатов эксперимента. Достоверно установлено, что витамины С, Е, А проявляют существенно большую антиоксидантную активность, чем мелатонин и селексен, независимо от метода измерения. Витамин С обладает наибольшей антиоксидантной способностью, наименьшей – селексен (по методу DPPH) и мелатонин (по методу FRAP). Антиоксидантная активность витамина Е выше, чем у селексена, в 15 раз по методу FRAP и в 54 раза по методу DPPH. Теоретически и экспериментально установлено, что антиоксидантная емкость обогащенных продуктов практически полностью обусловлена наличием в их составе витамина Е, а присутствующий селексен вносит незначительный вклад в формирование антиоксидантных свойств хлебобулочных изделий. Так, оптическая плотность продукции, обогащенной только селеном, лишь на 10,7 % выше аналогичного показателя объекта обогащения – булки «Городская». Витаминизированный селенсодержащий аналог булки «Городская» имеет оптическую плотность в 2,3 раза выше, чем у своего прототипа, и в 2,1 раза выше, чем у продукции, обогащенной только минеральным компонентом.

Булочные изделия, обогащенные продукты питания, селен, витамины, антиоксиданты, антиоксидантная активность, антиоксидантная емкость.

Введение

При действии на организм человека различных неблагоприятных физических или химических факторов (соединений тяжелых металлов, радиации), а также стрессовых ситуаций в организме формируется неспецифическая реакция, которая проявляется в повышении свободнорадикальных процессов вследствие патологического метаболизма кислорода (т.н. синдром переоксидации или окислительный стресс) [4]. При этом повреждаются белки, липиды, ферменты, изменяется структура макромолекул и нарушается целостность клетки. Повышение интенсивности свободнорадикальных процессов лежит в основе развития тяжелых заболеваний, таких как атеросклероз, инфаркт миокарда, онкологические заболевания, а также ускоренное и преждевременное старение организма [3].

Вредное воздействие окислительного стресса можно снять с помощью своевременной антиоксидантной терапии, т. е. путем потребления нормированного количества антиоксидантов, которые повышают устойчивость организма к воздействию неблагоприятных внешних факторов, а следовательно и его защитные силы [5]. В связи с этим разрабатываются продукты питания, дополнительно обогащенные антиоксидантами различной природы (белками — трансферрин, ферритин, лакто-

феррин; витаминами — А, Е, С; минеральными веществами — цинк, селен и др.). В отношении пользы для здоровья таких пищевых продуктов еще в 1999 году Международный институт наук о жизни предложил категорию «защита от окислительного стресса» в качестве классифицирующей целевой функции организма, подвергаемой коррекции с помощью обогащенных продуктов [14].

Для контролируемого потребления антиоксидантов необходимо знать их содержание в продуктах питания, поскольку при высокой концентрации антиоксиданты становятся проантиоксидантами [8]. Актуальным является определение суммарного содержания антиоксидантов и близкого к нему интегрального показателя — суммарной антиоксидантной активности, учитывающей не только содержание, но и удельную активность каждого компонента в обогащенном продукте [6].

Одним из важнейших антиоксидантов является микроэлемент селен, который входит в состав активного центра одного из ферментов, поддерживающих перекисный гомеостаз — глутатионпероксидазы. Известно, что витамин Е защищает селен от окисления, повышая его эффективность, дополнительные количества в пище витамина С и селена усиливают гуморальный иммунитет [11]. Экспериментально доказано наличие синергического дей-

ствия селена и витаминов А, С, В₂, В₆ [8, 9, 10].

Целью наших исследований явилось изучение антиоксидантных свойств нескольких видов селенсодержащих булочных изделий.

Объект и методы исследования

В качестве объектов исследований были выбраны: булка «Городская» из пшеничной муки высшего сорта (ГОСТ 27844-88) и ее обогащенные аналоги – булка «Городская с селеном» (ТУ 9115-066-02068315-07), булка «Городская с селеном», обогащенная витаминами (ТУ 9115-022-71554597-12). Производство булочных изделий осуществлялось в условиях ОАО «Первый хлебокомбинат» (г. Челябинск). В качестве обогащающих добавок использовали: пищевую добавку «Селексен» (ТУ 9229-014-48363077-03), выпускаемую 000НПП «Медбиофарм» (г. Обнинск, Калужская обл.), витаминный премикс 986 (производитель DSM Nutritional Products Europe Ltd (Швейцария)), содержащий в том числе и витамин Е. Учитывая вышесказанное, нами было дополнительно проведено исследование антиоксидантных свойств индивидуальных антиоксидантов: пищевой добавки «Селексен» (содержание селена в препарате составляет 23-24 %) и химически чистых аналитов витаминов Е, А, С и мелатонина (производитель -SIGMA-ALDRICH, Saint Louis, USA).

Изучение антиоксидантной активности однотипных продуктов требует применения нескольких методов. В связи, с чем нами было использовано два спектрофотометрических метода: FRAP (ferricreducing antioxidant power) и DPPH (2,2-diphenyl-1-

picrylhydrazyl) [12].

Метод DPPH основан на реакции 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила с антиоксидантом, в ходе которой идет доведение неспаренного электрона DPPH до электронной пары с уменьшением оптической плотности раствора. Делокализация неспаренного электрона обусловливает темно-синий цвет DPPH в растворителе с поглощением в районе 520 нм. Смешение раствора DPPH с антиоксидантом приводит к восстановленной форме с потерей цвета.

В железовосстанавливающем методе FRAP ионы железа (III) окисляют антиоксидант, восстанавливаясь до ионов железа (II). Образующееся двухвалентное железо связывается с комплексоном — 2,4,6-три(2-пиридил)-1,3,5-триазином (2,4,6-tri(2-ругіdyl)-1,3,5-triazine, TPTZ) с образованием окрашенного комплекса. Формируемый комплекс Fe²⁺-комплексон имеет максимум светопоглощения при 595 нм.

Тождественность результатов, полученных разными методами, изучали с помощью регрессионного анализа, используя пакет Statgraphics Centurion.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследований представляло интерес изучить антиоксидантную активность индивидуальных низкомолекулярных антиоксидантов в сравнительном аспекте для установления приоритетной роли каждого из них в формировании общей антиоксидантной активности обогащенных продуктов питания. Результаты светопоглощения представлены в табл. 1.

Таблица 1

| Наименование | Масса в 1 мл | Оптическая | плотность |
|------------------------------------|--------------|----------------|-----------------|
| антиоксиданта | метанола | по методу FRAP | по методу DPPH |
| Витамин C (L-аскорбиновая кислота) | | 2,276±0,097 | 4,179±0,019 |
| Витамин Ε (α-токоферол) | | 0,849±0,015 | 1,836±0,015 |
| Витамин А (ретинола ацетат) | 0,1 мг | 0,658±0,045 | 0,088±0,038 |
| Мелатонин | | 0,042±0,006 | $0,063\pm0,030$ |
| Селексен | | 0,058±0,018 | 0,034±0,031 |

Показатели антиоксидантной активности индивидуальных антиоксидантов

Порядок увеличения антиоксидантной активности исследуемых веществ, измеренной двумя разными методами, совпадает. Взаимная проверка результатов одного метода результатами другого повышает степень достоверности оценки биологической активности антиоксидантов. Зачастую сравнивать результаты, полученные разными методами, не представляется возможным, поскольку сами методы основаны на различных принципах измерения, модельных системах, имеют разную размерность показателя антиоксидантной активности [6, 7], поэтому нами для установления наличия или отсутствия тождественности между двумя наборами согласованных данных (значениями оптической плотности), полученных разными методами (FRAP и DPPH), было проведено парное сравнение. Для этого использовали следующие тесты: t-тест, тест знаков, ранговый тест знаков и Хи-квадрат тест (о

равенстве дисперсий), результаты которых (на уровне значимости не менее 95 %) не установили значимых различий между значениями переменных, полученными методами FRAP и DPPH, что свидетельствует о наличии линейной количественной связи (значимость парного коэффициента корреляции ниже, чем 0,05). Степень и структура регрессионной зависимости между изучаемыми переменными представлены на рис. 1.

Корреляция между полученной моделью и переменной составляет 0,99, что почти совпадает с коэффициентом корреляции между переменными (0,95). При этом нелинейная регрессионная зависимость аккумулируют 98 % изменчивости переменных. Стандартная ошибка оценивания мала и составляет 0,287, поэтому модель может быть использована для прогнозирования.

Иногда удобнее иметь для расчетов, может

быть, менее точную, но более простую модель. В данном случае линейная модель несколько уступает предыдущей (рис. 2), однако не намного. Тем не менее она тоже представляет интерес, поскольку может оказаться, что физика процесса линейна.

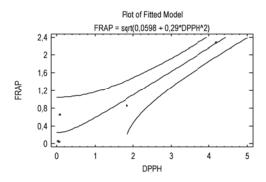


Рис. 1. Нелинейная модель корреляции значений оптической плотности, полученных разными методами

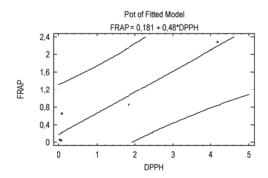


Рис. 2. Линейная модель корреляции значений оптической плотности, полученных разными методами

Построенная линейная модель описывает 91 % изменчивости переменных со значимым коэффициентом корреляции 0,95. Стандартная ошибка оценивания в этом случае больше и составляет 0,311. Следовательно, прогноз будет менее точным. Несмотря на более высокую точность расчетной модели, рассмотренной выше, линейное описание идейно более приемлемо.

Таким образом, достоверно установлено, что из представленных экспериментальных данных по изучению антиоксидантных свойств ряда низкомолекулярных антиоксидантов витамины C, E, A

проявляют существенно большую антиоксидантную активность, чем мелатонин и селексен, независимо от метода измерения. Что априори предполагает их главенствующую роль в формировании суммарной антиоксидантной активности пищевых продуктов, обогащенных указанными антиоксидантами. Среди выбранных нами веществ витамин С обладает наибольшей антиоксидантной способностью, наименьшей - селексен (по методу DPPH) и мелатонин (по методу FRAP). Антиоксидантная активность витамина Е выше, чем у селексена, в 15 раз по методу FRAP и в 54 раза по методу DPPH. При этом важно понимать, что антиоксидантная активность, замеренная in vitro и in vivo, не всегда коррелирует, поскольку in vivo методы не учитывают метаболические трансформации, тканевую локализацию и взаимодействие с ферментами. Поэтому in vitro методы могут быть использованы в качестве предварительных при измерении антиоксидантной активности [13].

В процессах обеспечения технологического контроля качества продуктов питания, содержащих антиоксиданты, необходимо оценивать суммарное содержание аналитов, родственных в структурном или функциональном отношении [6]. В связи с чем на данном этапе исследований была изучена суммарная антиоксидантная активность булочных изделий (дополнительно содержащих селексен и витамин Е), которую находили расчетным (учитывая количественное содержание в продукте антиоксидантов (табл. 2), вносимых с обогащающими добавками, и их ранее установленную оптическую плотность, мы рассчитали теоретическое значение показателя) и экспериментальным (получили фактическое значение показателя) путями, используя только метод DPPH, поскольку метод FRAP хараксветопоглощения неаддитивностью теризуется смесей [1, 2]. Наиболее вероятная причина неаддитивности – разная чувствительность определения индивидуальных антиоксидантов, зависящая от стехиометрии и скорости соответствующих реакций. Известно, что разная чувствительность определения компонентов какой-либо смеси приводит к систематическим погрешностям при оценке их суммарного содержания в пересчете на стандартное вещество [1].

Таблица 2

Нутриентный состав булочных изделий

| | Фактическое содержание*, мг/100 г | | | | |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------|------------------------------|--|--|
| Нутриент | булка «Городская» | булка «Городская | булка «Городская с селеном», | | |
| | органия по органия | с селеном» | обогащенная витаминами | | |
| Селен | 0,0007±0,0001 | 0,021±0,003 | $0,021\pm0,001$ | | |
| Витамин Е | 1,58±0,02 | 1,60±0,01 | 3,56±0,02 | | |
| Витамин В1 | 0,08±0,002 | 0,08±0,002 | 0,31±0,01 | | |
| Витамин В2 | 0,033±0,002 | 0,035±0,001 | 0,33±0,01 | | |
| Витамин В ₆ | н/об** | н/об** | 0,290±0,001 | | |
| Витамин В3 | 0,52±0,02 | 0,53±0,01 | 1,32±0,01 | | |
| Витамин В _с | н/об** | н/об** | $0,068\pm0,002$ | | |
| Витамин В ₁₂ | н/об** | н/об** | 0,00073±0,00002 | | |
| Витамин РР | 0,92±0,03 | 0,93±0,01 | 4,57±0,01 | | |
| Витамин Н | н/об** | н/об** | 0.011±0.002 | | |

Примечание. * — указаны те нутриенты, которые отдельно для каждого вида булочных изделий вносились с обогащающими добавками; ** — не обнаружено.

Результаты исследований суммарной антиоксидантной активности свежеиспеченных обогащенных булочных изделий в сравнительном аспекте с их прототипом представлены в табл. 3. Ввиду низкой концентрации антиоксидантов в обогащенной хлебной продукции (по сравнению с химически чистыми аналитами), масса навески булок была увеличена и концентрация ее в 1 мл метанола составила 10,0 мг. Определить теоретическое значение суммарной антиоксидантной активности булки «Городская» не представлялось возможным, поскольку не известна природа и антиоксидантные свойства соединения селена, входящего в состав булки.

 Таблица 3

 Показатели суммарной антиоксидантной активности булочных изделий по методу DPPH

| Наименование продукции | Масса в 1 мл метанола | Оптическая плотность | |
|---|--------------------------|----------------------|-------------------|
| | | теоретическое | фактическое |
| | | значение | значение |
| Булка «Городская» | | - | $0,0028\pm0,0009$ |
| Булка «Городская с селеном» | 10,0 мг | 0,0030 | 0,0031±0,0007 |
| Булка «Городская с селеном», обогащенная витаминами | | 0,0065 | 0,0066±0,0015 |

По результатам исследований суммарной антиоксидантной активности обогащенных булочных изделий, произведенных на основе булки «Городская», теоретически и экспериментально установлено, что антиоксидантная емкость обогащенных продуктов практически полностью обусловлена наличием в их составе витамина Е (внесенного с витаминным премиксом 986), имеющего сравнительно высокие скорости восстановления окислительных (Fe³⁺) и радикальных частиц (DPPH). Так, оптическая плотность продукции, обогащенной только селеном, лишь на 10,7 % выше аналогичного показателя объекта обогащения, при этом содержание микроэлемента в булке «Городская с селеном» выше, чем в булке «Городская», в 30 раз, а содержание витамина Е находится на одном уровне. Витаминизированный селенсодержащий

аналог булки «Городская», несмотря на аналогичное содержание селена (как и в булке «Городская с селеном»), имеет в 2,3 раза большую оптическую плотность по сравнению с необогащенными образцами на фоне более высокого содержания витамина Е (выше в 2,2 раза).

Таким образом, при разработке хлебобулочных изделий антиоксидантного действия путем обогащения продукции селеном, входящим в состав пищевой добавки «Селексен», эффективным действием является дополнительное внесение витаминов антиоксидантов, в том числе витамина Е, для повышения суммарной антиоксидантной емкости функциональных хлебопродуктов, предназначенных для снижения окислительного стресса в организме человека.

Список литературы

- 1. Вершинин, В.И. Выявление отклонений от аддитивности в спектрофотометрическом анализе неразделенных смесей / В.И. Вершинин, И.В. Власова, Т.Г. Цюпко // Методы и объекты химического анализа. -2010. Т. 5. № 4. С. 226–233.
- 2. Власова, И.В. Методология спектрофотометрического анализа смесей органических соединений. Проблема неаддитивности светопоглощения / И.В. Власова, В.И. Вершинин, Т.Г. Цюпко // Аналитическая химия. 2011. Т. 66, № 1. С. 25–33.
- 3. Воскресенский, О.Н. Биоантиоксиданты облигатные факторы питания / О.Н. Воскресенский, В.Н. Бобырев // Вопросы медицинской химии. 1992. Т. 38. № 4. С. 21–26.
- 4. Конев, С.В. Структурное состояние белков и биологических мембран как регулятор свободнорадикальных реакций / С.В. Конев, Г.Д. Кисенбаум, И.Д. Волотовский // Биоантиокислители в регуляции метаболизма в норме и патологии. М.: Наука, 1982. С. 37–50.
- 5. Турова, Е.Н. Органические антиоксиданты как объект анализа / Е.Н. Турова, Г.К. Будников, И.Ф. Абдулин // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2001. Т. 167. № 6. С. 3–13.
- 6. Определение суммарного содержания антиоксидантов методом FRAP / Т.Г. Цюпко, И.С. Петракова, Н.С. Бриленок и др. // Аналитика и контроль. -2011. -T. 15. -№ 3. -C. 287–298.
- 7. Яшин, Я.И. Проблема определения содержания антиоксидантов / Я.И. Яшин, А.Я. Яшин // Метрология. -2009. -№ 8 (69). C. 50–53.
- 8. Brady, P.S. Effects of riboflavin deficiency on growth and glutathione peroxidase system enzymes on the baby pig / P.S. Brady // J. Nutr. 1979. Vol. 109. P. 1615–1617.
- 9. Combs, G.F. Influence of vitamin A and other reducing compounds on the selenium-vitamin E nutrition of the chicken / G.F. Combs // Proc. Distillers Feed Res. Conf. 1976. Vol. 31. P. 40–43.
- 10. Cupp, M.S. Studies of the nutritional-biochemical interaction of selenium and ascorbic acid in the chick / M.S. Cupp // Ph. D. Ttesis, Cornell Univ. Ithaca, 1984. P. 554–558.
- 11. Mc Carty, M.F. «Nutritional insurance» Supplementation and corticosterol toxicity // Med. Hypothesis. 1982. Vol. 9. P. 145–156.
- 12. Müller, L. Comparative antioxidant activities of carotenoids measured by ferric reducing antioxidant power (FRAP), ABTS bleaching assay (aTEAC), DPPH assay and peroxyl radical scavenging assay / L. Müller, K. Fröhlich, V. Böhm // Food Chemistry. 2011. Vol. 129. P. 139–148.

13. Niki, E. Assessment of Antioxidant Capacity in vitro and in vivo / E. Niki // Free Radicals in Biology and Medicine, Oxford University Press. – 2010. – Vol. 49. – P. 503–515.

14. Scientific concepts of functional foods in Europe consensus document / A.T. Diplock et al. // British Journal of Nutrition. – 1999. – Vol. 81. – Supp. 1. – 27 p.

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SELENIUM-CONTAINING BAKERY PRODUCTS

N.L. Naumova

South Ural State University (Research University), Institute of Economy, Trade, Technology, 76, Lenin prospekt, Chelyabinsk, 454080, Russia

e-mail: fpt_09@mail.ru

Received: 24.04.2015 Accepted: 07.05.2015

In the process of technological quality control of foods containing antioxidants, it is necessary to estimate the total content of structurally or functionally related analytes. The article presents the results of spectrophotometric investigations (done using FRAP (ferric-reducing antioxidant power) and DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) methods) to study the antioxidant activity of individual antioxidants («SELEX» food additive, vitamins E, A, C, and melatonin) and several species of selenium-containing bakery products («Gorodskaya» wheat flour bread and enriched counterparts – «Gorodskaya with selenium» bread, «Gorodskaya with selenium» bread enriched with vitamins) as well as a mathematical processing of the experimental results. It is well established that vitamin C, vitamin E, A exhibit significantly greater antioxidant activity than melatonin and «SELEX» do, regardless of the method of measurement. Vitamin C has the highest antioxidant capacity, «SELEX» (using DPPH method) and melatonin (using FRAP method) have the lowest antioxidant capacity. The antioxidant activity of vitamin E is 15 times higher than that of «SELEX» according to the FRAP method and 54 times higher according to the DPPH method. Theoretically and experimentally, it has been found that the antioxidant capacity of fortified foods is almost entirely due to the presence of vitamin E in them, and the presence of «SELEX» makes little contribution to the antioxidant properties of bakery products. Thus, the optical density of foods fortified with selenium alone is 10.7 % higher than that in the object of enrichment –«Gorodskaya» bread. A vitamin enriched, selenium-containing analogue of «Gorodskaya» bread has an optical density of 2.3 times higher than that of the prototype and 2.1 times higher than that of the product enriched only with a mineral component.

Bakery products, fortified foods, selenium, vitamins, antioxidants, antioxidant activity, antioxidant capacity.

References

- 1. Vershinin V.I., Vlasov I.V., Tsyupko T.G. Vyiavlenie otklonenii ot additivnosti v spektrofotometricheskom analize nerazdelennykh smesei [Detection of deviations from additivity in the spectrophotometric analysis of unseparated mixtures]. *Metody i ob"ekty khimicheskogo analiza* [Methods and objects of chemical analysis]. 2010, vol. 5, no. 4, pp. 226–233.
- 2. Vlasov I.V., Vershinin V.I., Tsyupko T.G. Metodologiia spektrofotometricheskogo analiza smesei organicheskikh soedinenii. Problema neadditivnosti svetopogloshcheniia [Methodology for spectrophotometric analysis of a mixture of organic compounds. The problem of non-additivity of light absorption]. *Analiticheskaia khimiia* [Analytical chemistry]. 2011, vol. 66, no. 1, pp. 25–33.
- 3. Voskresenskiy O.N., Bobyrev V.N. Bioantioksidanty obligatnye faktory pitaniia [Bioantioxidants obligate nutritional factors]. *Voprosy meditsinskoi khimii* [Problems of Medical Chemistry]. 1992, vol. 38, no. 4, pp. 21–26.
- 4. Konev S.V., Nisenbaum G.D., Volotovskiy I.D. The structural state of proteins and biological membranes as a regulator of free radical reactions. *Bioantiokisliteli in the regulation of metabolism in health and disease*. Moscow, Nauka Publ., 1982, pp. 37–50.
- 5. Turov E.N., Budnikov G.K., Abdulin I.F. Organicheskie antioksidanty kak ob"ekt analiza [Organic antioxidants as an object of analysis]. *Zavodskaia laboratoriia. Diagnostika materialov* [Factory Laboratory. Diagnostics of materials]. 2001, vol. 167, no. 6, pp. 3–13.
- 6. Tsyupko T.G., Petrakov I.S., Brilenok N.S., et al. Opredelenie summarnogo soderzhaniia antioksidantov metodom FRAP [Determination of the total content of antioxidants by FRAP]. *Analitika i kontrol'* [Analytics and control]. 2011, vol. 15, no. 3, pp. 287–298.
- 7. Yashin Y.I., Yashin A.Y. Problema opredeleniia soderzhaniia antioksidantov [The problem of determining the content of antioxidants]. *Metrologiia* [Metrology]. 2009, no. 8 (69), pp. 50–53.
- 8. Brady P.S. Effects of riboflavin deficiency on growth and glutathione peroxidase system enzymes on the baby pig. *J. Nutr.*, 1979, vol. 109, pp. 1615–1617.
- 9. Combs G.F. Influence of vitamin A and other reducing compounds on the selenium-vitamin E nutrition of the chicken. *Proc. Distillers Feed Res. Conf.*, 1976, vol. 31, pp. 40–43.
- 10. Cupp M.S. Studies of the nutritional-biochemical interaction of selenium and ascorbic acid in the chick. *Ph. D. Ttesis, Cornell Univ.* Ithaca, 1984, pp. 554–558.
 - 11. Mc Carty M.F. «Nutritional insurance» Supplementation and corticosterol toxicity. Med. Hypothesis, 1982, vol. 9, pp. 145–156.
- 12. Müller L., Fröhlich K., Böhm V. Comparative antioxidant activities of carotenoids measured by ferric reducing antioxidant power (FRAP), ABTS bleaching assay (aTEAC), DPPH assay and peroxyl radical scavenging assay. *Food Chemistry*, 2011, vol. 129, pp. 139–148.
- 13. Niki E. Assessment of Antioxidant Capacity in vitro and in vivo. *Free Radicals in Biology and Medicine*, Oxford University Press, 2010, vol. 49, pp. 503 515.
- 14. Diplock A.T. et al. Scientific concepts of functional foods in Europe consensus document. *British Journal of Nutrition*, 1999, vol. 81, supp. 1, 27 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Наумова, Н.Л. Антиоксидантная активность селенсодержащих булочных изделий / Н.Л. Наумова // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 37. – № 2. – С. 29–34.

Naumova N.L. Antioxidant activity of selenium-containing bakery products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 29–34. (In Russ.)

Наумова Наталья Леонидовна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии и организации питания Института экономики, торговли и технологий, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет), 454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, тел./факс: +7 (351) 267-97-33, e-mail: fpt 09@mail.ru

Natalya L. Naumova

Cand. Tech. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology and Nutrition, South Ural State University (Research University), Institute of Economics, Trade and Technologies, 76, Lenin prospekt, Chelyabinsk, 454080, Russia, phone/fax: +7 (351) 267-97-33, e-mail: fpt_09@mail.ru



УДК 663.422: 633.12

ТОМЛЕНЫЙ СОЛОД ИЗ ГРЕЧИХИ: СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА

Т.В. Танашкина^{1,*}, А.А. Семенюта¹, М.Д. Боярова¹, А.Г. Клыков²

¹ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

²ФГБНУ «Приморский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», 692539, Россия, г. Уссурийск, п. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30

 *e -mail: tatiana.vl.tan@gmail.com

Дата поступления в редакцию: 02.02.2015 Дата принятия в печать: 26.02.2015

Гречиха является перспективным сырьем для получения солода. Разными авторами было показано, что он может использоваться в производстве безглютенового пива верхового и низового брожения, безалкогольного пива, кваса, полисолодовых экстрактов, хлебопекарного улучшителя и других продуктов питания. Однако все исследователи отмечают недостаточную растворенность гречишного солода, что затрудняет его переработку и влечет дополнительные расходы. Томление способствует улучшению качественных показателей солода из злаковых культур, однако в технологии гречишного солода ранее не применялось. В данном исследовании, используя три режима солодоращения, получали томленый солод из гречихи двух сортов – «Изумруд» и «При 7», и оценивали его качество по ряду показателей: влажность, экстрактивность, амилолитическая активность, число Кольбаха, содержание аминного азота, вязкость и кислотность. Режимы отличались друг от друга продолжительностью проращивания, а также продолжительностью и температурой томления. Первый способ – проращивание в течение 2,5 суток и томление при 40 °C 0,5 суток; второй – 3 суток проращивания и одни сутки томления при той же температуре; третий – продолжительность солодоращения та же, что и во втором, но температура томления 45 °C. Результаты показали, что томление не снижает амилолитическую активность солода и приводит к существенному увеличению экстрактивности, возрастанию содержания аминного азота в сусле, достижению оптимального значения числа Кольбаха и снижению вязкости сусла (исключение - образец 3 сорта «Изумруд»). Наиболее качественный солод был получен при использовании третьего режима, при котором зерно проращивалось трое суток, а затем в течение суток подвергалось томлению при температуре 45 °C. Сортовые различия наблюдались только по экстрактивности солода, она была выше у сорта «При 7», остальные показатели существенно не отличались. Томленый солод можно рекомендовать для производства напитков брожения и продуктов питания массового и специализированного назначения.

Гречишный солод, томление, качество солода, сорта гречихи.

Введение

Гречиха — ценная зерновая культура, которая традиционно используется для получения крупы и муки. Зерно гречихи отличает высокое содержание белка, незаменимых аминокислот. В нем много биофлавоноидов, в том числе рутина, витаминов

группы В, макро- и микроэлементов, таких как фосфор, железо, медь и др. Особенностью белкового состава является почти полное отсутствие глютена, токсичного для людей, страдающих целиакией [1, 2]. Все эти несомненные преимущества гречихи по сравнению с зерном других зерновых

культур позволяют использовать ее не только для производства продуктов массового, но и специализированного назначения.

Гречиха является также одним из перспективных источников сырья в производстве солода. Ценность солода состоит в более высоком по сравнению с зерном, содержании белков, свободных аминокислот, ферментов, витаминов, которые накапливаются в процессе солодоращения [3, 4]. В последние годы солод активно применяется не только для изготовления напитков брожения, но и других продуктов питания, главным образом хлебобулочных изделий.

Исследования по разработке технологии гречишного солода начались менее 10 лет назад. Первыми были ирландские исследователи из нациоуниверситета Ирландии нального (National University of Ireland) под руководством доктора Е. Арендт (Elke Arendt) [5-9], затем появились работы российских авторов [10-13]. В них исследовались различные технологии солодоращения и сушки гречишного солода, в которых варьировали значения таких параметров, как способы, температура, продолжительность замачивания и проращивания, режимы и температура сушки, а также зависимость качества солода от сортовых особенностей гречихи. В результате были предложены способы получения светлого гречишного солода [14] и проанализированы возможности его использования при изготовлении безглютенового пива верхового [9] и низового [12] брожения, безалкогольного пива [15], кваса [16], полисолодовых экстрактов [13], хлебопекарного улучшителя [17] и др. Оценка качества полученных солодов выявила его недорастворенность по сравнению с традиционными солодами из злаковых культур, что проявилось в его низкой экстрактивности, недостаточном содержании аминного азота, низком значении числа Кольбаха, повышенной вязкости. Кроме того, оказалось, что гречишный солод не осахаривает затор. Все это требует при работе с ним применение на стадии затирания либо ферментных препаратов гидролитического (амилолитического, протеолитического и цитолитического) действия, либо солодов из злаковых культур.

Для решения проблемы недорастворенности гречишного солода, возможно, следует использовать технологические приемы, которые позволят повысить растворимость солода и тем самым улучшить его качество. Одним из таких приемов является томление. Так, при томлении ржаного солода температура в слое зерна постепенно увеличивается с 40-45 °C (в начале томления) до 60-63 °C (в конце томления). В результате создаются благоприятные условия для активного действия амилолитических и протеолитических ферментов солода, образовавшихся в процессе солодоращения. В нем накапливаются свободные аминокислоты и сахара, при взаимодействии которых образуются ароматические и красящие вещества. Кроме того, активизируются цитолитические и другие ферменты солода. Таким образом, процесс томления характеризуется интенсивным ферментативным гидролизом

углеводов, белков и других веществ ржаного солода. В конце томления значительно возрастает содержание сбраживаемых сахаров и аминного азота, а молекулярная масса гемицеллюлоз и гуммивеществ, придающих вязкость, уменьшается. Одновременно возрастают кислотность и цветность солода. Томленый солод получают и из ячменя, его используют при приготовлении темного, диетического и безалкогольного пива [3]. Информации о томленом солоде из гречихи и методах его получения в литературе не найдено.

Целью работы является разработка способов получения томленого солода из гречихи и оценка его качества.

Объект и методы исследования

В работе использовали зерно гречихи сортов «Изумруд» и «При 7», селекционированных и выращенных Приморским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства (г. Уссурийск, Приморский край) урожая 2010 г. Перед началом эксперимента в зерне определяли содержание влаги, белка [18] и крахмала [19]. Солод получали по технологии воздушно-водяного замачивания (степень замачивания — 48 %), варьируя при солодоращении продолжительность проращивания и продолжительность и температуру томления. Для сушки использовали двухступенчатый режим при температуре 50 и 60 °C [11].

Качество солода после одного месяца отлежки исследовали по физико-химическим показателям: влажность (W), экстрактивность [18], амилолитическая активность (AC) [20], содержание аминного азота [21], число Кольбаха (ЧК) [18], вязкость [20], титруемая кислотность [18]. Обработку и статистический анализ результатов осуществляли с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследовали физико-химические показатели зерна, которое использовали для получения солода: влажность, содержание белка и крахмала. Результаты представлены в табл. 1. Они показали, что содержание белка было высоким в обоих сортах, крахмала — средним, при этом зерно сорта «При 7» характеризовалось более высокими значениями этих показателей, что, вероятно, связано с его более низкой влажностью. Следует отметить, что именно из зерна, богатого белком, получают томленый солод, поэтому выбор сортов гречихи с содержанием белка выше нормируемых для пивоваренного ячменя значений оправдан.

Таблица 1

Физико-химические показатели зерна гречихи сортов «Изумруд» и «При 7»

| Сорт гречихи | Вода,% | Белок,% | Крахмал, % |
|-----------------|----------|----------|------------|
| «Изумруд» | 10,5±0,1 | 13,1±0,2 | 54,6±0,3 |
| «При 7» | 9,8±0,1 | 13,5±0,1 | 57,7±0,4 |

Из зерна обоих сортов получали солод. В качестве контроля служил образец светлого гречишного солода. Томленый солод готовили, изменяя продолжительность проращивания, а также продолжительность и температуру томления. Температура проращивания во всех вариантах опыта была одинаковой и составляла 15 °C. Всего было испытано три режима экспериментального солодоращения (табл. 2).

 Таблица 2

 Режимы солодоращения томленого гречишного солода

| Режим (образец) | Продолжи- тельность проращива- ния, сут. | Продолжи- тельность томления, сут. | Температура томления, °C |
|--------------------|---|---|--------------------------|
| Контроль | 3 | _ | _ |
| 1 | 2,5 | 0,5 | 40 |
| 2 | 3 | 1 | 40 |
| 3 | 3 | 1 | 45 |

Продолжительность солодоращения первого образца составляла, как и контрольного, 3 суток, в последние 12 ч которых солод подвергался томлению при 40 °C. Второй и третий образцы проращивали на 12 ч дольше и томили при 40 и 45 °C соответственно, при этом процесс томления длился 24 ч. Во всех вариантах опыта контролировали содержание влаги и уровень амилолитической активности солода до (по окончании проращивания) и после процедуры томления (перед сушкой) (рис. 1). Свежепроросший солод сушили, а затем подвергали отлежке в течение одного месяца. Готовый солод анализировали по основным показателям качества. Результаты представлены на рис. 2 и 3.

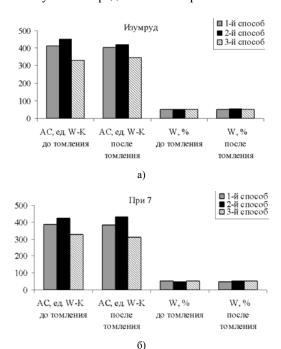


Рис. 1. Влажность и амилолитическая активность гречишного солода до и после процедуры томления: а – солод из зерна сорта «Изумруд»; б – солод из зерна сорта «При 7»

Сразу после проращивания влажность всех образцов была более 50 %. Ранее исследовали зависимость уровня амилолитической активности свежепроросшего гречишного солода от влажности проращиваемого зерна и установили, что высокие значения АС могут быть достигнуты только при влажности зерна свыше 50 %. Таким образом, содержание влаги во всех образцах свежепроросшего солода было оптимальным для максимального накопления амилолитических ферментов, что и подтверждают данные по АС (см. рис. 1). После процедуры томления влажность и амилолитическая активность образцов практически не изменялись. Это свидетельствует о том, что процедура томления при температуре 40 и 45 °C не оказывает угнетающего действия на активность ферментов.

Влажность готового томленого солода была высокой во всех образцах (см. рис. 2 а и 3 а), что является характерным для гречишного солода [5, 6, 12]. Толстая гигроскопическая плодовая оболочка, которая к тому же неплотно примыкает к зерну, способствует связыванию влаги как ею самой, так и запасными веществами эндосперма. В результате свежевысушенный солод с влажностью 4–4,5 % через один месяц отлежки набирает влаги до уровня 7–9 %, а иногда и выше. Это характерно не только для светлого гречишного солода, но, как показали наши исследования, и для томленого. Поэтому высокую влажность гречишного солода, повидимому, следует считать нормой.

Экстрактивность (массовая доля экстракта в сухом веществе солода) представляет собой сумму экстрактивных веществ солода, которые при затирании стандартным способом переходят в раствор. Выход экстракта является одной из главных не только технохимических, но и экономических характеристик качества солода. Этот показатель, согласно ГОСТ 29294-92 [18], в зависимости от класса ячменного солода должен быть не менее 76-79 %. Как видно из представленных данных экстрактивность контрольного и опытных образцов томленого солода была значительно ниже нормируемых значений. Низкую экстрактивность гречишного солода отмечали и другие авторы [6-8, 13]. Во-первых, это, по-видимому, связано с повышенным содержанием в нем влаги. Во-вторых, было показано, что томленый солод характеризуется меньшим на 1-1,5 % выходом экстракта, чем темный солод из того же ячменя [3]. Кроме того, ранее нами было установлено, что экстрактивность светлого гречишного солода значительно выше при использовании для его определения метода ГОСТ Р 52061-2003 (п. 6.8.4) [22], который предусматривает горячее экстрагирование с добавлением ячменного солода [12]. Было предложено для оценки данного показателя у гречишного солода использовать именно этот метод, который позволяет определить его потенциальную экстрактивность (данные в печати). К сожалению, в этой работе он применен не был, поэтому здесь представлены только значения, полученные стандартным для ячменного солода способом. Максимальной экстрактивностью характеризовались образцы томленого солода, полученного 3-м способом. При этом значительно больший выход экстракта показал солод из зерна «При 7» – 44,9 %, против 32,9 % сорта «Изумруд» (рис. 2а и 3а). Следовательно, для получения солода с высокой экстрактивностью следует применять режим 3, также предпочтительней использовать зерно сорта «При 7».

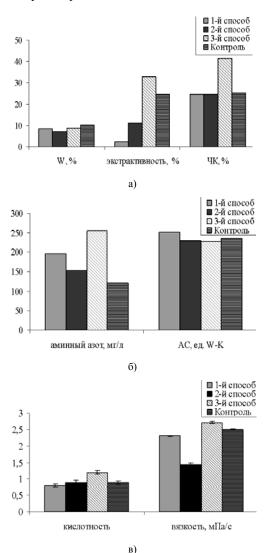


Рис. 2. Физико-химические показатели качества готового томленого солода из зерна сорта «Изумруд», приготовленного при разных режимах солодоращения: а – влажность, экстрактивность, число Кольбаха; б – аминный азот, амилолитическая активность; в – кислотность, вязкость

Активность амилолитических ферментов была значительно ниже, чем у свежепроросшего солода, но ее уровень соответствовал рекомендуемым значениям для ячменного солода и у опытных образцов мало отличался от контрольного (см. рис. 2б и 3б). Незначительное превышение относительно других образцов было характерно для солода, полученного по первому способу. Сортовых различий не наблюдалось. Следовательно, процедура томления не сказалась отрицательно на амилолитической активности готового гречишного солода, а падение уровня активности ферментов связано главным образом с сушкой солода. Этот вывод

находится в противоречии с мнением исследователей о том, что при томлении активность ферментов снижается [3]. На наш взгляд, сохранение АС на уровне контрольных значений можно объяснить относительно низкой температурой томления в наших экспериментах -40 и 45 °C, в то время как обычно используют более высокие -45–60 °C.

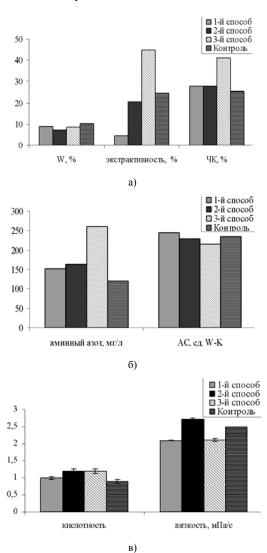


Рис. 3. Физико-химические показатели качества готового томленого солода из зерна сорта «При 7», приготовленного при разных режимах солодоращения: а – влажность, экстрактивность, число Кольбаха; б – аминный азот, амилолитическая активность; в – кислотность, вязкость

Число Кольбаха, характеризующее степень растворения белка, представляет собой отношение содержания растворимого азота К выраженное в процентах. Этот показатель отражает эффективность протеолиза, протекающего в процессе солодоращения и приготовления сусла. Лучшим уровнем ЧК для ячменного солода считается выше 41 %, неудовлетворительным – ниже 35 %. Согласно литературным данным значения числа Кольбаха гречишного солода, представленные в работах других авторов, были значительно меньше - 23-24 % [6] и 31,75 [8]. В нашем эксперименте ЧК контрольного образца было 25 %, среди опытных - наивысшее значение было в томленом солоде, приготовленном по третьему способу как у сорта «Изумруд», так и «При 7»: 41,5 и 41,2 % соответственно (см. рис. 2а и 3а). Таким образом, результаты показали преимущество 3-го способа приготовления томленого солода по сравнению с другими и контролем относительно уровня числа Кольбаха.

Содержание аминного азота в сусле — важнейший показатель качества солода, представляет собой азот аминокислот и низкомолекулярных пептидов и является основным источником азотистого питания дрожжей. Его количество зависит от концентрации белка в зерне, а также от технологии получения солода [3, 4, 23]. Считается, что обычно уровень аминного азота в лабораторном ячменном сусле составляет 110–180 мг/дм³ [3, 2], в то время как в сусле из гречишного солода — 100—110 мг/дм³ [6–8]. Активные протеолитические процессы при солодоращении приводят к накоплению в солоде свободных аминокислот, а применение процедуры томления должно, по-видимому, сопровождаться увеличением их содержания.

Результаты наших исследований подтвердили это предположение. Если в контрольном образце солода было 121 мг/дм³ аминного азота, то в опытных образцах его содержание повышалось с увеличением температуры и продолжительности томления, достигая максимальных значений в третьем образце томленого солода — 255 и 260 мг/дм³ у сорта «Изумруд» и «При 7» соответственно (см. рис. 26 и 36). Следует отметить, что, с одной стороны, такие высокие значения указывают на нежелательную перерастворенность белка солода, которая влечет за собой снижение пеностойкости при производстве пива и требует сокращения продолжительности белковой паузы при затирании.

С другой стороны, если речь идет об использовании солода для изготовления продуктов питания, то является положительным свойством, поскольку повышает биодоступность аминокислот гречихи, среди которых много незаменимых. Таким образом, использование третьего режима томления приводит к максимальному по сравнению с другими накоплению в гречишном солоде аминного азота.

Показатель вязкости сусла свидетельствует о степени цитолитического растворения солода. По сравнению с ячменным вязкость сусла из гречишного солода велика и по данным разных авторов колеблется от 1,9 до 2,5 мПа·с [6–8]. Вероятнее всего, это связано с высоким содержанием в зерне гречихи гемицеллюлоз и гумми-веществ. Считается, что повышенная вязкость – результат недорастворенности солода. Она вызывает не только проблемы при фильтрации, но и снижает экстрагируемость компонентов солода, тем самым уменьшает

выход сусла в варочном отделении [3]. Результаты показали, что наибольшей вязкостью характеризовались образцы томленого солода из третьего варианта опыта, особенно солода из сорта «Изумруд» (см. рис. 2в и 3в). Эти данные не соответствуют общей тенденции формирования качества гречишного солода при томлении. Так, при значении вязкости в контрольном образце 2,5 мПа·с, наблюдалось ее вполне ожидаемое снижение в первом и особенно втором образцах, но затем резкий рост - в третьем. Хотя, как нам представлялось, следовало ожидать, что образцы, которые характеризовались наибольшей растворимостью солода по показателям экстрактивности, числа Кольбаха, содержания аминного азота, будут иметь и минимальную вязкость. Причины этого явления, к сожалению, пока нами не установлены. При использовании такого солода (с высоким значением вязкости) для производства напитков брожения в случае необходимости фильтрации следует предусмотреть внесение при затирании ферментов цитолитического действия. Однако при применении такого солода для производства продуктов питания, например хлебобулочных изделий, в этом нет необходимости.

Кислотность опытных образцов солода, полученных по первому и второму режиму солодоращения, была близка к контролю -0.8-1 и 0.9 (см. рис. 2в и 3в). В третьем образце, который готовили, используя более высокую температуру томления по сравнению с двумя другими, она была выше -1.2. Возрастание кислотности солода в процессе томления является его характерным признаком.

Таким образом, результаты физико-химического исследования контрольного и опытных образцов солода свидетельствуют, что наиболее качественный томленый солод был получен при использовании режима 3, при котором проращивание осуществлялось при температуре 15 °C трое суток, томление – при температуре 45 °C в течение одних суток. Данный режим позволил получить томленый гречишный солод, характеризующийся более высокими значениями экстрактивности, аминного азота и числа Кольбаха по сравнению с контрольным образцом и солодами, приготовленными при других режимах томления. Это свидетельствует о более высоком качестве солода за счет повышения его растворимости в процессе томления. Такой солод можно рекомендовать не только для производства напитков брожения (слабоалкогольных, солодовых, кваса), но и продуктов питания массового и специализированного назначения. Существенных сортовых различий по качеству томленого солода не выявлено, за исключением более высокой экстрактивности солода из сорта «При 7».

Список литературы

- 1. Gallagher, E. Gluten-free food science and technology / E. Gallagher. Singapore: Blackwell publishing Ltd, 2009. 256 p.
- 2. Kreft, I. Organically grown buckwheat as a healthy food and a source of natural antioxidants / I. Kreft, M. Germ // Agronomski glasnik. 2008. P. 397–406.
- 3. Нарцисс, Л. Технология солодоращения / Л. Нарцисс; пер. с нем.; под общ. ред. Г.А. Ермолаевой и Е.Ф. Шапенко. СПб.: Профессия, 2007. 584 с.

- 4. Меледина, Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т.В. Меледина. СПб.: Профессия, 2003. 304 c.
- 5. Wingaard, H.H. The effect of germination temperature on the malt quality of buckwheat / H.H. Wingaard, H.M. Ulmer, E.K. Arendt // J. Am. Soc. Brew. Chem. – 2005. – Vol. 63. – P. 31–36.
- 6. Wijngaard, H.H. The effect of steeping time on the final malt quality of buckwheat / H.H. Wijngaard, H.M. Ulmer, M. Neumann, E.K. Arendt // J. Inst. Brew. – 2005. – Vol. 111. – P. 275–281.
- 7. Phiarais B.P.N. The impact of kilning on enzymatic activity of buckwheat malt / B.P.N. Phiarais, H.H. Wijngaard, E.K. Arendt // J. Inst. Brew. – 2005. – Vol. 111. – P. 290–298.
- 8. Wijngaard, H.H. Optimisation of a mashing program for 100 % malted buckwheat / H.H. Wijngaard, E.K. Arendt // J. Inst. Brew. – 2006. – Vol. 112. – P. 57–65.
- 9. Phiarais, B.P. Nic. Processing of a Top Fermented Beer Brewed from 100 % Buckwheat Malt with Sensory and Analytical Characterisation / B.P. Nic Phiarais, A. Mauch, B.D. Shcehl et al. // J. Inst. Brew. – 2010. – Vol. 116 (3). – P. 265–274. 10. Особенности технологии свежепроросшего гречишного солода / А.С. Троценко, Т.В. Танашкина, В.П. Корчагин
- и др. // Хранение и переработка сельхоз сырья. 2012. № 4. С. 10–13.
- 11. Влияние режимов сушки на амилолитическую активность гречишного солода / А.С. Троценко, Т.В. Танашкина, В.П. Корчагин и др. // Хранение и переработка сельхоз сырья. – 2012. – № 5. – С. 34–37.
- 12. Троценко, А.С. Обоснование и разработка технологии гречишного солода: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Краснодар, 2013. – 24 с.
- 13. Коротких, Е.А. Получение гречишного солода для производства солодовых экстрактов / Е.А. Коротких, С.В. Востриков // Пиво и напитки. – 2010. – № 6. – С. 36–37.
- 14. Способ получения гречишного светлого солода: патент на изобретение № 2510607 / Т.В. Танашкина, А.С. Троценко, В.П. Корчагин, А.А. Семенюта, Ю.В. Приходько. – 31 января 2014.
- 15. Петрова, Н.А. Способ приготовления безалкогольного гречишного пива / Н.А. Петрова, В.Г. Оганнисян, О.Б. Иванченко // Пиво и напитки. – 2011. – № 5. – С. 12–14.
- 16. Безглютеновый квас / Е.А. Коротких, И.В. Новикова, Г.В. Агафонов, В.В. Хрипушин // Пиво и напитки. 2013. № 5. – C. 46–50.
- 17. Обоснование использования гречневого солода при разработке композиции хлебопекарного улучшителя / Л.О. Коршенко, О.Г. Чижикова, Т.В. Танашкина и др. // Техника и технология пищевых производств. − 2014. − № 1. − С. 49–52.
- 18. ГОСТ 29294-92. Солод пивоваренный ячменный. Технические условия. Введ. 1993-06-01. М.: Изд-во стандар-
 - 19. ГОСТ 10845-76. Зерно. Методы определения крахмала. Введ. 1977-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1989. 10 с.
- 20. Ермолаева, Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия / Г.А. Ермолаева. СПб.: Профессия, 2004. – 536 с.
 - 21. European Brewery Convention, Analytica-EBC. Fachverlag Hans Carl: Nurnberg, 1998.
- 22. ГОСТ Р 52061-2003. Солод ржаной сухой. Технические условия. Введ. 2004-07-01. М: Изд-во стандартов,
- 23. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце; 3-е изд., перераб. и доп.; пер. с нем. 9-го изд. СПб.: Профессия, 2009. – 1064 c.

SCALDED BUCKWHEAT MALT: PRODUCTION TECHNIQUE AND QUALITY EVALUATION

T.V. Tanashkina^{1,*}, A.A. Semenyuta¹, M.D. Boyarova¹, A.G. Klykov²

¹Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova str., Vladivostok, 690950, Russia

²Primorsky Scientific Research Institute of Agriculture, 30, Volozhenina street, stl. Timiryazevsky, Ussuriysk, 692539, Russia.

*e-mail: tatiana.vl.tan@gmail.com

Received: 20.08.2014 Accepted: 24.10.2014

Buckwheat is a promising raw material for malting. Different authors have shown that it can be used for production of gluten-free bottom and top fermentation beer, non-alcoholic beer, kvass, poly-malt extracts, bread improver and others. However, all researchers note buckwheat malt lack of solubility that makes its processing more difficult and entails additional costs. Scalding facilitates the improvement of malt quality from cereal, though it has not been applied to buckwheat malt technology before. In this study, three modes were used to produce scalded malt from two buckwheat varieties (Izumrud and Pri 7). Its quality was evaluated in terms of moisture, extractability, amylolytic activity (diastatic power), Kolbach Index, amino nitrogen content, wort viscosity and acidity. The regimes differed from one another by the duration of germination, duration and temperature of scalding as well. Following the first method germination lasted for 2.5 days, and scalding for half a day at the temperature of 40°C. When using the second method germination lasted for 3 days and scalding for 1 day at the same temperature. The germination period of the third method was the same as for the second one but scalding took place at the temperature of 45°C. The results showed that scalding did not reduce amylolytic malt activity, contributed to a significant increase of extractability and amino nitrogen content in the wort, and the decrease of wort viscosity (except sample 3 of the Izumrud variety), and obtaining the optimum Kolbach Index. The most quality malt was produced using the third method, when grain was germinated during three days and then it was exposed to scalding at the temperature of 45°C for one day. Variety differences were observed in terms of malt extractability. It was higher for the Pri 7 variety. The other characteristics did not differ essentially. Scalded malt can be recommended for production of fermented beverages, mass consumption foods and specialized foodstuffs.

Buckwheat malt, scalding, malt quality, buckwheat variety.

References

- 1. Gallagher E. Gluten-free food science and technology. Singapore, Blackwell publishing Ltd, 2009. 256 p.
- 2. Kreft I., Germ M. Organically grown buckwheat as a healthy food and a source of natural antioxidants. *Agronomski glasnik*, 2008, pp. 397–406.
- 3. Narziss von L. *Die Technologie der Malzbereitung*. 7th ed. Weinheim, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., 1999, 584 p. (Russ. ed.: Narciss L. *Tehnologija solodorashhenija*. St Petersburg, Professija Publ., 2007. 584 p.).
- 4. Meledina T.V. Syr'e i vspomogatel'nye materialy v pivovarenii [Raw and auxiliary materials in brewing]. St. Petersburg, Professija Publ., 2003. 304 p.
- 5. Wingaard H.H., Ulmer H.M., Arendt E.K. The effect of germination temperature on the malt quality of buckwheat. J. Am. Soc. Brew. Chem., 2005, no. 63, pp. 31–36.
- 6. Wijngaard H.H., Ulmer H.M., Neumann M., and Arendt E. K. The effect of steeping time on the final malt quality of buckwheat. *J. Inst. Brew*, 2005, no. 111, pp. 275–281.
- 7. Phiarais B.P., Wijngaard H.H., Arendt E.K. The impact of kilning on enzymatic activity of buckwheat malt. J. Inst. Brew., 2005, no. 111, pp. 290 – 298.
- 8. Wijngaard H.H., Arendt E.K. Optimisation of a mashing program for 100% malted buckwheat. *J. Inst. Brew*, 2006, no. 112, pp. 57-65.
- 9. Phiarais B.P. Nic., Mauch A., Shcehl B.D., Zarnkow M., Gastl M., Herrmann M., Zannini E., Arendt E.K. Processing of a Top Fermented Beer Brewed from 100% Buckwheat Malt with Sensory and Analytical Characterisation. *J. Inst. Brew*, 2010, no. 116 (3), pp. 265–274.
- 10. Trotsenko A.S., Tanashkina T.V., Korchagin V.P., Medvedeva A.A., Klykov A.G. Osobennosti tekhnologii svezheprorosshego grechishnogo soloda [Features of technology fresh-sprout buckwheat malt]. *Khranenie i pererabotka sel'khoz syr'ia* [Storage and processing of farm products], 2012, no. 4, pp. 10–13.
- 11. Trotsenko A.S., Tanashkina T.V., Korchagin V.P., Prihod'ko Yu.V., Klykov A.G. Vliianie rezhimov sushki na amiloliticheskuiu aktivnost' grechishnogo soloda [Effect of drying on the amylolytic activity of buckwheat malt]. *Khranenie i pererabotka sel'khoz syr'ia* [Storage and processing of farm products], 2012, no. 5, pp. 34–37.
- 12. Trotsenko A.S. *Obosnovanie i razrabotka tekhnologii grechishnogo soloda*. Avtoref diss. kand. tekh. nauk [Justification and development of technology of malt buckwheat. Cand. tech. sci. autoabstract diss.]. Krasnodar, 2013. 24 p.
- 13. Korotkih E.A., Vostrikov S.V. Poluchenie grechishnogo soloda dlia proizvodstva solodovykh ekstraktov [Reception of buckwheat malt for manufacture of malt extracts]. *Pivo i napitki* [Beer and beverages], 2010, no. 6, pp. 36–37.
- 14. Tanashkina T.V., Trocenko A.S., Korchagin V.P., Semenjuta A.A., Prihod'ko Ju.V. *Sposob poluchenija grechishnogo svetlogo soloda* [The method for producing of buckwheat amber malt]. Patent RF, no 2510607, 2014.
- 15. Petrova N.A., Ogannisyan V.G., Ivanchenko O.B. Sposob prigotovleniia bezalkogol'nogo grechishnogo piva [Method of preparation of non-alcoholic buckwheat beer]. *Pivo i napitki* [Beer and beverages], 2011, no. 5, pp. 12–14.
- 16. Short E.A., Novikova I.V., Agafonov G.V., Hripushin V.V. Bezgliutenovyi kvas [Gluten-Free Kvass]. *Pivo i napitki* [Beer and beverages], 2013, no. 5, pp. 46–50.
- 17. Korshenko L.O., Chizhikova O.G., Tanashkina T.V., Dotsenko S.M., Abdulaeva N.N., Semenyuta A.A. Obosnovanie ispol'zovaniia grechnevogo soloda pri razrabotke kompozitsii khlebopekarnogo uluchshitelia [Substantiation of using buckwheat malt during baking improver development]. *Tekhnika i tekhnologiia pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2014, no. 1(32), pp. 49–52.
- 18. GOST 29294–92. Solod pivovarennyj jachmennyj. Tehnicheskie uslovija [State Standard 29294–92. Brewing burley malt. Specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 1993. 18 p.
- 19. GOST 10845-76. Zerno i produkty ego pererabotki. Metod opredelenija krahmala [State Standard 10845-76. Cereals and cereal milled products. Methods for determination of starch]. Moscow, Standartinform Publ., 1989. 10 p.
- 20. Ermolaeva G.A. *Spravochnik rabotnika laboratorii pivovarennogo predprijatija* [Hand book of brewery laboratory assistant]. St. Petersburg, Professija Publ., 2004. 536 p.
 - 21. European Brewery Convention, Analytica–EBC. Fachverlag Hans Carl: Nurnberg, 1998.
- 22. GOST R 52061-2003. Solod rzhanoj suhoj. Tehnicheskie uslovija [State Standard 52061-2003. Rye dried malt. Specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2006. 24 p.
- 23. Kunze, W. *Technologie Brauer und Mälzer*. 8th ed. Berlin, VLBVerlag Berlin, 2007. 1011 p. (Russ. ed.: Kunce V. *Tehnologija soloda i piva*. St Petersburg, Professija Publ., 2009. 1064 p.).

Дополнительная информация / Additional Information

Томленый солод из гречихи: способы получения и оценка качества / Т.В. Танашкина, А.А. Семенюта, М.Д. Боярова, А.Г. Клыков // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 37. – № 2. – С. 34–41.

Tanashkina T.V., Semenyuta A.A., Boyarova M.D., Klykov A.G. Scalded buckwheat malt: production technique and quality evaluation. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 34–41. (In Russ.)

Танашкина Татьяна Владимировна

канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры химии и инженерии биологических систем Школы биомедицины, ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел.: +7 (984) 140-58-38, e-mail: tatiana.vl.tan@gmail.com

Семенюта Анна Андреевна

аспирант кафедры химии и инженерии биологических систем Школы биомедицины, ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел.: +7 (914) 074-80-64, e-mail: Nyrochka 1988@mail.ru

Tatiana V. Tanashkina

Cand. Biol. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Chemistry and Biosystems Engineering of School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova str., Vladivostok, 690950, Russia, phone: +7 (984) 140-58-38, e-mail: tatiana.vl.tan@gmail.com

Anna A. Semenyuta

Postgraduate Student of the Department of Chemistry and Biosystems Engineering of School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova str., Vladivostok, 690950, Russia, phone: +7 (914) 074-80-64, e-mail: Nyrochka_1988@mail.ru

Боярова Маргарита Дмитриевна

канд. биол. наук, доцент кафедры химии и инженерии биологических систем Школы биомедицины, ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8,

тел.: +7 (423) 240-65-61,e-mail: boyarova.m@mail.ru

Клыков Алексей Григорьевич

д-р биол. наук, доцент, зав. лабораторией селекции зерновых и крупяных культур, ФГБНУ «Приморский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», 692539, Россия, г. Уссурийск, п. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30, тел.: +7 (423) 439-27-19,

e-mail: alex.klykov@mail.ru

Margarita D. Boyarova

Cand. Biol. Sci., Associate Professor of the Department of Chemistry and Biosystems Engineering of School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova str., Vladivostok, 690950, Russia, phone: +7 (423) 240-65-61,

e-mail: boyarova.m@mail.ru

Alexey G. Klykov

Dr. Sci. (Biol.), Chief of the Lab of Cereals, Primorsky Scientific Research Institute of Agriculture, 30, Volozhenina street, stl. Timiryazevsky, Ussuriysk, 692539, Russia,

phone: +7 (423) 439-27-19, e-mail: alex.klykov@mail.ru



УДК 664.6:664.641.2

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НОВЫХ ВИДОВ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЕВОГО СЫРЬЯ

О.В. Скрипко*, Г.В. Кубанкова, О.В. Покотило, Н.Ю. Исайчева

ФГБНУ «Всероссийский научноисследовательский институт сои», 675027, Россия, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19

*e-mail: oskripko@rambler.ru

Дата поступления в редакцию: 09.02.2015 Дата принятия в печать: 04.04.2015

Производство новых видов хлебобулочных изделий функционального назначения является перспективным направлением для пищевой промышленности. Расширение ассортимента булочных изделий происходит за счет внесения дополнительного сырья, одним из вариантов которого является соево-имбирная или соево-цитрусовая мука. В статье представлены результаты научных исследований, проведенных во Всероссийском научно-исследовательском институте сои (Амурская область). В ходе экспериментальных исследований проведены опыты по изучению влияния нового вида добавки на органолептические показатели и биохимический состав хлебобулочных изделий. Результаты позволили обосновать возможность и целесообразность использования нового вида муки в технологии булочных изделий, а также получить математические модели органолептической оценки булочек, посредством которых обоснованы параметры и режимы процесса их приготовления: массовая доля добавки соево-имбирной или соево-цитрусовой муки 29,7-32,3 % от количества пшеничной муки, продолжительность брожения теста 2,0-2,2 ч и продолжительность расстойки тестовых заготовок 0,5 ч, при заданных параметрах технологии общая органолептическая оценка по 100-балльной шкале составила от 89 до 94 баллов. Исследования биохимического состава полученных изделий в сравнении с традиционными позволили установить, что по сравнению с аналогами в разработанных продуктах содержание белков выше в 1,4-1,5 раза, минеральных веществ в 2 раза, витамина С в 33-60 раз, витамина Е до 1,0 мг в 100 г продукта, при этом содержание углеводов ниже в 1,3 раза, а содержание пищевых волокон увеличилось на 2,6-2,7 г в расчете на 100 г продукта. Товароведная оценка новых видов изделий дала положительные результаты по всем показателям. На основании полученных результатов обоснована и разработана технология и нормативно-техническая документация для производства булочек «Амурская фантазия» с соевоимбирной или соево-цитрусовой мукой, позволяющая получать продукты массового потребления с повышенной пищевой и биологической ценностью, предназначенные для функционального питания.

Хлебобулочные изделия, соево-имбирная мука, соево-цитрусовая мука, функциональные продукты, рецептура, технология.

Введение

В современном мире наметилась тенденция увеличения производства и расширения ассортимента пищевых продуктов функционального назначения. Основным технологическим приемом получения продуктов здорового питания на сегодняшний день остается обогащение пищевых продуктов физиологически функциональными пищевыми ингредиентами (витаминами, пищевыми волокнами, минеральными веществами, полиненасыщенными жирными кислотами и др.).

Вместе с тем обогащение пищевых продуктов натуральными ингредиентами имеет преимущество

перед химическими препаратами и премиксами. В состав этих продуктов, помимо витаминов и минеральных веществ, входят белковые вещества, пищевые волокна и другие ценные пищевые компоненты, причем находятся они в естественных соотношениях, в виде природных соединений, в той форме, которая лучше усваивается организмом [1].

Очевидно и то, что дополнение или обогащение эссенциальными пищевыми веществами будет иметь более значимый эффект, если применить его к продуктам массового потребления, таким как хлебобулочные изделия [2].

Хлеб и булочные изделия в России были и

остаются самыми употребляемыми продуктами питания. Пожалуй, самой известной разновидностью хлебобулочных изделий являются булочки как вариант выпечки из дрожжевого теста, которая отличается округлой формой. Булочки являются универсальным продуктом питания, который можно употреблять в качестве дополнения к обеденному блюду или самостоятельного десерта [3].

Для повышения пищевой и биологической ценности булочных изделий, а также получения продуктов функционального назначения используют добавки разного рода дополнительного сырья животного происхождения (молоко натуральное или сухое, молочная пахта и сыворотка) или растительного происхождения в виде соевой и гороховой муки, шротов масличных культур (хлопковых, подсолнечных, конопляных, льняных, люпина, виноградных, абрикосовых, миндальных семян, томатов, и др.), а также концентратов и изолятов белков семян сои, рапса, подсолнечника, арахиса, кунжута, фасоли, картофелепродуктов [4, 5].

Среди целого ряда разрабатываемых направлений по повышению биологической ценности булочных изделий наиболее перспективным направлением является разработка рецептур и технологии их приготовления с добавкой белоксодержащего сырья. Преимуществом этого направления является обогащение булочных изделий белковыми и другими питательными веществами, присутствующими в дополнительном сырье [6].

Одним из вариантов такой добавки является соево-цитрусовая или соево-имбирная мука, полученная путем совместной дезинтеграции в воде с одновременной экстракцией растворимых веществ семян сои и цитрусовой цедры или семян сои и свежего корня имбиря последующей коагуляции белковых и других веществ композиции, при использовании в качестве коагулянта раствора аскорбиновой кислоты 15%-ной концентрации, отделения и грануляции коагулята, его сушки и измельчения в муку [7].

Целью работы является разработка технологии хлебобулочных изделий в виде булочек повышенной пищевой и биологической ценности с использованием соевого компонента.

Объект и методы исследования

Соево-имбирная и соево-цитрусовая мука (ТУ 9146-004-00668442-13); хлебобулочные изделия с использованием соево-имбирной, соевоцитрусовой муки, а также технологические процессы их производства.

В работе использовались методы определения массовой доли: влаги по ГОСТ 21094; протеина по ГОСТ 26889; жира по ГОСТ 5668; химического состава исходного сырья и готовых продуктов на инфракрасном сканере FOSS NIRSystems 5000; определения энергетической ценности с помощью коэффициентов Рубнера; органолептического анализа продуктов по ГОСТ 5667; для расчета статистических показателей, построения и анализа математических моделей программы Excel; Statistica 6.0.

Результаты и их обсуждение

Для расширения ассортимента булочных изделий, повышения их пищевой и биологической ценности, а также придания им функциональной направленности в рецептуру булочек вводили соево-имбирную или соево-цитрусовую муку, имеющую следующий химический состав (г/100 г продукта): влага 6,0–8,0; белок 29,0–32,1; жир 12,9–14,9; углеводы 36,3–37,8; в том числе пищевые волокна 15,5–16,2; минеральные вещества 10,7–12,3: витамин С 55,0–100,0 мг/100 г; витамин Е 5,5–5,8 мг/100 г; витамин РР 3,0–3,2 мг/100 г и энергетическую ценность 383,3–407,7 [7].

В результате оценки пищевой и биологической ценности муки нами сделано предположение, что соево-имбирная и соево-цитрусовая мука, содержащая в достаточных количествах белки, липиды, минеральные вещества, витамины и пищевые волокна, в совокупности образующие комплекс незаменимых эссенциальных факторов питания, при её использовании в качестве добавки к пшеничной муке обеспечит повышение пищевой и биологической ценности булочек.

Учитывая тот факт, что пищевая ценность булочных выпеченных изделий определяется не только химическим составом, но и внешним видом, вкусом, ароматом, для достижения поставленной цели исследований необходимо установление оптимальных параметров процесса приготовления хлебобулочных изделий в виде булочек с соево-имбирной или соево-цитрусовой мукой.

Булочки готовили по традиционной технологии безопарным способом, используя муку пшеничную высшего сорта, соответствующую требованиям ГОСТ 52189, с массовой долей сырой клейковины не менее 28 %. Для повышения биологической ценности изделий заменяли в рецептуре пшеничную муку соево-имбирной или соево-цитрусовой мукой в количестве от 10 до 50 %, что также способствует незначительному повышению клейковины и увеличению силы муки за счет наличия в соевой добавке липоксигеназы, под действием которой жирные кислоты (линолевая и линоленовая), присутствующие в тесте, окисляются кислородом воздуха и образуются пероксиды, укрепляющие белки клейковины [8, 9].

На основе анализа и поисковых опытов установлены наиболее значимые факторы процесса приготовления, влияющие на органолептические показатели булочек (общая оценка в баллах по 100-балльной шкале, N) с добавлением соево-имбирной или соево-цитрусовой муки: массовая доля с учетом коэффициента весомости показателя добавки (соево-имбирной или соево-цитрусовой муки) к пшеничной муке — $M_{\rm g}$ (%); продолжительность брожения теста — $t_{\rm g}$ (ч); продолжительность расстойки тестовых заготовок — $t_{\rm p}$ (ч).

Для булочек с добавлением муки математические модели органолептической оценки имеют следующий вид:

для булочек с добавлением соево-имбирной муки:

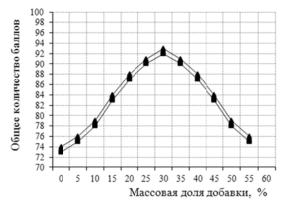
$$N_1 = 89,278 + 0,0046 \cdot M_{\hat{\sigma}} + 0,125 \cdot t_{\hat{\sigma}} + 2,4 \cdot t_p \rightarrow 100$$
 баллов (1)

для булочек с добавлением соево-цитрусовой муки:

$$N_2 = 95,435 - 0,128 \cdot M_{\partial} - 0,75 \cdot t_{\delta} - 2,0 \cdot t_{\delta} \rightarrow 100$$
баллов (2)

Анализ моделей показал, что оптимальные значения параметров составляют: $M_{\phi}=29,7-32,3$ %; $t_{\delta}=2,0-2,2$ ч; $t_{p}=0,5$ ч, при которых органолептическая оценка $N_{1,2}=89-91$ баллов.

Аналитическая зависимость влияния массовой доли добавки в виде соево-имбирной или соевоцитрусовой муки на общую органолептическую оценку готовых изделий показана на рис. 1.



 — булочки «Амурская фантазия» имбирные
 — булочки «Амурская фантазия» цитрусовые

Рис. 1. Зависимость общей органолептической оценки от массовой доли вносимой муки: $Y_1-\text{соево-имбирной }(Y_1=0,4021\cdot x+80,97\cdot R^2=0,0475);$ $Y_2-\text{соево-цитрусовой }(Y_2=0,4021\cdot x+79,97\cdot R^2=0,0475)$

С учетом установленных параметров разработаны рецептуры булочек «Амурская фантазия» с соево-имбирной мукой или соево-цитрусовой мукой (табл. 1).

Таблица 1 Рецептура на булочки «Амурская фантазия»

| | Расход | (сырья | |
|--|--------------------|-------------|--|
| | на 100 кг муки, кг | | |
| Компонент | для булочек | для булочек | |
| рецептуры | с соево- | с соево- | |
| | имбирной | цитрусовой | |
| | мукой | мукой | |
| Мука пшеничная высшего сорта | 70,3 | 67,7 | |
| Соево-имбирная мука | 29,7 | _ | |
| Соево-цитрусовая мука | _ | 32,3 | |
| Яйцо куриное | 28,7 | 28,7 | |
| Молоко коровье пастеризованное жирностью 3,2 % | 18,8 | 18,8 | |
| Сливочное масло | 14,4 | 14,4 | |
| Сахар-песок | 6,3 | 6,3 | |
| Дрожжи сухие | 1,6 | 1,6 | |
| Соль | 0,5 | 0,5 | |
| Итого | 170,3 | 170,3 | |
| Вода | по расчету | | |

Примечание. Влажность теста -40 %; выход булочек $-185{,}64$ кг; масса изделия $-0{,}05$ кг.

На основе проведенных исследований разработана технологическая схема приготовления хлебобулочных изделий в виде булочек с добавлением соево-имбирной или соево-цитрусовой муки (рис. 2).

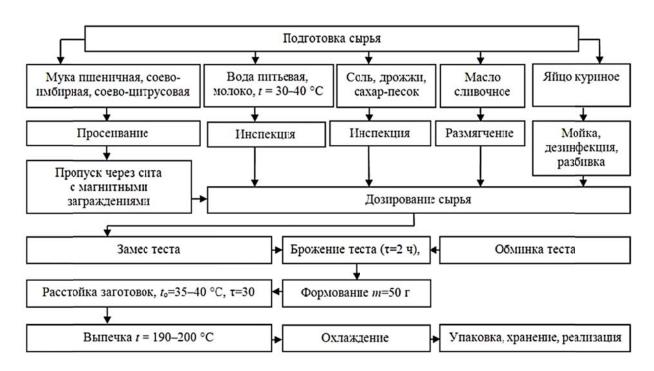


Рис. 2. Технологическая схема производства булочек «Амурская фантазия»

Согласно разработанной технологии сухие компоненты рецептуры просеивают и пропускают через сита с магнитными уловителями для отделения металломагнитных примесей. Остальные компоненты инспектируют. Яйца моют, дезинфицируют. Далее компоненты дозируют в соответствии с рецептурой в смеситель в следующем порядке: сначала заливают жидкие компоненты (воду и молоко) температурой 30–40 °C, разбивают яйца, затем всыпают муку пшеничную и соевую модифицированную, сахар, соль, размягченное сливочное масло, дрожжи. После дозирования компонентов проводят замес теста до получения хорошо промешанной однородной массы.

Подготовленное тесто оставляют для брожения в течение 2 ч. В процессе брожения производят обминку теста. По окончании брожения из теста формуют заготовки массой 50 г, раскладывают на подготовленный противень и направляют на расстойку, которую осуществляют в расстойных шкафах при температуре 35–40 °С и относительной влажности 70–80 % в течение 30 мин. За время расстойки булочки обретают форму и увеличиваются в размере в 2 раза. Перед выпеканием поверхность булочек смазывают яйцом или лимонным сиропом, или посыпают подготовленной посыпкой (молотый имбирь, сахар, смесь муки и сливочного масла и др.). Затем булочки выпекают при температуре 190–200 °С, в течение 20–30 мин.

Готовые булочки охлаждают, направляют на фасование, хранение и реализацию. Остывшие булочки «Амурская фантазия» упаковывают в пакеты из ламинированного целлофана массой нетто упаковочной единицы 0,1; 0,2 и 0,3 кг.

Проведенной дегустацией установлено, что разработанные виды булочек с добавлением соевоимбирной и соево-цитрусовой муки имеют привлекательный внешний вид и цвет, хорошие вкусовые и ароматические характеристики (рис. 3).



Рис 3. *Начало*. Внешний вид булочек: а) контроль (без соевой добавки);



б)



Рис 3. *Окончание*. Внешний вид булочек: б) с соево-имбирной мукой; в) с соево-цитрусовой мукой

На следующем этапе исследований были определены органолептические и физико-химические показатели качества, химический состав и энергетическая ценность булочек «Амурская фантазия» в сравнении с булочками без использования соевого компонента, которые представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительные органолептические, физико-химические показатели, химический состав и энергетическая ценность булочек «Амурская фантазия» с аналогом

| | Булочки | | | | | |
|---------------------|--|-------------------------------|---------------------------------|--|--|--|
| Показатель | контроль (без исполь- зования добавки) | с соево- имбирной мукой | с соево- цитрусовой мукой | | | |
| Внешний вид | Форма округлая, с ровными краями, выпуклая, не расплывчатая, поверхность гладкая, в меру пропеченная | | | | | |
| Состояние мякиша | Пропеченный, эластичный, не влажный на ощупь, с развитой равномерной пористостью, без пустот и уплотнений. Для булочек с добавками мякиш слегка уплотненный, пористость менее выражена | | | | | |

Окончание табл. 2

| | 1 | | | | | |
|----------------|---------------------------------------|--------------|---------------|--|--|--|
| | | Булочки | 1 | | | |
| | контроль | с соево- | с соево- | | | |
| Показатель | (без исполь- | имбир- | цитрусо- | | | |
| | зования до- | ной | вой мукой | | | |
| | бавки) | мукой | вои мукои | | | |
| | Окраска корки от светло-коричневой до | | | | | |
| Цвет | золотисто-корич | невой, мякиц | па от светло- | | | |
| | желтого до кремового | | | | | |
| | Приятный, без | посторонни | х ароматов. | | | |
| Аромат | Для булочек с | | | | | |
| | женный аромат имбиря или лимона | | | | | |
| | Приятный, без | посторонних | к привкусов, | | | |
| | специфический | | | | | |
| Вкус | Слегка жгучий, | | | | | |
| | с имбирем, или | | | | | |
| | для лимона | , | 1 1 | | | |
| Влажность | | 27.0 | 27.0 | | | |
| мякиша, % | 36,0 | 37,0 | 37,0 | | | |
| Кислотность | 2.0 | 2.0 | 2.0 | | | |
| мякиша, град | 3,0 | 3,0 | 3,0 | | | |
| Массовая доля | | | | | | |
| сахара в пере- | | | | | | |
| счете на сухое | 11,0 | 11,0 | 11,0 | | | |
| вещество, % | | | | | | |
| Пористость | | | | | | |
| мякиша, % | 67,0 | 65,0 | 65,0 | | | |
| Массовая доля | | | 44.6.0.4 | | | |
| белка, г/100 г | 7,9 | 12,1±0,4 | 11,6±0,4 | | | |
| Массовая доля | | | | | | |
| жира, г/100 г | 9,4 | 11,7±0,4 | 11,3±0,4 | | | |
| Массовая доля | | | | | | |
| углеводов, | 54,9 | 36,6±0,8 | $37,3\pm0,8$ | | | |
| г/100 г | , , | | | | | |
| в том числе | | | | | | |
| пищевых воло- | 0,1 | 2,6±0,1 | $2,7\pm0,1$ | | | |
| кон, г/100 г | - , | , , , | ,, | | | |
| Массовая доля | | | | | | |
| минеральных | | 2000 | • • • • • | | | |
| веществ, | 1,2 | 2,6±0,1 | $2,8\pm0,1$ | | | |
| г/100 г | | | | | | |
| Витамин С, | | | | | | |
| мг/100 г, не | 0,3 | 9,1 | 16,6 | | | |
| менее | 0,5 | ,,, | 10,0 | | | |
| Витамин Е, | | | | | | |
| мг/100 г, не | _ | 1,0 | 0,9 | | | |
| менее | 1,0 | | | | | |
| Витамин РР, | | | | | | |
| мг/100 г, не | 0,9 0,5 0,5 | | | | | |
| более | 0,9 0,5 0 | | | | | |
| Энергетиче- | | | | | | |
| ская ценность, | 337,0 | 300,1 | 297,3 | | | |
| ккал/100 г | 337,0 | 500,1 | 277,5 | | | |
| KKAJI/ TUU I | I | ļ | | | | |

По сравнению с аналогами в разработанных продуктах увеличилось содержание белков в 1,4–1,5 раза, минеральных веществ в 2 раза, витамина С в 33-60 раз, витамина Е на 1,0–0,9 мг в 100 г продукта, в то же время общее содержание углеводов снизилось в 1,5 раза, наряду с увеличением содержания в составе продукта пищевых волокон на 2,6–2,7 г в 100 г, что составляет 12,7–13,2 % от их рекомендуемой суточной нормы потребления.

После получения и исследования химического состава новых видов хлебобулочных изделий проведена оценка их органолептических показателей по пятибалльной шкале оценки на дегустационном совещании, результаты которой в виде профилограмм показаны на рис. 4.

На основании проведенных исследований разработана нормативная документация для промышленного производства указанных продуктов: технические условия ТУ 9146-004-00668442-14 «Изделия хлебобулочные. Булочки «Амурская фантазия» и технологические инструкции к ним».





 ── Контроль «Булочка сдооная»
 ── Булочка «Амурская фантазия» с соевоцитрусовой мукой

Рис. 4. Профилограммы органолептических показателей булочек

Выводы

Проведенные исследования позволили разработать технологию производства нового вида хлебобулочных изделий в виде булочек с добавками соево-имбирной или соево-цитрусовой муки с высокой пищевой и биологической ценностью, а также научно обосновать возможность и целесообразность их производства.

Список литературы

- 1. Оттавей, П.Б. Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки: технология, безопасность и нормативная база / П.Б. Оттавей; пер. с англ. И.С. Горожанкиной. СПб.: Профессия. 2010. 312 с.
- 2. Чубенко, Н.Т. О стратегии развития хлебопекарной промышленности России в планах Правительства РФ / Н.Т. Чубенко // Хлебопечение России. 2012. № 4. С. 4–6.
- 3. Матвеева, Т.В. Мучные кондитерские изделия. Функциональное назначение. Научные основы, технологии, рецептуры / Т.В. Матвеева, С.Я. Корячкина. Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет УНПК», 2011. 358 с.

- 4. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществам. Наука и технология: монография / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. 548 с.
- 5. Совершенствование технологий хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий функционального назначения. Монография / С.Я. Корячкина, Г.А. Осипова, Е.В. Хмелёва и др.; под ред. д-ра техн. наук, проф. С.Я. Корячкиной. Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет УНПК», 2012. 262 с.
- 6. Росляков, Ю.Ф. Создание хлебобулочных изделий функционального назначения / Ю.Ф. Росляков, О.Л. Вершинина, В.В. Гончар // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2007. № 10. С. 24–25.
- 7. Разработка технологии получения белково-углеводной добавки в виде муки / С.М. Доценко, О.В. Скрипко, С.А. Иванов, Г.В. Кубанкова // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 2. С. 50—55.
 - 8. Чижикова, О.Г. Соя. Пищевая ценность и использование ГО.Г. Чижикова. Владивосток: Изд-во ДВГАЭУ, 2001. 148 с.
- 9. Петибская, В.С. Соя: химический состав и использование / под ред. академика РАСХН, д-ра с.-х. наук В.М. Лукомца. Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2012.-432 с.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES OF NEW TYPES OF BAKERY PRODUCTS USING SOYBEAN RAW MATERIALS

O.V. Skripko*, G.V. Kubankova, O.V. Pokotilo, N.Yu. Isaycheva

All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, 19, Ignatevskoe shosse, Blagoveshchensk, 675027, Russia

*e-mail: oskripko@rambler.ru

Received: 09.02.2015 Accepted: 04.04.2015

Production of new types of functional bakery products of is a perspective direction for the food industry. The widening of bakery products assortment is due to the use of additional raw materials, one of which is soya-ginger or soya-citrus flour. In the article the results of scientific investigations, conducted in All-Russian Scientific Research Institute of Soybean (the Amur region), are presented. In the course of experimental researches, experiments on studying the influence of a new type of additive on organoleptic characteristics and biochemical composition of bakery products have been made. The research results allowed substantiating the possibility and the advisability of using a new type of flour in the technology of bakery products, as well as getting mathematical models for organoleptic evaluation of bread rolls, by means of which the following parameters and modes of their preparation have been justified: mass fraction of soya-ginger or soya-citrus flour is 29.7-32.3 % of the amount of wheat flour, the dough fermentation period is 2.0-2.2 h and the proving period is half an hour. Under the given technology parameters the general organoleptic evaluation using a 100-point scale is from 89 to 94 points. Investigations of biochemical composition of the obtained products in comparison with traditional ones made it possible to conclude that the developed products contain above 1.4-1.5 times protein, above 2 times mineral matters, above 33-60 times vitamin C, to about 1.0 mg of vitamin E per 100 g a product, while the carbohydrate content is 1.3 times lower, and the content of dietary fiber increased by 2.6-2.7 g per 100 g a product. Evaluation of new types of products has given positive results for all indices. Based on obtained results, the technology and normative-technical documentation for the production of bread rolls Amurskaja fantazija with addition of soya-ginger or soya-citrus flour have been substantiated and developed. This allows production of mass consumption goods with high nutritional and biological value, improved organoleptic characteristics, intended for functional nutrition.

Bakery products, soya-ginger flour, soya-citrus flour, functional foods, formula, technology.

References

- 1. Ottavei P.B. Food fortification and supplementation. Technological, safety and regulatory aspects. Woodhead Publishing, Sawston, Cambridge, 2008, 296 p. (Russ. ed.: Gorozhankinoi I.S. Obogashchenie pishchevykh produktov i biologicheski aktivnye dobavki: tekhnologiia, bezopasnost' i normativnaia baza. St. Petersburg, Professija Publ., 2010. 312 p.).
- 2. Chubenko N.T. O strategii razvitiia khlebopekarnoi promyshlennosti Rossii v planakh Pravitel'stva RF [About strategy of development of the baking industry of Russia in plans of the Government of the Russian Federation]. *Khlebopechenie Rossii* [Baking in Russia], 2012, no. 4, pp. 4-6.
- 3. Matveeva T.V., Koriachkina S.Ia. *Muchnye konditerskie izdeliia. Funktsional'noe naznachenie. Nauchnye osnovy, tekhnologii, retseptury* [Flour confectionery. Functional purpose. Scientific bases, technologies, compoundings]. Eagle, State University-ESPC, 2011. 358 p.
- 4. Spirichev V.B., Shatniuk L.N., Pozniakovskii V.M. *Obogashchenie pishchevykh produktov vitaminami i mineral'nymi veshchestvam. Nauka i tekhnologiia* [Enrichment of foodstuff vitamins and mineral to substances. Science and technology]. Novosibirsk, Sib. Univ. Publ., 2005. 548 p.
- 5. Koriachkina S.Ia., Osipova G.A., Khmeleva E.V. *Sovershenstvovanie tekhnologii khlebobulochnykh, konditerskikh i makaronnykh izdelii funktsional'nogo naznacheniia* [Improvement of technologies bakery, candy stores and pasta of a functional purpose]. Eagle, State University-ESPC, 2012. 262 p.
- 6. Rosliakov Iu.F., Vershinina O.L., Gonchar V.V. Sozdanie khlebobulochnykh izdelii funktsional'nogo naznacheniia [Creation of bakery products of a functional purpose]. *Konditerskoe i khlebopekarnoe proizvodstvo* [Baking and confectionery production]. 2007, no. 10, pp. 24-25.

- 7. Dotsenko S.M., Skripko O.V., Ivanov S.A., Kubankova G.V. Razrabotka tekhnologii polucheniia belkovo-uglevodnoi dobavki v vide muki [Development of technology for protein-carbohydrate additive production in the form of meal]. *Tekhnika i tekhnologiia pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology]. 2014, no. 2(33), pp. 50-55.
- 8. Chizhikova O.G. Soia. Pishchevaia tsennost' i ispol'zovanie [Soy. Nutrition value and use]. Vladivostok, FESAEM, 2001. 148 p.
- 9. Petibskaia V.S. *Soia: khimicheskii sostav i ispol'zovanie* [Soy: chemical composition and use]. Maikop, JSC "Polygraph-South", 2012. 432 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Разработка технологии новых видов хлебобулочных изделий с использованием соевого сырья / О.В. Скрипко, Г.В. Кубанкова, О.В. Покотило, Н.Ю. Исайчева // Техника и технология пищевых производств. -2015. -T. 37. -№ 2. -C. 41–47.

Skripko O.V., Kubankova G.V., Pokotilo O.V., Isaycheva N.Yu. Development of technologies of new types of bakery products using soybean raw materials. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 41–47. (In Russ.)

Скрипко Ольга Валерьевна

д-р техн. наук, доцент, заведующая лабораторией технологии переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», 675027, Россия, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19, тел.: +7 (4162) 37-30-05, e-mail: oskripko@rambler.ru

Кубанкова Галина Викторовна

научный сотрудник аналитической группы, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», 675027, Россия, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19, тел.: +7 (4162) 36-94-50

Покотило Олеся Владимировна

младший научный сотрудник лаборатории технологии переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», 675027, Россия, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19, тел.: +7 (4162) 36-94-50

Исайчева Надежда Юрьевна

младший научный сотрудник лаборатории технологии переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», 675027, Россия, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19, тел.: +7 (4162) 36-94-50

Olga V. Skripko

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Head of the Laboratory of Technology for Processing of Agricultural Products, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, 19, Ignatevskoe shosse, Blagoveshchensk, 675027, Russia, phone: +7 (4162) 37-30-05, e-mail: oskripko@rambler.ru

Galina V. Kubankova

Scientific Researcher of Analytical Group, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, 19, Ignatevskoe shosse, Blagoveshchensk, 675027, Russia, phone: +7 (4162)36-94-50

Olesya V. Pokotilo

Junior Researcher of the Laboratory of Technologies for Processing of Agricultural Products, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, 19, Ignatevskoe shosse, Blagoveshchensk, 675027, Russia, phone: +7 (4162)36-94-50

Nadezhda Yu. Isaycheva

Junior Researcher of the Laboratory of Technologies for Processing of Agricultural Products, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, 19, Ignatevskoe shosse, Blagoveshchensk, 675027, Russia, phone: +7 (4162)36-94-50



– ПРОЦЕССЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ –

УДК 664.68.292:633.877.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ И ГАЗОЖИДКОСТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СУШКИ ПЛОДОВОГО СЫРЬЯ

Е.И. Мякинникова*, Г.И. Касьянов

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», 350072, Россия, г. Краснодар, ул. Московская, 2

*e-mail: elenamyakinnikova@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 28.10.2014 Дата принятия в печать: 13.03.2015

Актуальность проблемы производства сушеного плодового сырья при щадящих технологических режимах заключается в получении продуктов высокого качества, с максимально высоким содержанием биологически активных веществ исходного сырья. В связи с этим весьма перспективным является использование нетрадиционных для пищеконцентратной отрасли электрофизических и газожидкостных приемов интенсификации процесса сушки. В статье представлены результаты исследования процесса сушки растительного сырья путем его пропитки сжиженным диоксидом углерода при давлении выше атмосферного с последующим резким сбросом давления. Обезвоживание продукта осуществляется при непрерывном удалении влаги и обработке сырья низкочастотным электромагнитным полем. Целью разработанной технологии обезвоживания сырья растительного происхождения является получение сухих фруктовых продуктов более высокого качества при одновременном снижении энергозатрат. Описана оригинальная технология щадящей сушки плодового сырья под действием электромагнитного поля низкой частоты (ЭМП НЧ) в среде углекислого газа. Предложена конструкция установки для сушки плодов. Определена пищевая ценность продуктов сублимационной сушки, показавшая, что по органолептическим, физико-химическим показателям и усвояемости плоды, высушенные по новой технологии, представляют собой высококачественные изделия и пользуются спросом у населения. Техническим результатом нового способа является сокращение продолжительности сушки растительного сырья, более быстрое испарение влаги, снижение доли энергозатрат и уменьшение массы высушиваемого материала. Капиллярно-пористая структура плодового сырья и особенности химического состава предъявляют особые требования к организации процесса обезвоживания. В состав плодового сырья в большом количестве входят углеводы и в меньших количествах белки, липиды, органические кислоты, флавоноиды, витамины. В период сушки эти вещества претерпевают необратимые изменения, что снижает биологическую ценность готового продукта. Значительное содержание углеводов в тканях плодов определяет продолжительность процесса сушки. Нельзя использовать более высокую температуру для сокращения продолжительности сушки, так как это может привести к образованию оксиметилфурфурола и меланоидинов.

Сушка, плодовое сырье, сжиженный ${\rm CO}_2$, низкочастотная электромагнитная обработка, газожидкостные технологии, себестоимость.

Введение

Питание является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье населения. Правильное питание обеспечивает нормальный рост и развитие человека, способствует профилактике заболеваний, продлению жизни, повышению работоспособности и создает условия для адекватной адаптации людей к окружающей среде. У большинства населения России выявляются нарушения питания, обусловленные недостаточным потреблением витаминов, минеральных веществ, полноценных белков и нерациональным их соотношением.

Для организации полноценного питания врачигигиенисты рекомендуют включать в рационы питания плодовые и овощные продукты. Однако свежее плодовое сырье имеет ограниченный срок хранения, поэтому необходимо разработать щадящие способы сушки для производства продуктов длительного хранения.

Повышение качества сушеной плодовой продукции и снижение себестоимости ее производства за счет использования нетрадиционных технологических приемов позволяет отказаться от импорта такой продукции из стран, поддержавших санкции против Российской Федерации. Развитием научных

основ обезвоживания сырья в России и за рубежом занимались известные ученые и специалисты [1, 4–8]. Многие технические решения вопросов интенсификации сушки растительного сырья являются объектами интеллектуальной собственности [2, 3]. Актуальность исследования заключается в разработке новых, прорывных технологий сушки плодового сырья под воздействием электромагнитного поля низкой частоты (ЭМП НЧ) и сушки плодов в среде инертного газа.

Целью разработанного способа обезвоживания сырья растительного происхождения является получение сухих фруктовых продуктов более высокого качества при снижении энергозатрат.

Объект и методы исследования

Капиллярно-пористая структура плодового сырья и особенности химического состава предъявляют особые требования к организации процесса обезвоживания. В состав плодового сырья в большом количестве входят углеводы и в меньших количествах белки, липиды, органические кислоты, флавоноиды, витамины. В период сушки эти вещества претерпевают необратимые изменения, что снижает биологическую ценность готового продукта.

В растительной клетке находятся водные растворы гидрофильных веществ и коллоидные растворы и эмульсии гидрофобных компонентов. Клеточная вода, как правило, распределяется в клетке неравномерно. Паренхимные ткани содержат больше воды, а покровные ткани и семена значительно в меньших количествах. Поэтому в подготовленном для сушки сырье влаги больше, чем в исходном сырье.

Значительное содержание углеводов в тканях плодов определяет продолжительность процесса сушки. Нецелесообразно использовать более высокую температуру для сокращения продолжительности сушки, так как это может привести к образованию оксиметилфурфурола и меланоидинов [8].

Сушка плодов во многом зависит от общего содержания влаги в продукте и вида связи влаги с материалом, которая зависит от величины свободной энергии изотермического обезвоживания. При этом необходимо выполнить работу, необходимую для удаления 1 моля воды при постоянной температуре без изменения состава вещества при данном влагосодержании. Можно определить количество энергии для удаления 1 кг/моль воды из сырых плодов [1] (уравнение 1):

$$A = -RxTxln\varphi, \tag{1}$$

где: A — энергия связи влаги, Дж/моль; R — универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К); T — температура, °С; φ — относительная влажность воздуха.

Если в плодах имеется свободная влага, то A=0. Когда влага удаляется из клеток, тогда энергия связи A возрастает.

Представляет интерес определение удельной теплоемкости плодов, которая соответствует количеству тепла, поглощенного продуктом при нагревании на 1 $^{\circ}$ С или Кельвина, и выражается в кДж/(кг $^{\circ}$ С). Удельную теплоёмкость c рассчитывали по формуле

$$c = Q/m \Delta T,$$
 (2)

где, Q — количество тепла, полученное массой плода при нагреве; m — масса нагреваемого плода; ΔT — разность конечной и начальной температур вещества [1]. Необходимо также определить количество тепловой энергии, проходящее через единицу поверхности за единицу времени, т.е. коэффициент теплопроводности, $\mathrm{Br}/(\mathrm{M}\cdot\mathrm{K})$.

Коэффициент температуропроводности определяли как отношение теплопроводности к объёмной

теплоёмкости при постоянном давлении измеряется в M^2/C :

$$\chi = \frac{\aleph}{c_p \rho} \,, \tag{3}$$

где χ — температуропроводность; \aleph — теплопроводность; c_p — изобарная удельная теплоёмкость; ρ — плотность [4].

Авторы разработали способ интенсификации процесса обезвоживания подготовленного плодового сырья за счет его пропитки сжиженным углекислым газом при давлении выше атмосферного с последующим резким сбросом давления, сублимационной сушки сырья в среде углекислого газа и воздействии на сырье ЭМП НЧ с частотой 18–55 Гц.

Основным достоинством технологии, основанной на применении электромагнитных полей, являются: универсальность, что позволяет применять их в самых разнообразных технологических процессах. Экономичность процесса достигается благодаря прямому воздействию на объект без промежуточной утилизации энергии, а экологичность — за счет снижения и сокращения расхода химических реагентов [1, 2].

Поэтому разработка электромагнитных технологий, обеспечивающих эффективную переработку растительного сырья, сокращение потерь извлекаемого продукта, позволяет достичь высокого качества высушиваемой продукции, получить возможность создания новых видов продукции и высокопроизводительных, экологически чистых производств, осуществлять экономию материальных и энергетических ресурсов [3,4].

Результаты и их обсуждение

Важное значение при разработке режимов сушки имеет структура плодовой ткани, формы и энергия связи влаги с материалом, наличие термолабильных компонентов (витаминов и углеводов). При проведении исследований по определению показателей качества и безопасности плодового сырья и высушенных продуктов, были использованы общепринятые способы исследования органолептических, физико-химических и биохимических свойств. В табл.1 приведено содержание пищевых веществ в плодах на 100 г съедобной части. В экспериментах использовали плоды киви морозостойкого сорта «Хейворд», плоды манго сорта «Южный румянец», персики сорта «Ранний Кубани», хурма сорта «Россиянка» и фейхоа сорта «Бугристый».

Таблица 1

| Химический состав выбранных для исс | сследований плодов |
|-------------------------------------|--------------------|
|-------------------------------------|--------------------|

| Массовая | Массовая доля, % | | | | | | Средняя |
|----------|------------------|--------|------|--------|------------|----------|----------|
| доля, % | Влага | Белок, | Жир | Caxapa | Витамин С, | Органич. | масса |
| ., , | | N·6,25 | | p | МГ % | кислоты | плода, г |
| Киви | 93,8 | 0,8 | 0,35 | 8,6 | 180,0 | 2,5 | 78 |
| Манго | 87,5 | 0,8 | 0,35 | 13,4 | 25,0 | 0,5 | 270 |
| Персики | 86,1 | 0,9 | 0,1 | 14,1 | 10,0 | 1,7 | 160 |
| Хурма | 81,5 | 0,5 | 0,4 | 16,1 | 25,0 | 0,1 | 102 |

Проанализировав полученные данные, приведенные в табл. 1, можно сделать вывод о том, что выбранное сырье обладает сравнительно высокой влажностью 93–81 %, содержит углеводы и витамин C, которых недостает в животном сырье.

Поставленные авторами задачи решаются тем, что в способе щадящей сушки растительного сырья, включающем пропитку сырья сжиженным диоксидом углерода при давлении выше атмосферного, организацию мгновенного сброса давления, сопровождающийся вскипанием сжиженного газа и охлаждением материала до температуры ниже температуры тройной точки воды, происходит сушка материала при непрерывном удалении образующейся влаги. Пропитку сырья и удаление влаги осуществляют в электромагнитном поле с частотой 18–55 Гц, при этом удаление влаги производят при температуре минус 35 °C.

Разработанный способ сушки растительного сырья иллюстрируется схемой установки для щадящей сушки плодов, представленной на рис. 1.

Разработанный авторами способ поясняется примером: мякоть хурмы (без косточек) массой 200 г и влажностью 84 % загружают в стакан, который помещают внутрь герметичного реактора и обрабатывают жидким CO_2 при давлении 4,2 МПа и температуре 22 °C в течение 10 мин.

Одновременно с пропиткой мякоти хурмы ${\rm CO_2}$ включают генератор низкочастотных электромагнитных колебаний. После сброса давления в реакторе до атмосферного со скоростью 1 дм 3 /с пюре замерзает до температуры минус 35 °C и его подвергают щадящей вакуумной сушке в электромагнитном поле низкой частоты.

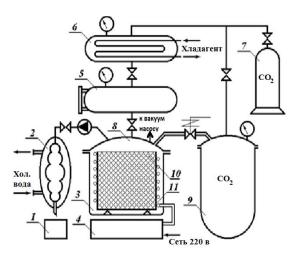


Рис. 1. Установка для щадящей сушки растительного сырья:

1 — сборник конденсата; 2 — водяной конденсатор; 3 — герметичный реактор; 4 — генератор низкочастотных электромагнитных колебаний; 5 — сборник жидкого СО₂; 6 — конденсатор паров СО₂; 7 — баллон, 8 — люк реактора; 9 — буферная емкость; 10 — сетчатая корзина с навеской сырья; 11 — весовое устройство

После сброса давления до атмосферного в реакторе 3 с замороженным сырьем за счет удаления паров CO_2 в буферную емкость 9 начинается процесс удаления влаги вначале через конденсатор 2, а затем с помощью вакуум-насоса.

Отличительной особенностью установки является возможность регенерации отработанного диоксида углерода, собранного в емкости 9, и ожижения его в конденсаторе 6 для последующего возврата в цикл замораживания.

На рис. 2 показана кривая сублимационной сушки пюре из плодов киви.

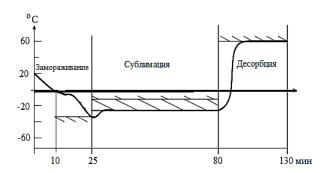


Рис. 2. Кривая сублимационной сушки пюре из плодов киви

Как видно из данных рис. 2, продолжительность обезвоживания пюре киви складывается из периода охлаждения продукта до 0 °C в течение 10 мин, замораживания продукта до минус 35 °C в течение 15 мин, процесса собственно сублимации и десорбции с общей продолжительностью 105 мин.

На рис. 3 приведены экспериментальные данные по сушке пюре из плодов субтропических культур.

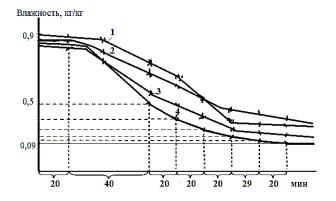


Рис. 3. Кривые сушки пюре из плодов субтропических культур: 1 – киви; 2 – манго; 3 – хурма; 4 – персики

Кривые сушки пюре из плодов наглядно показывают, что первоначальный период обработки сырья жидким диоксидом углерода имеет практически линейную скорость удаления влаги, а переход в режим сублимации позволяет удалять основную часть влаги. За счет применения ЭМП НЧ удалось интенсифицировать процесс удаления влаги из сырья практически в 1,6 раза.

Химический состав нарезанных на ломтики толщиной 5 мм высушенных плодов представлен в табл. 2.

Химический состав высушенных плодов

| Плоды | Массовая доля, % | | | | | | |
|---------|------------------|---------------|------|--------|-----------------|-----------------|--|
| ПЛОДЫ | Влага | Белок, N·6,25 | Жир | Caxapa | Витамин С, мг % | Органич.кислоты | |
| Киви | 14,5 | 14,1 | 2,95 | 33,1 | 49,2 | 0,77 | |
| Манго | 14,1 | 1,5 | 0,75 | 35,1 | 37,4 | 0,72 | |
| Персики | 18,0 | 3,0 | 0,41 | 36,1 | 36,6 | 2,48 | |
| Хурма | 13,3 | 0,8 | 0,35 | 37,6 | 37,5 | 0,69 | |

По требованиям технического регламента Таможенного союза высушенные плоды должны иметь товарный вид, не иметь повреждений, постороннего привкуса или запаха, значительных поверхностных пороков, пятен.

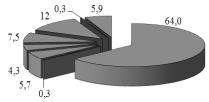
Представляет интерес определить изменение качественных показателей некоторых видов плодов субтропических культур под действием электромагнитного поля низкой частоты. Результаты проведения опытов представлены в табл. 3.

Экономическая эффективность от внедрения новой технологии сублимационной сушки субтропического сырья и производства на их основе специализированных продуктов питания определена с учетом общепринятых методов экологического обоснования с использованием разностного критерия превышения стоимостной оценки результатов над затратами и с учетом специфики продукта. Графическая структура себестоимости продуктов щадящей вакуумной сушки приведена на рис. 4, 5.

Таблица 3

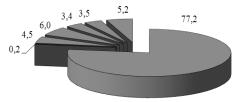
Результаты обработки сырья ЭМП НЧ

| | Показатель | | | | | |
|---|------------|------------------|----------------------------|--|--|--|
| Вид и сорт сырья | Убыль | Оценка качества, | Доля энергозатрат в | | | |
| | массы, % | баллы | себестоимости продукции, % | | | |
| Хурма «Россиянка» | 47,0 | 4,0 | 3,7 | | | |
| Фейхоа «Никитский» | 55,0 | 4,6 | 4,1 | | | |
| Хурма «Помидорная» | 54,0 | 4,5 | 3,9 | | | |
| Фейхоа «Бугристый» | 54,5 | 4,5 | 4,0 | | | |
| Хурма «Медовая» | 57,5 | 4,7 | 4,2 | | | |
| Фейхоа «Первенец» | 49,0 | 4,1 | 3,8 | | | |
| Сушка хурмы «Россиянка» без обработки ЭМП | 45 | 3,8 | 8,9 | | | |



- ■64,0% Стоимость осн. сырья
- ■5,7% Упаковка
- ■7,5% Зар. плата с начислениями
- ■0,3% Амортизация здания
- ■0,3% Стоимость вспомог. матер.
- ■4,3% Электроэнергия
- ■12% Амортизация оборудования
- ■5,9% Накладные расходы

Рис. 4. Структура себестоимости пюре из фейхоа, высушенного способом щадящей сушки



- ■77.2% Стоимость осн. сырья
- ■4,5% Зар. плата с начислениями
- ■3.4% Электроэнергия
- ■5,2% Накладные расходы
- ■0.2% Стоимость вспомог, матер.
- ■6,0% Амортизация оборуд. и здания
- ■3,5% Упаковка

Рис. 5. Структура себестоимости пюре из хурмы, высушенной способом щадящей сушки

Как видно из приведенных диаграмм, основной вклад в себестоимость сухого пюре из фейхоа и хурмы вносит стоимость исходного сырья.

Выволы

Разработана оригинальная технология щадящей низкотемпературной сушки плодового сырья в среде диоксида углерода под воздействием ЭМП НЧ, что обеспечило более интенсивный перенос влаги из глубинных слоев к поверхности продукта. Предложена конструкция установки для сушки пюре из плодов субтропических культур с использованием газожидкостной технологии.

Определена пищевая ценность продуктов щадящей сушки с повышенным содержанием углеводов, витамина С и белков. Приведен химический состав сухих плодов киви, манго, персиков и хурмы. Определена структура себестоимости пюре из плодов фейхоа и хурмы, высушенных способом щадящей вакуумной сушки. Установлено, что основной вклад в себестоимость сухого пюре из фейхоа и хурмы вносит исходное сырье (от 64 до 77 %).

Использование газожидкостного и электромагнитного способа сушки позволяет сократить продолжительность обезвоживания плодового сырья, снизить долю энергозатрат и уменьшить массу высушиваемого материала.

Список литературы

- 1. Шевцов, А.А. Развитие научных основ энергосбережения в процессах сушки пищевого растительного сырья: теория, техника, способы производства и управления: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.12. Воронеж, 1999. 50 с.
- 2. Патент РФ № 2501308. МПК А 23 L 1/00. Способ производства пищевого продукта из плодового сырья / Мартиросян В.В. № 2011119101/13; заявл. 13.05.2011; опубл. 20.12.2013.
- 3. Патент РФ № 2498625. МПК А 23 L 1/212. Способ производства пищевого продукта из манго / Квасенков О.И. № 2012136282/13; заявл. 27.08.2012; опубл. 20.11.2013.
- 4. Новиков, В.В. Комбинированное действие слабых постоянного и переменного низкочастотного магнитных полей на ионные токи в водных растворах аминокислот / В.В. Новиков, М.Н. Жадин // Биофизика. 1994. Т. 39. Вып. 1. С.45–49.
- 5. Абизов, Е.А. Разработка технологии сушки коры облепихи крушиновидной и лоха узколистного—источников алкалоидов группы индола / Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными природными ресурсами и создания функциональных продуктов: материалы IV Российской науч.-практ. конф.— М.: РАЕН, 2007.— С. 76.
- 6. Бахмутян, Н.В. Інтенсифікація процесу сушіння фруктово-ягідної сировини в завислому шарі: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук Одеса. Спеціальність 05.18.12 –процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв.—2007.—24 с.
- 7. Гришин, М.А. Математическое моделирование сушки в кипящем слое / М.А. Гришин, Н.В. Бахмутян // Проблемы промышленной теплотехники: тезисы докладов IV межд. конф, 30 сент. 2005 г. Киев, 2005. С. 208–209.
 - 8. Drying of Foods, Vegetables and Fruits / V. Sachin Jangam, L. Chung, S. Arun Mujumdar. 2010. Vol. 1. 146 p.

APPLICATION OF ELECTROPHYSICAL AND GAS-LIQUID TECHNOLOGIES FOR DRYING OF FRUIT RAW MATERIAL

E.I. Myakinnikova*, G.I. Kasyanov

Kuban State Technological University, 2, Moskovskaya, Krasnodar, 350072, Russia

*e-mail: elenamyakinnikova@mail.ru

Received: 28.10.2014 Accepted: 13.03.2015

The urgency of the problem of fruit raw materials drying under the controlled technological conditions consists in obtaining quality products with a high content of biologically active substances in these raw materials. In this regard, the use of physical methods of drying process intensification non-traditional for the food concentrates production is very promising. The article presents research results on the drying of plant raw materials by means of liquefied carbon dioxide impregnation under the pressure higher than the atmospheric one followed by sharp decompressed. Product dehydration is realized at continuous moisture removal and raw material treatment with low frequency electromagnetic field (LFEF). The purpose of this dehydration technique is to obtain fruit products of higher quality and at a lower cost. Original technique of freeze-drying of fruit raw material under the influence of LFEF in the carbon dioxide atmosphere has been described. The design of fruit drying installation has been suggested. The determined nutritional value of freeze-drying products has shown that digestibility, organoleptic and physical-chemical parameters of fruits dried by means of a new technology correspond to high-quality parameters and the products are popular with the population. The technical result of the new method is a shorter period of plant raw material drying, more rapid moisture evaporation, lower energy consumption and a smaller mass of the material dried. Capillary-porous structure of fruit raw material and the peculiarities of chemical composition impose special requirements to the organization of dehydration process. Fruit raw material contains a large amount of carbohydrates and lesser amounts of proteins, lipids, organic acids, flavonoids, vitamins. During drying, these substances undergo irreversible changes that reduce the biological value of the finished product. The considerable amount of carbohydrates in fruit tissue determines the duration of drying. It is impossible to use a higher temperature to shorten drying since this may lead to the formation of hydroxymethylfurfural and melanoidins.

Drying, fruit raw material, liquefied carbon dioxide, low frequency electromagnetic treatment, gas-liquid technologies, production cost.

References

- 1. Shevtsov A.A. Razvitie nauchnykh osnov energosberezheniia v protsessakh sushki pishchevogo rastitel'nogo syr'ia: Teoriia, tekhnika, sposoby proizvodstva i upravleniia. Avtoref. diss. dokt. tehn. nauk [Development of scientific bases of energy saving in processes of drying of food vegetable raw materials: Theory, equipment, ways of production and management. Dr. tech. sci. autoabstract diss.]. Voronezh, 1999. 50 p.
- 2. Martirosian V.V. Sposob proizvodstva pishchevogo produkta iz plodovogo syr'ia [Way of production of foodstuff from raw materials of the fruit]. Patent RF, no. 2501308, 2013.
- 3. Kvasenkov O.I. Sposob proizvodstva pishchevogo produkta iz mango [Way of production of foodstuff from mango]. Patent RF, no. 2498625, 2013.
- 4. Novikov V.V., Zhadin M.N. Kombinirovannoe deistvie slabykh postoiannogo i peremennogo nizkochastotnogo magnitnykh polei na ionnye toki v vodnykh rastvorakh aminokislot [Combined action of weak constant and variable low-frequency magnetic fields to ionic currents in aqueous solutions of amino acids]. *Biofizika* [Biophysics], 1994, vol. 39, no. 1, pp. 45-49.

- 5. Abizov E.A. Razrabotka tekhnologii sushki kory oblepikhi krushinovidnoi i lokha uzkolistnogo-istochnikov alkaloidov gruppy indola [Development of technology for drying bark of sea buckthorn and Elaeagnus angustifolia, source alkaloids of group indole]. *Trudy IV Rossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Aktual'nye problemy innovatsii s netraditsionnymi prirodnymi resursami i sozdaniia funktsional'nykh produktov»* [Proc. of the IV of the Russian scientific and practical conference «Actual Problems of Innovations with Nonconventional Natural Resources and Creations of Functional Products»], Moscow, 2007, 76 p.
- 6. Вакhmutian N. V. *Інтенсифікація процесу сушіння фруктово-ягідної сировини в завислому шарі*. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук [Intensification of process of drying of fruit and berry raw materials in the weighed layer. Cand. tech. sci. autoabstract diss.], Odessa, 2007. 24 p.
- 7. Grishin M.A., Bakhmutian N.V. Matematicheskoe modelirovanie sushki v kipiashchem sloe [Mathematical modeling of drying in a boiling layer]. *Trudy IV mezhdunarodnoi konferentsii «Problemy promyshlennoi teplotekhniki»* [Proc. of the IV International Conference «Problems of Industrial Heat Engineering»], Kiev, 2005, pp. 208-209.
 - 8. Jangam S.V., Law C.L., Mujumdar A.S. Drying of Foods, Vegetables and Fruits. Vol. 1. Singapore, 2010. 146 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Мякинникова, Е.И. Использование электрофизических и газожидкостных технологий для сушки плодового сырья / Е.И. Мякинникова, Г.И. Касьянов // Техника и технология пищевых производств. -2015. - Т. 37. - № 2. - С. 48–53.

Myakinnikova E.I., Kasyanov G.I. Application of electrophysical and gas-liquid technologies for drying of fruit raw material. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 48–53. (In Russ.)

Мякинникова Елена Исааковна

канд. техн. наук, докторант кафедры технологии мясных и рыбных продуктов, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», 350072, Россия, г. Краснодар, ул. Московская, 2, тел.: +7 (861) 255-99-07, e-mail: elenamyakinnikova@mail.ru

Касьянов Геннадий Иванович

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технологии мясных и рыбных продуктов, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», 350072, Россия, г. Краснодар, ул. Московская, 2, тел.: +7 (861) 255-99-07, e-mail: kasyanov@kubstu.ru

Elena I. Myakinnikova

Cand. Tech. Sci., Doctoral Student of the Department of Meat and Fish Products Technology, Kuban State University of Technology, 2, Moskovskaya Str. Krasnodar, 350072, Russia, phone: +7 (861) 255-99-07, e-mail: elenamyakinnikova@mail.ru

Gennadiy I. Kasyanov

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Meat and Fish Products Technology, Kuban State University of Technology, 2, Moskovskaya Str. Krasnodar, 350072, Russia, phone: +7 (861) 255-99-07, e-mail: kasyanov@kubstu.ru



УДК 637.073:532.135

ЗАВИСИМОСТЬ ВЯЗКОУПРУГИХ СВОЙСТВ СЫЧУЖНЫХ ГЕЛЕЙ ОТ КОНЦЕНТРАЦИЙ МОЛОЧНОГО ЖИРА И СУХИХ ВЕЩЕСТВ

А.М. Осинцев*, В.И. Брагинский, Д.С. Бабурчин, В.В. Рынк

ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

*e-mail: osintsev@kemtipp.ru

Дата поступления в редакцию: 21.04.2015 Дата принятия в печать: 24.04.2015

С технологической точки зрения исследование коагуляции молока, содержащего близкое к естественному количество жира, является актуальной задачей. В данной работе проведено теоретическое и экспериментальное исследование процесса флокуляции и гелеобразования в восстановленном модельном молоке, содержащем различное количество казеина (2,5 и 5 % по массе) и жира (0, 2,5 и 5 % по массе). Экспериментальное исследование вязкоупругих свойств формирующихся сгустков проводилось с помощью динамического реометра собственной конструкции, отличающегося возвратно-поступательным перемещением кюветы относительно неподвижного зонда. Разработана упрощенная кинетическая модель процесса формирования сгустка. Флокуляционная стадия этого процесса описывается как рост фрактальных агрегатов размерностью D = 2,22. В этом случае средний размер агрегатов растет быстрее, чем расстояние между ними, и, если исходная концентрация мицелл казеина достаточна, система достигает стадии перколяции, т.е. образования сплошной среды – геля. Далее про-исходит упрочнение сгустка за счет образования дополнительных связей. На основе сформулированной модели объяснено наличие минимальной концентрации мицелл для гелеобразования. Предложено возможное объяснение пропорциональности модуля упругости и модуля потерь для сетки геля. Установлено, что уменьшение концентрации мицелл ведет к снижению числа дополнительных связей в единице объема на стадии формирования сгустка и пропорциональному снижению его прочности. Например, при любой концентрации жира прочность сгустка, в котором исходная концентрация мицелл вдвое

больше, примерно в два раза выше. Увеличение концентрации жира также ведет к увеличению прочности сгустка как за счет уменьшения доступного для мицелл объема, так и за счет увеличения жесткости казеиновых цепочек, связанного с уменьшением их длины. Кроме того, покрытые белковыми молекулами поверхности жировых шариков могут, повидимому, становиться затравочными центрами для хлопьеобразования и образования дополнительных связей в сгустке, повышая тем самым скорости этих процессов.

Коагуляция молока, кинетическая модель, фрактальные агрегаты, перколяция, вязкоупругость.

Введение

Хорошо известно, что процесс свертывания молока представляет собой одну из важнейших стадий производства многих молочных продуктов. Этот процесс представляет собой коагуляцию казечна и может быть вызван различными факторами. В молочной промышленности используются в основном кислотный и сычужный способы коагуляции. В частности, для производства сыров важен процесс сычужного свертывания молока, вызванный молокосвертывающими ферментами.

Молоко представляет собой очень сложную систему, состоящую, грубо говоря, из трех основных подсистем: молочной сыворотки, представляющей собой раствор сывороточных белков, различных солей и лактозы в воде; коллоидного раствора казечновых мицелл в сыворотке; эмульсии жировых шариков, взвешенных в коллоидном растворе казечна.

Сложность системы зачастую вынуждает исследователей искать пути ее упрощения, например, рассматривать особенности коагуляции мицелл казеина на модели обезжиренного молока [1–4]. Однако ясно, что с технологической точки зрения исследование коагуляции молока, содержащего близкое к естественному количество жира, является более актуальной задачей. Некоторые вопросы взаимодействия системы казеиновых мицелл и жировых шариков рассматриваются в работах [5–8].

Целью данной работы является теоретическое и экспериментальное исследование кинетики образования сычужных сгустков и определение их вязкоупругих свойств в процессе формирования при различных соотношениях казеина и жира в молоке.

Объект и методы исследования

Объектом исследований являлось восстановленное обезжиренное молоко, в которое добавлялось необходимое количество нормализованных 20 % сливок до получения требуемой жирности.

Для получения обезжиренного молока с объемной долей мицелл, равной 10 %, 100 г сухого обезжиренного молока, содержащего примерно 25 г казеина, растворялось в 900 мл дистиллированной воды и тщательно перемешивалось. Молоко с объемной долей мицелл 5 % получалось растворением 50 г сухого обезжиренного молока в 950 мл дистиллированной воды. Здесь учтено, что массовая доля казеина в молоке 2,5 % соответствует примерно его 10 % объемной доле из-за высокой степени гидратации казеиновых мицелл [9].

Для получения восстановленного молока жирностью 2,5 % в 875 мл обезжиренного молока вносилось 125 мл сливок. Молоко жирностью 5 % получалось смешиванием 750 мл обезжиренного молока с 250 мл сливок.

В полученное восстановленное молоко добавлялось 4 см 3 10 % раствора хлорида кальция, после чего оно выдерживалось 12 часов при температуре (6 \pm 2) °C.

Для сычужного свертывания использовался химозин в виде ферментного препарата СНУ- $MAX^{\$}$. Для приготовления раствора 0,1 г ферментного препарата в виде порошка растворялся в $100~{\rm cm}^3$ дистиллированной воды. Свертывание всех образцов осуществлялось при (30 ± 1) °C добавлением $15~{\rm mn}$ раствора ферментного препарата к $500~{\rm mn}$ восстановленного молока.

Свертывание производилось в кювете устройства собственной конструкции под условным названием «Формограф», предназначенного для измерения вязкоупругих свойств пищевых продуктов. Конструкция устройства ранее описана в статье [10]. Принцип его работы заключается в измерении механического напряжения, возникающего на неподвижном зонде, когда относительно него линейно по гармоническому закону перемещается измерительная ячейка, наполненная исследуемым веществом. Все измерения дублировались, после чего результаты усреднялись.

Моделирование процесса гелеобразования в молоке осуществлялось стандартными математическими методами с численным решением полученных обыкновенных дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты четвертого порядка.

Результаты и выводы

Зависимость продолжительности первичной стадии от концентраций белка и жира в молоке можно описать в рамках концепции ферментативного протеолиза (гидролиза) к-казеина на поверхности мицелл. Считается, что скорость данной реакции хорошо описывается кинетикой первого порядка [11]:

$$\frac{\partial C(t)}{\partial t} = -k \cdot C(t) \,, \tag{1}$$

где C(t) – число нерасщепленных молекул к-казеина на поверхности мицелл ($C(0) = C_0$), а k –константа скорости протеолиза, зависящая от концентраций молекул фермента [E] и мицелл казеина [M]. В достаточно широком пределе этих концентраций можно считать, что

$$k = k_0 \frac{[E]}{[E_0]} \left(\frac{[M_0]}{[M]} \right)^{\varsigma},$$

где $[E_0]$ и $[M_0]$ — значения [E] и [M] при свертывании молока, содержание белка в котором близко к натуральному, стандартным количеством фермента, а $\zeta \approx 1/3$ [10].

Явная стадия коагуляции молока начинается, когда степень протеолиза к-казеина, определяемая в соответствии с уравнением (1) следующим выражением:

$$\varepsilon = \frac{C_0 - C(t)}{C_0} = 1 - e^{-kt} \,, \tag{2}$$

достигает величины примерно 80–90 %. Будем для определенности считать, что значение $\epsilon = 0.8$ определяет продолжительность первичной стадии коагуляции t_1 .

Для простоты учтем влияние концентрации жира в молоке на константу скорости протеолиза чисто стерически, то есть будем считать, что увеличение концентрации жира приводит к уменьшению доступного мицеллам казеина и молекулам фермента объема. Доля доступного объема в этом случае равна $1-\phi_{\text{fat}}$, где $\phi_{\text{fat}}-$ объемная доля жира в молоке. Следовательно:

$$k = k_0 \frac{[E]}{[E_0]} \left(\frac{[M_0]}{[M]} \right)^{\varepsilon} \frac{1}{(1 - \varphi_{\text{fat}})^{1 - \varepsilon}}.$$
 (3)

Как видно из последнего выражения, увеличение жирности молока ведет к некоторому сокращению продолжительности первичной стадии коагуляции, в то время как увеличение концентрации белка в молоке увеличивает ее продолжительность.

Первичная стадия в соответствии с (2) завершается к моменту времени

$$t_1 = \frac{1}{k} \ln \frac{1}{1 - 0.8} \approx \frac{1.61}{k}$$
 (4)

Для описания процесса явной коагуляции попытаемся построить упрощенную кинетическую модель образования структуры молочного сгустка, достаточно адекватно, на наш взгляд, учитывающую основные особенности процесса.

На этапе флокуляции рост конгломератов можно описать в рамках модели фрактальных кластеров [12–16]. Согласно этой модели средняя плотность кластера р уменьшается по мере увеличения его характерного размера г по степенному закону вида [17]:

$$\rho = \frac{const}{r^{\alpha}}.$$

Масса такого кластера увеличивается не пропорционально его объему (или кубу размеров в случае трехмерного пространства), а несколько медленнее:

$$m = const \frac{r^3}{r^{\alpha}} = const \cdot r^D$$
.

При этом величина $D = 3 - \alpha$ называется фрактальной размерностью кластера.

Если кластер радиусом $r_{\rm N}$ образуется из N одинаковых частиц размером r_0 и плотностью ρ_0 , то его средняя плотность может быть представлена в виде:

$$\rho = \rho_0 \left(\frac{r_0}{r_N} \right)^{\alpha}. \tag{5}$$

При таком определении зависимость размера кластера от среднего числа частиц в нем будет выражаться следующим образом:

$$r_N = r_0 N^{1/D} \,. {(6)}$$

Рост кластеров в системе может быть прекращен либо при достижении частицами максимального размера, либо при достижении условия перколяции, когда диаметр кластеров достигает значения среднего расстояния между ними. В первом случае возникает коагуляционная структура флокуляционного типа с возможностью последующей седиментации флокул, а во втором — вязкоупругая, гелеподобная структура. Оба типа структур могут наблюдаться при коагуляции растворов казеиновых мицелл, причем флокуляционная наблюдается при низкой концентрации мицелл (либо при неполной активации мицелл на стадии первичной коагуляции).

Среднее расстояние между центрами кластеров обратно пропорционально корню кубическому из их концентрации $\Delta={n_{\rm c}}^{-1/3}$. При условии, что концентрация кластеров обратно пропорциональна числу частиц в них $n_{\rm c}=n_0/N$, где n_0 — исходная концентрация казеиновых мицелл, получим следующее выражение для расстояния между кластерами:

$$\Delta_N = \Delta_0 N^{1/3} \,, \tag{7}$$

где $\Delta = n_{\rm c}^{-1/3}$ — среднее расстояние между мицеллами в исходном молоке.

Сравнение выражений (6) и (7) показывает, что рост размеров кластеров происходит быстрее, чем рост расстояния между ними (так как D < 3). Это означает, что система либо достигнет перколяционного предела и превратится в гель, либо образует один очень рыхлый кластер, взвешенный в сыворотке, при недостаточном количестве мицелл.

Однако в реальных условиях рост кластеров ограничен. Вероятность обратного процесса распада кластеров обычно увеличивается с увеличением числа частиц в кластере и соответствующим уменьшением концентрации частиц, окружающих кластер. Таким образом, существует некоторый предельный размер кластера r_m . Этот размер определяется равновесием процессов интеграции и дезинтеграции кластера, и его нахождение представляет собой отдельную задачу. В данной работе мы не будем ее решать, а лишь постулируем существование определенного значения данной величины. Различные исследователи оценивают значение r_m по характерным размерам неоднородностей структуры казеиновых гелей величиной примерно 1-5 мкм [12, 13, 16]. Мы далее для определенности будем считать, что $r_m = 3$ мкм. Тогда максимальное число частиц в кластере согласно (6):

$$N_m = \left(\frac{r_m}{r_0}\right)^D. \tag{8}$$

Считая, что условие перколяции безусловно выполняется при $\Delta_p = 2r_p$, из (6) и (7) получим необходимое для него число частиц в кластере:

$$N_P = \left(\frac{\Delta_0}{2r_0}\right)^{\frac{3D}{\alpha}}.$$
 (9)

Очевидно, что образование гелеподобной структуры в нашей модели возможно, если $N_P \le N_m$. Это условие определяет минимально возможную для гелеобразования исходную концентрацию мицелл казеина в молоке:

$$n_{\min} = \frac{1}{8} r_0^{-D} r_m^{-\alpha}. \tag{10}$$

Оценка показывает, что при фрактальной размерности кластера D=2,22 для мицелл со средним размером около 115 нм их минимальная концентрация, необходимая для гелеобразования, составляет примерно $5\cdot10-8$ моль/дм3, что в пять разменьше средней концентрации мицелл в обычном коровьем молоке $(2,5\cdot10-7$ моль/дм3 [11]).

Ясно, что при протекании процесса флокуляции в молоке в любой момент времени присутствуют казеиновые кластеры различных размеров. Однако мы для простоты будем следить только за ростом кластера некоторого «среднего» размера, состоящего к моменту времени t из N(t) частиц. Если такое «усреднение» адекватно, то можно надеяться на приемлемость нашего подхода для описания экспериментальных данных. Рост кластера будем описывать простой кинетикой, основанной на предположении о пропорциональности скорости роста числу свободных частиц в зоне контакта с кластером:

$$\frac{dN(t)}{dt} = \theta \cdot 4\pi r_N^2 \delta \cdot n(t) , \qquad (11)$$

где θ — вероятность «прилипания» свободной частицы к кластеру в единицу времени, а n(t) — концентрация свободных частиц в контактном слое толщиной δ вблизи кластера радиусом r_N (6) $(N(t_1)=1,\,t\geq t_1)$.

Так как выше была принята модель фиксированного максимального размера кластера, в выражении (11) отсутствует слагаемое, описывающее его распад. Концентрацию кластеров в такой модели будем считать постоянной и равной $n_{\rm c}=n_0/N_m$. Тогда

$$n(t) = n_0 \left(1 - \frac{N(t)}{N_m} \right). \tag{12}$$

Условие (12) обеспечивает прекращение роста кластера после достижения им максимального размера. Однако, как уже отмечалось, рост кластеров может прекратиться и при образовании пространственной сетки, если $N_P < N_m$. Для ограничения роста кластера после достижения условия перколяции будем считать вероятность «прилипания» свободной частицы к кластеру в единицу времени ступенчатой функцией следующего вида:

$$\theta = \theta(N) = \begin{cases} \theta_0, & N < N_P \\ 0, & N \ge N_P \end{cases}$$
 (13)

Чтобы учесть жирность молока снова, как и при описании первичной стадии, воспользуемся простой моделью исключенного объема. В этом случае исходная концентрация мицелл в молоке должна быть заменена приведенной концентрацией $n_0^{(\mathrm{mod})}$, учитывающей, что часть объема занята жировыми шариками:

$$n_0^{\text{(mod)}} = \frac{n_0}{1 - \varphi_{\text{fot}}} \,. \tag{14}$$

Объединяя выражения (6), (11)–(14), получим следующую модель кинетики роста «усредненного» кластера:

$$\frac{dN(t)}{dt} = \theta(N) \cdot 4\pi r_0^2 N^{2/D} \delta \frac{n_0}{1 - \varphi_{\text{fat}}} \left(1 - \frac{N(t)}{N_m} \right). \tag{15}$$

Если после завершения роста фрактальных агрегатов к моменту времени t_P в молоке остается достаточное количество несвязанных мицелл:

$$\left(1-\frac{N(t_P)}{N_m}>0\right),\,$$

то начинается процесс упрочнения сгустка, который мы будем связывать с кинетикой образования дополнительных связей между кластерами. Разумно предположить, что скорость образования таких связей должна быть тем выше, чем больше свободных (подвижных) мицелл осталось после образования сетки. Будем также считать, что каждая свободная частица способна образовать одну дополнительную связь. Пусть v — число дополнительных связей в единице объема, тогда в рамках нашей модели:

$$v(t) = n(t_p) - n(t), \quad \frac{dn(t)}{dt} = -\kappa \cdot n(t), \quad (16)$$

где κ — константа скорости образования дополнительных связей. Решение системы (16) для промежутка времени $t \ge t_P$:

$$v(t) = n(t_p) \left(1 - \exp(-\kappa(t - t_p)) \right) =$$

$$= \frac{n_0}{1 - \varphi_{\text{fat}}} \left(1 - \frac{N(t_p)}{N_m} \right) \left(1 - \exp(-\kappa(t - t_p)) \right). \quad (17)$$

Динамические реологические характеристики свертываемого молока и формирующегося геля могут быть описаны в рамках изложенной выше модели следующим образом. На этапах первичной стадии коагуляции и флокуляции сопротивление движению зонда в молоке является чисто вязким. При этом коэффициент вязкости зависит от объемной доли белковых частиц и жировых шариков [9]

$$\eta = \eta_0 \left(1 + A_{\text{prot}} \varphi_{\text{prot}} + B_{\text{prot}} \varphi_{\text{prot}}^2 + A_{\text{fat}} \varphi_{\text{fat}} + B_{\text{fatl}} \varphi_{\text{fat}}^2 \right),$$

где η_0 — вязкость молочной сыворотки, φ — объемные доли частиц, а A и B — модельные коэффициенты. Например, для коллоидного раствора, содержащего невзаимодействующие твердые сферические частицы, $A \approx 2.5$, а $B \approx 5.9$ [9]. Объемная доля белковых частиц определяется объемом конгломератов:

$$\varphi_{\text{prot}} = \frac{4}{3} \pi r_N^3 n_c = \frac{4}{3} \pi r_0^3 n_0 N^{\frac{\alpha}{D}} = \varphi_0 N^{\frac{\alpha}{D}},$$

где φ_0 — объемная доля казеиновых мицелл в молоке. В последнем выражении принято, что $n_c = n_0/N$, N=1 при $t \le t_1$, и, кроме того, не учитывается небольшое изменение объема мицелл в течение первичной стадии коагуляции.

После возникновения сетки геля свободное течение становится практически невозможным, так как жидкость оказывается «запертой» в ячейках сетки. В этом случае основной механизм диссипации энергии (за счет вязкого трения) при движении зонда, на наш взгляд, связан с перетеканием жидкости между соседними ячейками. Для этого необходимо совершить работу по «расширению» канала против сил упругости связей. Так как после перетекания силы упругости восстанавливают ячейку, а энергия жидкости не изменяется, работа сил трения равна по абсолютному значению работе сил упругости. Это означает, что при данном режиме «течения» безвозвратные потери энергии на деформацию сетки пропорциональны работе сил упругости.

Для описания упругих свойств сетки воспользуемся простой моделью, в которой модуль упругости полимерной сетки определяется числом связей между цепями, приходящимся на единицу объема [18]. В нашем приближении сила упругости, действующая на зонд, совершающий вынужденные гармонические колебания в исследуемом молоке с амплитудой $\mathbf{x}_{\mathbf{m}}$ и частотой π , равна:

$$F_{\text{elast}} = C_{\text{elast}} x_m \sin \omega t , \qquad (18)$$

где $C_{elast} = C_1 \nu$ — коэффициент упругости среды, зависящий от формы зонда и связанный с упругими свойствами сетки, определяемыми числом дополнительных связей в единичном объеме геля. При моделировании экспериментальных зависимостей учитывалась также дополнительная упругость геля за счет того, что жировые шарики являются терминальными точками для упругих белковых цепочек, уменьшая тем самым их длину и повышая жесткость. Для простоты считалось, что дополнительная жесткость обратно пропорциональна среднему расстоянию между жировыми шариками, т.е. пропорциональна корню кубическому из объемной доли жировых шариков $C_1 = C_{01}(1+\varphi_{oil}^{-1/3})$. Упругая составляющая силы в соответствии с законом Гука пропорциональна смещению, и, следовательно, ее колебания совпадают по фазе с колебаниями зонда.

Составляющая силы, связанная с вязким трением (т.е. с диссипацией энергии колебаний), в данном приближении выглядит следующим образом:

$$F_{\text{lost}} = C_{\text{lost}} x_m \cos \omega t \,, \tag{19}$$

где

$$C_{
m lost} = L\omega\eta_0 \left(1 + A_{
m prot} \varphi_{
m prot} + B_{
m prot} \varphi_{
m prot}^2 + A_{
m fat} \varphi_{
m fat} + B_{
m fat} \varphi_{
m fat}^2 + C_2 \nu
ight)$$
, где L — «характерный размер» зонда. Как видно, вязкая составляющая силы опережает смещение зонда по фазе на $\pi/2$.

Полная сила, действующая на зонд, очевидно, также изменяется с циклической частотой ω , но сдвинута по фазе на величину δ :

$$F = F_m \sin(\omega t + \delta), \tag{20}$$

где
$$F_m = \sqrt{F_{\rm elast}^2 + F_{\rm lost}^2}$$
,

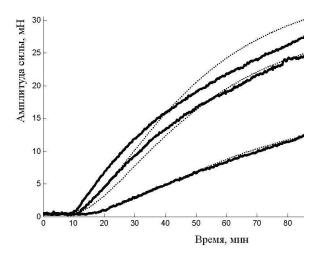
а $tg\delta$ равен:

$$tg\delta = \frac{C_{\text{lost}}}{C_{\text{elast}}} = \frac{L\omega\eta_0 \left(1 + A_{\text{prot}}\varphi_{\text{prot}} + B_{\text{prot}}\varphi_{\text{prot}}^2 + A_{\text{fat}}\varphi_{\text{fat}} + B_{\text{fat}}\varphi_{\text{fat}}^2 + C_2\nu\right)}{C_1\nu}.$$

Как видно, коэффициенты $C_{\rm elast}$ и $C_{\rm lost}$ аналогичны модулям упругости и потерь для сдвиговой динамической реологии. Их отношение также определяет тангенс угла потерь который на этапе формирования геля должен стремиться к некоторому постоянному значению:

$$\frac{L\omega\eta_0C_2}{C_1}.$$

На рис. 1 представлены экспериментальные зависимости амплитуды результирующей силы F_m от времени, в процессе свертывания молока, а также их аппроксимация в рамках описанной выше модели.



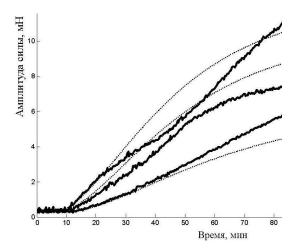
Сплошные линии – результат эксперимента; пунктир – расчетные данные

Рис. 1. Зависимость амплитуды полной вязкоупругой силы, действующей на зонд от времени с момента внесения сычужного фермента в молоко. Массовая концентрация сухих веществ в молоке 10%. Массовая концентрация жира: 1-0%; 2-2.5%; 3-5%

Можно отметить хорошее качественное и вполне удовлетворительное количественное соответствие модели и эксперимента при использовании следующего набора значений основных параметров модели: $k_0 = 0.18$ мин⁻¹; D = 2.22; $r_0 = 5.75 \cdot 10^{-2}$ мкм; $\delta = r_0$;

 θ_0 = 6,0 мин⁻¹; κ = 2,5·10⁻² мин⁻¹; A_{prot} = A_{fat} = 0; B_{prot} = 0,1; B_{fat} = 1; C_1 = 0,05 мкм³·H/мм; C_2 = 0,01 мкм³; L = 0,55 мм; x_{m} = 0,4 мм; w = 1,26 с⁻¹.

Зависимости, представленные на рис. 2, получены при тех же параметрах, что и на рис. 1, однако при вдвое меньшей массовой доле сухих веществ (и, соответственно, мицелл казеина). Несмотря на то что количественное соответствие в этом случае заметно хуже, чем в предыдущем, качественное – вполне удовлетворительно.



Сплошные линии – результат эксперимента; пунктир – расчетные данные

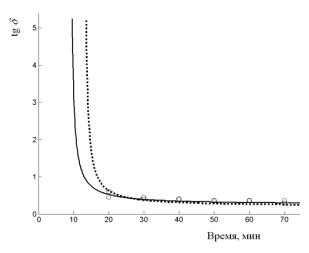
Рис. 2. Зависимость амплитуды полной вязкоупругой силы, действующей на зонд от времени с момента внесения сычужного фермента в молоко. Массовая концентрация сухих веществ в молоке 5 %.

Массовая доля жира: 1 - 0%; 2 - 2.5%; 3 - 5%

Как и следует из описанной выше модели, уменьшение концентрации мицелл ведет к снижению числа дополнительных связей в единице объема на стадии формирования сгустка и пропорциональному снижению его прочности. Действительно, сравнение соответствующих кривых на двух рисунках показывает, что для любой концентрации жира прочность сгустка, в котором исходная концентрация мицелл вдвое больше, примерно в два раза выше.

Увеличение концентрации жира, в свою очередь, ведет как к уменьшению доступного для мицелл (и молекул фермента) объема, так и к увеличению жесткости цепочек из-за уменьшения их длины. В результате, как видно из обоих рисунков, повышение жирности молока несколько сокращает продолжительность первичной стадии коагуляции и одновременно заметно повышает прочность формирующегося сгустка.

На рис. 3 показаны результаты моделирования экспериментальных данных для тангенса угла потерь в молочном сгустке. Как уже отмечалось при обсуждении выражения (20), значение tg δ слабо меняется в процессе формирования сгустка, что происходит из-за особого механизма вязкого трения при перемещении зонда. Похожие результаты были получены и другими экспериментаторами (см., например, [5]).



Точки – результат эксперимента; линии – аппроксимация (20)

Рис. 3. Зависимость тангенса угла потерь от времени с момента внесения сычужного фермента в молоко. Массовая концентрация сухих веществ в молоке 10%. Массовая доля жира: 0 % — квадратный маркер, пунктирная линия; 2,5 % — круглый маркер, сплошная линия.

Отметим, что для достижения удовлетворительного совпадения экспериментальных и модельных результатов пришлось не только ввести дополнительный множитель к упругой постоянной С1, описывающий повышение жесткости сетки геля при наличии жировых шариков (как отмечено в комментарии к формуле (18)), но и ввести аналогичные множители (1+ $\phi_{\text{fat}}^{1/3}$) для кинетических констант k_0 , θ_0 и κ .

Таким образом, роль жировых шариков не сводится к простому уменьшению доступного для мицелл казеина и молекул фермента объема. Повидимому, покрытые белковыми молекулами поверхности жировых шариков могут становиться затравочными центрами для хлопьеобразования и образования дополнительных связей в сгустке, повышая тем самым скорости этих процессов. Аналогичный механизм влияния жировых шариков на упругие свойства сгустка описан, например, в работе [6, 7]. Несколько менее понятна роль жировых шариков в дополнительном ускорении первичной стадии коагуляции. Этот вопрос требует дополнительного изучения. К сожалению, в данной модели невозможно оценить и роль размеров жировых шариков в описанных процессах.

В заключение можно сделать вывод о том, что проведенные экспериментальные исследования кинетики образования сычужных молочных сгустков и их реологических свойств при различных концентрациях молочных белков и молочного жира позволили изучить ряд закономерностей свертывания необезжиренного молока. В свою очередь, моделирование процесса свертывания на основе простых кинетических моделей прояснило механизм этих закономерностей и позволило объяснить ряд особенностей коагуляции молочного казеина в присутствии молочного жира.

Список литературы

- 1. Effects of mineral salts and calcium chelating agents on the gelation of renneted skim milk / P. Udabage, I.R. McKinnon, M.A. Augustin // Journal of Dairy Science. 2001. Vol. 84. P. 1569–1575.
- 2. Tuinier, R. Stability of casein micelles in milk / R. Tuinier, C.G. de Kruif // Journal of Chemical Physics. 2002. Vol. 117. P. 1290–1295.
- 3. Effect of insoluble calcium concentration on rennet coagulation properties of milk / J. Choi, D.S. Horne, J.A. Lucey // Journal of Dairy Science. 2007. Vol. 90. P. 2612–2623.
- 4. A phenomenological model of milk coagulation / A.M. Osintsev, E.S. Gromov, V.I. Braginsky // Foods and Raw Materials. $-2013.-Vol.\ 1(1).-P.\ 11-18.$
- 5. Everett, D.W. Dynamic rheology of renneted milk gels containing fat globules stabilized with different surfactants / D.W. Everett, N.F. Olson // Journal of Dairy Science. 2000. Vol. 83. P. 1203–1209.
- 6. The impact of the concentration of casein micelles and whey protein-stabilized fat globules on the rennet-induced gelation of milk / Z. Gaygadzhiev, M. Corredig, M. Alexander // Colloids Surf B Biointerfaces. 2009. Vol. 68. P. 154–162.
- 7. Rennet-induced aggregation of milk containing homogenized fat globules. Effect of interacting and non-interacting fat globules observed using diffusing wave spectroscopy / M. Corredig, G. Titapiccolo, Z. Gaygadzhiev, M. Alexander // International Dairy Journal. 2011. Vol. 21. P. 679–684.
- 8. Interactive effects of milk fat globule and casein micelle size on the renneting properties of milk / A. Logan, L. Day, A. Pin et al. // Food and Bioprocess Technology. 2014. Vol. 7. P. 3175–3185.
- 9. de Kruif, C.G. Casein micelle structure, functions and interactions, in: Fox P.F. and McSweeney P.L.H. (Eds.), Advanced Dairy Chemistry: Proteins / C.G. de Kruif, C. Holt, // Kluwer Academic/Plenum Publishers. 2003. Vol.1. P. 233–276.
- 10. Динамический формограф для реологических исследований в пищевой промышленности / А.М. Осинцев, В.И. Брагинский, Д.С. Бабурчин, А.Н. Пирогов // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 2. С. 20–24.
- 11. Осинцев, А.М. Исследование механизма протеолитической стадии энзиматической коагуляции молочного казеина / А.М. Осинцев, К.В. Qvist // Коллоидный журнал. 2004. № 2. С. 223–227.
- 12. Bremer, L.G.B. Theoretical and experimental study of the fractal nature of the structure of casein gels / L.G.B. Bremer, T. van Vliet, P. Walstra // Journal of the Chemical Society, Faraday Transactions 1: Physical Chemistry in Condensed Phases. 1989. –Vol. 85. P. 3359–3372.
- 13. Casein micelle hydration and fractal structure of milk aggregates and gels / N. Vétier, S. Banon, J.P. Ramet, J. Hardy // Lait. -2000. Vol. 80. P. 237–246.
- 14. Scaling and fractal analysis of viscoelastic properties of heat-induced protein gels / M.M. Ould Eleya, S. Ko, S. Gunasekaran // Food Hydrocolloids. 2004. Vol. 18. P. 315–323.
- 15. Zhong, Q. Physicochemical Variables Affecting the Rheology and Microstructure of Rennet Casein Gels / Q. Zhong, C.R. Daubert, O.D. Velev // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2007. Vol. 55. P. 2688–2697.
- 16. Смыков, И.Т. Фрактальные структуры роста в молочном сгустке / И.Т. Смыков // Хранение и переработка сельхозсырья. -2008. -№ 3. С. 14-17.
 - 17. Смирнов, Б.М. Физика фрактальных кластеров / Б.М. Смирнов. М.: Наука, 1991. 136 с.
 - Дой, М. Динамическая теория полимеров / М. Дой, С. Эдвардс. М.: Мир, 1998. 441 с.

DEPENDENCE OF VISCOELASTIC PROPERTIES OF RENNET GELS ON CONCENTRATIONS OF MILK FAT AND SOLIDS

A.M. Osintsev*, V.I. Braginsky, D.S. Baburchin, V.V. Rynk

Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

*e-mail: osintsev@kemtipp.ru

Received: 21.04.2015 Accepted: 24.04.2015

From the technological point of view, one of urgent problems is the study of milk coagulation for samples containing a close to natural amount of fat. This paper is devoted to theoretical and experimental study of flocculation and gelation processes in model samples of reconstituted milk containing different amounts of casein (2.5% and 5% by weight) and fat (0%, 2.5% and 5% by weight). Experimental study of the viscoelastic properties of milk clot during its formation was made with a dynamic rheometer of our own design characterized by reciprocal translational displacement of the cell relative to the stationary probe. A simplified kinetic model of the clot formation process is developed. Flocculation stage of this process is described as growth of fractal aggregates with fractal dimension D = 2.22. In this case, the average size of the aggregates increases faster than the average distance between them, and if the initial concentration of the casein micelles is sufficient, the system reaches percolation stage, i.e. formation of continuum gel. The next stage is strengthening of the clot due to formation of additional bonds. Based on the proposed model the presence of minimum micelle concentration for gelation is explained. A possible explanation for the proportionality of the elastic modulus and the loss modulus for gel network is suggested. It is found that decreasing the micelle concentration leads to the lowering of the number of additional bonds per unit volume at the clot formation stage and proportional decrease of the clot strength. For example, at any fat concentration the clot strength wherein the initial micelle concentration twice as much is approximately two times higher. The fat concentration increase also leads to the increase in the clot strength both by reducing the volume available to micelles and by

increasing the stiffness of the casein chains due to decreasing of their lengths. In addition, protein-coated fat globule surfaces may seem to become the seed centers for flocculation and the formation of additional bonds, thereby increasing the rates of these processes.

Milk coagulation, kinetic model, fractal aggregates, percolation, viscoelasticity.

References

- 1. Udabage P., McKinnon I. R., Augustin M. A. Effects of mineral salts and calcium chelating agents on the gelation of renneted skim milk. *Journal of Dairy Science*. 2001, vol. 84, pp. 1569-1575.
- 2. Tuinier R., de Kruif C. G. Stability of casein micelles in milk. *Journal of Chemical Physics*. 2002, vol. 117, pp. 1290-1295.
- 3. Choi J., Horne D. S., Lucey J. A. Effect of insoluble calcium concentration on rennet coagulation properties of milk. *Journal of Dairy Science*. 2007, vol. 90, pp. 2612-2623.
- 4. Osintsev A. M., Gromov E. S., Braginsky V. I. A phenomenological model of milk coagulation. *Foods and Raw Materials*. 2013, vol. 1(1), pp. 11-18.
- 5. Everett D. W., Olson N. F. Dynamic rheology of renneted milk gels containing fat globules stabilized with different surfactants. *Journal of Dairy Science*. 2000, vol. 83, pp. 1203-1209.
- 6. Gaygadzhiev Z., Corredig M., Alexander M. The impact of the concentration of casein micelles and whey protein-stabilized fat globules on the rennet-induced gelation of milk. *Colloids Surf Biointerfaces*. 2009, vol. 68, pp. 154-162.
- 7. Corredig M., Titapiccolo G., Gaygadzhiev Z., Alexander M. Rennet-induced aggregation of milk containing homogenized fat globules. Effect of interacting and non-interacting fat globules observed using diffusing wave spectroscopy. *International Dairy Journal*. 2011, v. 21, pp. 679–684.
- 8. Logan A., Day L., Pin A., Auldist M., Leis A., Puvanenthiran A., Augustin M.A. Interactive effects of milk fat globule and casein micelle size on the renneting properties of milk. *Food and Bioprocess Technology*. 2014, v. 7, pp. 3175-3185.
- 9. De Kruif, C.G. and Holt, C., Casein micelle structure, function, and interactions, in *Advanced Dairy Chemistry*, Nev York, Kluwer Academiic/Plenum Publishers, 2003, vol. 1, pp. 233–276.
- 10. Osintsev A.M., Braginskiy V.I., Baburchin D.S., Pirogov A.N. Dinamicheskii formograf dlia reologicheskikh issledovanii v pishchevoi promyshlennosti [Dynamic formograph for rheological research in the food-processing industry]. *Tekhnika i tekhnologiia pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology]. 2014, no. 2, p. 20-24.
- 11. Osintsev A.M., Qvist K.B. Study of the mechanism of the proteolytic stage of enzymatic coagulation of milk casein. *Colloid Journal*, 2004, vol. 66, no. 2, p. 192-196.
- 12. Bremer L.G.B., van Vliet T., Walstra P. Theoretical and experimental study of the fractal nature of the structure of casein gels. *Journal of the Chemical Society, Faraday Transactions 1: Physical Chemistry in Condensed Phases.* 1989, vol. 85, p. 3359-3372.
- 13. Vétier N., Banon S., Ramet J.P., Hardy J. Casein micelle hydration and fractal structure of milk aggregates and gels. *Lait*. 2000, vol. 80, p. 237-246.
- 14. Ould Eleya M.M., Ko S., Gunasekaran S. Scaling and fractal analysis of viscoelastic properties of heat-induced protein gels. *Food Hydrocolloids*. 2004, vol. 18, p. 315–323.
- 15. Zhong Q., Daubert C.R., Velev O.D. Physicochemical variables affecting the rheology and microstructure of rennet casein gels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007, vol. 55, p. 2688-2697.
- 16. Smykov I.T. Fraktal'nye struktury rosta v molochnom sgustke [Fractal structure in milk clot]. *Khranenie i pererabotka sel'skokhoziaistvennogo syr'ia* [Agricultural Commodities Storage and Processing]. 2008, no. 3, p. 14-17.
- 17. Smirnov B.M. *Fizika fraktal'nykh klasterov* [Physics of the fractal clusters]. Moscow, Nauka Publ., 1991. 136 p.
- 18. Doi M., Edwards S. *The theory of polymer dynamics*. Oxford University Press, 1988. 406 p. (Russ. ed.: Doi M., Edwards S. *Dinamicheskaia teoriia polimerov*. Moscow, Mir Publ., 1998. 441 p.)

Дополнительная информация / Additional Information

Зависимость вязкоупругих свойств сычужных гелей от концентраций молочного жира и сухих веществ / А.М. Осинцев, В.И. Брагинский, Д.С. Бабурчин, В.В. Рынк // Техника и технология пищевых производств. -2015. - T. 37. - № 2. - C. 53–61.

Osintsev A.M., Braginsky V.I., Baburchin D.S., Rynk V.V. Dependence of viscoelastic properties of rennet gels on concentrations of milk fat and solids. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 53–61. (In Russ.)

Осинцев Алексей Михайлович

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой физики, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47,

тел.: +7 (3842) 39-68-32, e-mail: osintsev@kemtipp.ru

Брагинский Владимир Ильич

канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры автоматизации производственных процессов и автоматизированных систем управления, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-79, e-mail: brag1303@yandex.ru

Бабурчин Денис Сергеевич

аспирант, ведущий инженер Центра новых информационных технологий, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-87

Рынк Виталий Васильевич

аспирант, заведующий лабораторией кафедры физики, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, 6-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-32

Aleksey M. Osintsev

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Physics, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-32, e-mail: osintsev@kemtipp.ru

Vladimir I. Braginsky

Cand. Tech. Sci., Associate Professor, Professor of the Department of Production Processes Automation and Automation Systems, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-79, e-mail: brag1303@yandex.ru

Denis S. Baburchin

Postgraduate Student, Leading Engineer, Center of New Information Technologies, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-87,

e-mail: bds_mail@list.ru

Vitaliy V. Rynk

Postgraduate Student, Head of Laboratory of the Department of Physics, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-32



УДК 664.22:542.816

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МЕМБРАННОГО АППАРАТА ПРИ КОНЦЕНТРИРОВАНИИ КРАХМАЛЬНОГО МОЛОКА

Л.Р. Хачатрян, Р.В. Котляров*, Б.А. Лобасенко

ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

*e-mail: asu@kemtipp.ru

Дата поступления в редакцию: 14.04.2015 Дата принятия в печать: 23.04.2015

Технологии разделения и очистки веществ нашли широкое применение во многих отраслях промышленности, где требуются выделение компонентов из смеси, концентрирование и получение высокочистых веществ, водоочистка и переработка отходов производства и т.д. Особое внимание при организации технологических процессов уделяется созданию безотходных технологий и замкнутых производственных схем. Одной из разновидностей технологии разделения и очистки жидких и газообразных сред являются мембранные методы. Переработка сырья мембранными методами в отличие от широко применяемых методов производится без фазовых превращений. Мембранные методы в ряде случаев оказываются не только более экономичными и менее энергоемкими по сравнению с другими методами, но часто позволяют полнее использовать сырье и энергию. Несмотря на преимущества мембранных методов, их использование в промышленности в настоящее время недостаточно. Это обусловлено невысокой производительностью мембранного оборудования вследствие образования в процессе переработки сред на поверхности мембраны слоя, содержащего задерживаемые вещества в концентрации выше, чем в основном потоке. В связи с этим разработка мембранного оборудования, в котором предусмотрено снижение толщины слоя задерживаемых веществ различными способами, является актуальной задачей. Разработана новая конструкция мембранного аппарата, включающая вставку, состоящую из несущего стрежня и конических элементов, в котором снижение толщины слоя задерживаемых веществ на мембране осуществляется гидродинамическим способом. Экспериментальные исследования мембранного аппарата при концентрировании крахмального молока показали, что конструкция является работоспособной. Полученная регрессионная модель позволила определить рациональные значения параметров технологического режима работы мембранного аппарата (T = 45 °C, P = 0,25 МПа), при которых достигается максимально

возможная производительность, равная $490 \cdot 10^{-6}$ м³/(м²·с). В результате сравнительных экспериментальных исследований новой конструкции мембранного аппарата и прототипа установлено, что использование вставки в составе мембранного аппарата позволяет повысить его производительность по фильтрату в 1,6 раза.

Мембранный аппарат, концентрирование, крахмальное молоко, технологические режимы, регрессионный анализ.

Введение

Современная пищевая промышленность ориентируется на технологии глубокой переработки сырья. Одним из наиболее перспективных методов глубокой переработки жидких пищевых сред можно считать мембранные методы, позволяющие осуществлять концентрирование, очистку и фракционирование пищевых жидкостей с сохранением полезных свойств входящих в их состав компонентов. В частности, мембранные методы успешно применимы в процессе выработки крахмала на этапе рафинирования крахмального молока с целью более тонкой переработки крахмальной суспензии и снижения потерь крахмала [4, 7, 8].

В настоящее время существует разнообразное аппаратурное оформление мембранных процессов. Однако повышение производительности мембранного оборудования остается актуальной научной задачей.

Целью данной статьи является описание новой конструкции мембранного аппарата, а также экспериментальные исследования аппарата, позволяющие определить его работоспособность, выявить рациональные значения технологических режимов его работы и провести сравнительный анализ с существующим мембранным оборудованием.

Объект и методы исследования

Объектом исследования является мембранный аппарат для переработки жидких пищевых сред (рис. 1), новизна которого защищена положительным решением о выдаче патента РФ на полезную модель [3]. Прототипом послужил классический мембранный аппарат [2], который был реализован на базе исследовательской лаборатории ФГБОУ ВО «КемТИПП» для исследования процесса концентрирования жидких пищевых сред. Прототип содержит корпус 1, выполненный в виде цилиндра. С одной стороны корпуса располагается патрубок 2 для подачи исходного потока среды, с другой патрубок 3 для отвода конечного продукта в виде концентрата, а также патрубок 4 для отвода фильтрата. Внутри корпуса располагается коаксиально полупроницаемая мембрана 5. Прототип характеризуется низкой производительностью по фильтрату, что обусловлено накоплением слоя задерживаемых веществ на поверхности мембраны. Новая конструкция мембранного аппарата отличается от прототипа тем, что в мембране располагается вставка, состоящая из несущего стержня 6, конических элементов 7 и фиксирующих колец 8. Каждый конический элемент позволяет локально повысить скорость потока перерабатываемой среды, что способствует уменьшению слоя задерживаемых веществ на поверхности мембраны и интенсифицирует мембранный процесс.

Основными параметрами конического элемента являются длина (L, m) , диаметры большего (D'', m) и меньшего (D', m) оснований. На основе результа-

тов практической реализации математической модели гидродинамических условий при обтекании жидкостью конической поверхности в цилиндрическом канале [6] выбраны следующие рациональные значения параметров: $L=0{,}004\,$ м, $D'=0{,}001\,$ м, $D''=0{,}005\,$ м.

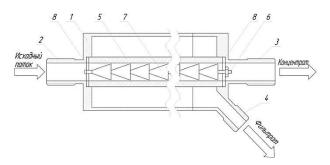


Рис. 1. Мембранный аппарат:

1 – корпус; 2 – патрубок для подачи исходного потока среды;
 3 – патрубок для отвода конечного продукта в виде концентрата;
 4 – патрубок для отвода фильтрата;
 5 – полупроницаемая мембрана;
 6 – несущий стержень вставки;
 7 – конические элементы вставки;
 8 – фиксирующие кольца

Экспериментальные исследования проводились на мембранной установке периодического действия, которая предусматривает циркуляцию всего концентрируемого раствора. Избыточное давление, необходимое для проведения процесса концентрирования, создавалось при помощи циркуляционного насоса и дросселирующего вентиля. Контроль давления осуществлялся при помощи манометра. Постоянная температура процесса поддерживалась термостатом.

В качестве перерабатываемой среды выбрано крахмальное молоко (крахмальная суспензия) с концентрацией сухих веществ C = 7 % масс.

Результаты и их обсуждение

На начальном этапе определено влияние скорости потока перерабатываемой среды в канале мембраны на производительность аппарата. Здесь и далее указана скорость потока среды на входе в канал мембраны, т.е. в сечении меньшего основания конического элемента. В соответствии с расчетами [6] по длине конического элемента происходит увеличение скорости потока. Кроме того, результаты расчета показали, что при скорости потока более 0,7 м/с значение критерия Рейнольдса не опускается ниже 2300, что свидетельствует о переходном режиме течения жидкости, когда турбулентное течение более вероятно. Максимальная скорость потока v = 1 м/с обусловлена техническими возможностями оборудования мембранной установки. Экспериментальные исследования проводились при температуре крахмального молока T = 25 °C, избыточном давлении в канале аппарата Р = 0,25 МПа. Поскольку опыты в каждой точке повторялись не менее десяти раз, результаты исследований (рис. 2) представлены в виде диаграмм «box-and-whiskers» («ящик с усами»), характеризующих разброс экспериментальных данных.

Экспериментально доказано, что увеличение скорости потока перерабатываемой среды приводит к повышению степени турбулизации потока, что, в свою очередь, снижает толщину слоя задерживаемых веществ на поверхности мембраны и повышает производительность мембранного аппарата. В нашем случае можем принять в качестве рекомендуемого при дальнейших исследованиях максимально возможное значение скорости потока, т.е. $v=1\ \text{м/c}$.

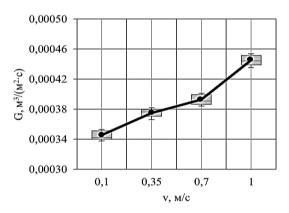


Рис. 2. Влияние скорости потока среды на производительность мембранного аппарата при концентрировании крахмального молока (C=7~% масс.) $T=25~^{\circ}C, P=0.25~\text{M}\Pi a$

На следующем этапе определено влияние давления в канале мембраны на производительность аппарата. Экспериментальные исследования проводились при температуре крахмального молока T=25 °C, скорости потока среды v=1 м/с. Результаты исследований представлены на рис. 3.

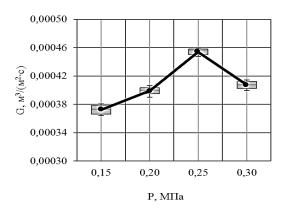


Рис. 3. Влияние давления в канале мембраны на производительность мембранного аппарата при концентрировании крахмального молока (C=7 % масс.) T=25 °C, v=1 м/c

Максимальная производительность мембранного аппарата наблюдается при $P=0,25~\mathrm{M\Pi a}$. Именно в этой точке достигается равновесие двух противодействующих факторов. С одной стороны, повы-

шение давления приводит к увеличению движущей силы процесса и, следовательно, способствует образованию фильтрата. С другой стороны, под действием давления происходит уплотнение слоя задерживаемых мембраной веществ, что приводит к увеличению его сопротивления и, следовательно, снижению образования фильтрата. До указанной точки перевес имеет первый фактор, после — второй. Таким образом, рациональным значением давления в канале мембраны предварительно можно считать $P=0,25\ M\Pi a$.

На следующем этапе определено влияние температуры перерабатываемой среды на производительность аппарата. Экспериментальные исследования проводились при ранее установленных значениях избыточного давления в канале мембраны и скорости потока среды. Результаты исследований представлены на рис. 4.

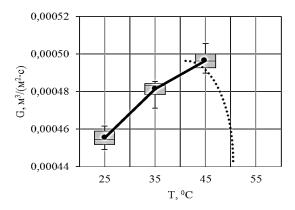


Рис. 4. Влияние температуры среды на производительность мембранного аппарата при концентрировании крахмального молока (C=7%масс.) $P=0.25 M\Pi a, v=1 m/c$

Повышение температуры крахмального молока вызывает снижение вязкости воды и, следовательно, снижение вязкости суспензии, что способствует образованию фильтрата. При температуре до 40–45 °C зерна крахмала в составе крахмального молока набухают ограниченно, его вязкость практически не меняется [4, 5]. При температуре выше указанных значений зерна крахмала поглощают больше воды, увеличивается вязкость крахмального молока, что приводит к снижению образования фильтрата. При нагревании крахмального молока выше 50-55 °C зерна крахмала поглощают значительное количество воды, увеличиваются в объеме в несколько раз. При этом происходит разрушение нативной структуры зерна, крахмальная суспензия превращается в клейстер. Экспериментально доказано, что при температуре 50-55 °C в крахмальном молоке начинается образование сгустков крахмала, имеющих вязкую структуру. Повышение температуры до 60 °C сопровождается увеличением количества сгустков, а также ростом объема отдельного сгустка. При температуре выше 60 °C образование сгустков носит массовый характер. Процесс мембранного концентрирования практически останавливается, так как образованные сгустки полностью закупоривают внутренний канал мембраны. Поэтому при температурах выше 50–55 °C производительность мембраны по фильтрату определить практически невозможно.

Далее проведены исследования влияния температуры перерабатываемой среды на производительность аппарата при различных давлениях в канале мембраны. Результаты исследований представлены на рис. 5.

В каждом случае повышение температуры крахмального молока в известных диапазонах ведет к повышению производительности мембранного аппарата.

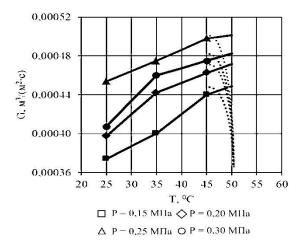


Рис. 5. Влияние температуры среды на производительность мембранного аппарата при концентрировании крахмального молока ($C=7\,$ % масс.) $v=1\,$ м/с

Взаимное влияние температуры среды $(X_1 = T)$ и давления в канале мембраны $(X_2 = P)$ на производительность мембранного аппарата (Y = G) может быть отражено регрессионной моделью второго порядка (1).

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + b_{12} \cdot X_1 \cdot X_2 + b_{11} \cdot X_1^2 + b_{22} \cdot X_2^2 . \tag{1}$$

Для построения регрессионной модели проведены активные эксперименты на основе матрицы планирования ортогонального плана второго порядка для двух факторов (табл. 1), составленной в соответствии со стандартной методикой [1].

Матрица планирования ортогонального плана второго порядка

| <u>№</u> | Фак | горы | Производительность по фильтрату |
|----------|------|--------|---|
| п/п | T, ℃ | Р, МПа | $G \cdot 10^6, \text{m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{c})$ |
| 1 | 25 | 0,20 | 397 |
| 2 | 45 | 0,20 | 462 |
| 3 | 25 | 0,30 | 407 |
| 4 | 45 | 0,30 | 475 |
| 5 | 25 | 0,25 | 454 |
| 6 | 45 | 0,25 | 498 |
| 7 | 35 | 0,20 | 442 |
| 8 | 35 | 0,30 | 460 |
| 9 | 35 | 0,25 | 475 |

Результаты параметрической идентификации и статистической оценки параметров уравнения регрессии приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты параметрической идентификации и статистической оценки параметров уравнения регрессии

| Парам | Параметр | | |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------|--|
| | b_0 | параметра 482,37 | |
| | b` ₀ | 452,39 | |
| Безразмерные коэффициенты | b_1 | 29,46 | |
| | b_2 | 6,70 | |
| коэффициенты | b ₁₂ | 0,62 | |
| | b ₁₁ | -10,07 | |
| | b_{22} | -34,89 | |
| Дисперсия | S ² _{восп} | 21,48 | |
| воспроизводимости | $f_{\text{восп}}$ | 9 | |
| | t_0 | 312,23 | |
| D V | t_1 | 15,57 | |
| Расчетный критерий | t_2 | 3,54 | |
| Стьюдента | t_{12} | 0,27 | |
| Ствюденти | t_{11} | 2,29 | |
| | t ₂₂ | 7,93 | |
| Критический | | | |
| критерий | $t_{\kappa p}$ | 2,26 | |
| Стьюдента | \mathbf{G}^2 | 75.02 | |
| Дисперсия | S_{aA}^2 | 75,83 | |
| адекватности | $f_{a\mu}$ | 4 | |
| Критерий Фишера | F_{pacq} | 3,53 | |
| т.р.птерии тимери | $F_{\text{крит}}$ | 3,60 | |

Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии позволила исключить незначимый коэффициент уравнения (b_{12}). Адекватность уравнений подтверждена оценкой по критерию Фишера ($F_{\text{крит}} = 3.6$; $F_{\text{расч}} = 3.53$; $F_{\text{крит}} > F_{\text{расч}}$). Таким образом, зависимость производительности мембранного аппарата по фильтрату от параметров технологического режима может быть описана регрессионной моделью в безразмерном (2) и натуральном (3) масштабах.

$$G \cdot 10^6 = 482,37 + 29,46 \cdot T + 6,70 \cdot P - 10,07 \cdot T^2 - 34,89 \cdot P^2,$$
 (2)

$$G \cdot 10^{6} = -6,498 \cdot 10^{2} + 9,95 \cdot T + 7,114 \cdot 10^{3} \cdot P - 0,1 \cdot T^{2} - 1,396 \cdot 10^{4} \cdot P^{2}.$$
 (3)

В результате анализа уравнения регрессии (3) в диапазоне изменения параметров $T \in [25; 45]$ и $P \in [0,20; 0,30]$ выявлены их рациональные значения T = 45 °C, P = 0,25 МПа, при которых достигается максимально возможная производительность мембранного аппарата, равная $490 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{c})$. Максимум производительности явно просматривается на поверхности (рис. 6).

Экспериментально установлена максимально возможная производительность прототипа при концентрировании крахмального молока, которая составляет в среднем $300 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{c})$.

Таблица 1

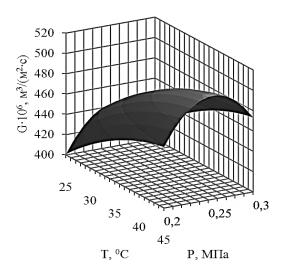


Рис. 6. Зависимость производительности мембранного аппарата по фильтрату от параметров технологического режима при концентрировании крахмального молока $T=45~^{\circ}C, \ P=0.25~M\Pi a, \ v=1~m/c$

Таким образом, использование вставки, состоящей из несущего стержня конических элементов, в составе мембранного аппарата позволило повысить его производительность в 1,6 раза. Это объясняется тем, что гидродинамический элемент конической формы позволяет локально повысить скорость потока перерабатываемой среды. При этом происходит уменьшение слоя задерживаемых веществ на

поверхности мембраны, что приводит к повышению скорости образования фильтрата и интенсифицирует мембранный процесс в целом.

На рис. 7 приведены экспериментальные кривые производительности по фильтрату новой конструкции мембранного аппарата и прототипа при рациональных значениях параметров технологического режима, наглядно подтверждающие преимущество разработанной конструкции.

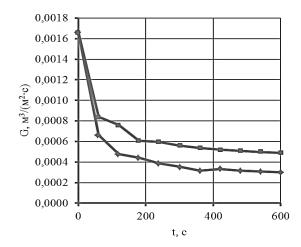


Рис. 7. Производительность мембранного аппарата без вставки и со вставкой при концентрировании крахмального молока ($C=7\,\%$ масс.) $T=45\,^{\circ}C$, $P=0.25\,$ МПа, $v=1\,$ м/с

Список литературы

- 1. Грачев, Ю.П. Математические методы планирования экспериментов / Ю.П. Грачев, Ю.М. Плаксин. М.: ДеЛи Принт, 2005. 296 с.
- 2. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: в 2 ч. Ч. 2: Массообменные процессы и аппараты / Ю.И. Дытнерский. М.: Химия, 1995. 368 с.
- 3. Патент РФ № 152744 (Полезная модель) МПК B65D88/68 от 13.02.2014. Мембранный аппарат / Л.Р. Хачатрян, Р.В. Котляров; заявитель и патентообладатель Федеральной государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)». Заявка № 2014105407/05(008622), заявлено 13.02.2014, опубликовано 28.05.2015.
 - 4. Технология переработки продукции растениеводства / под ред. Н.М. Личко. М.: Колос, 2000. 552 с.
 - 5. Технология пищевых производств / под ред. А.П. Нечаева. М.: КолосС, 2005. 768 с.
- 6. Хачатрян, Л.Р. Математическая модель гидродинамических условий при обтекании жидкостью конической поверхности в цилиндрическом канале / Л.Р. Хачатрян, Р.В. Котляров, А.А. Крохалев // Техника и технология пищевых производств. − 2015. № 1. Т. 36. С. 92–96.
 - $7. \quad Be Miller, J.N. \ Starch-Chemistry\ and\ Technology\ /\ J.N.\ Be Miller,\ R.L.\ Whistler.-A cademic\ Press,\ 2009.-894\ p.$
- 8. LeCorre, D. Ceramic membrane filtration for isolating starch nanocrystals / D. LeCorre, J. Bras, A. Dufresne // Carbohydrate Polymers. 2011. Vol. 86. P. 1565–1572.

RESEARCH ON TECHNOLOGICAL MODES OF OPERATING OF MEMBRANE APPARATUS FOR STARCH MILK CONCENTRATION

L.R. Hachatrjan, R.V. Kotlyarov*, B.A. Lobasenko

Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

*e-mail: asu@kemtipp.ru

Received: 14.04.2015 Accepted: 23.04.2015

Technologies of separation and purification of substances are widely used in those branches of industry where separation of components from a mix, concentration and obtaining of high-pure substances, water purification and production waste treatment, etc. are required. When organizing a production process special attention is paid to the creation of waste-free technologies and closed production schemes. Membrane methods are one of the separation and purification technologies for gas and liquid products processing. No phase changes occur when raw materials are processed using membrane methods unlike the cases when widely applied methods are used. Sometimes the membrane methods are not only economic and less power-intensive in comparison with other methods, but often allow a full use of raw materials and energy. Despite their advantages, membrane methods are not widely used in the industry now. The reason is low productivity of the membrane equipment owing to the layer formed on a surface of a membrane, and which contains detained substances, their concentration being higher than that in the main stream. In this regard, the development of the membrane equipment with a decreased layer of the detained substances is an actual task. A new construction of the membrane apparatus having an insert consisting of a bearing rod and conic elements has been developed. The thickness of the detained substance layer on the membrane is decreased by a hydrodynamic way. Experimental studies of the membrane apparatus when concentrating starch milk show that the new construction is efficient. The created regression model allowed defining the rational values of the technological mode parameters (T = 45 °C, P = 0.25 MPa) for the greatest possible productivity (490·10⁻⁶ m³/(m² s)) of the membrane apparatus. It is experimentally determined that the efficiency of the developed membrane apparatus has increased by 1.6 times in comparison with that of a prototype.

Membrane apparatus, concentration, starch milk, technological modes, regression analysis.

References

- 1. Grachev Ju.P., Plaksin Ju.M. *Matematicheskie metody planirovanija jeksperimentov* [Mathematical methods of planning of experiments]. Moscow, DeLee Print, 2005. 296 p.
- 2. Dytnerskij, Ju.I. *Processy i apparaty himicheskoj tehnologii. In 2 v. V. 2. Massoobmennye processy i apparaty* [Processes and apparatus of chemical technology. In 2 v. V. 2. Mass transfer processes and apparatus]. Moscow, Himija Publ., 1995. 368 p.
 - 3. Hachatrjan L.R., Kotljarov R.V. Membrannyj apparat [Membrane apparatus]. Patent RF, no. 152744, 2015.
- 4. Lichko N.M. *Tehnologija pererabotki produkcii rastenievodstva* [Technology of processing of plant growing]. Moscow, KolosS, 2000. 552 p.
 - 5. Nechaev A.P. Tehnologija pishhevyh proizvodstv [Technology of food industries]. Moscow, KolosS, 2005. 768 p.
- 6. Hachatrjan L.R., Kotlyarov R.V., Krohalev A.A. Matematicheskaja model' gidrodinamicheskih uslovij pri obtekanii zhidkost'ju konicheskoj poverhnosti v cilindricheskom kanale [Mathematical model of hydrodynamic conditions at the liquid flow round the conic surface in the cylindrical channel]. *Tekhnika i tekhnologiia pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology]. 2015, no.1, pp. 92-96.
 - 7. BeMiller J.N., Whistler R.L. Starch Chemistry and Technology. Academic Press, 2009. 894 p.
- 8. LeCorre D., Bras J., Dufresne A. Ceramic membrane filtration for isolating starch nanocrystals. *Carbohydrate Polymers*, 2011, no. 86, pp. 1565-1572.

Дополнительная информация / Additional Information

Хачатрян, Л.Р. Исследование технологических режимов работы мембранного аппарата при концентрировании крахмального молока / Л.Р. Хачатрян, Р.В. Котляров, Б.А. Лобасенко // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 37. – № 2. – С. 61–66.

Hachatrjan L.R., Kotlyarov R.V., Lobasenko B.A. Research on technological modes of operating of membrane apparatus for starch milk concentration. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 61–66. (In Russ.)

Хачатрян Левон Рубикович

аспирант кафедры автоматизации производственных процессов и автоматизированных систем управления, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, 6-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-35

Котляров Роман Витальевич

канд. техн. наук, заведующий кафедрой автоматизации производственных процессов и автоматизированных систем управления, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-35, e-mail: kotliarov_rv@mail.ru

Лобасенко Борис Анатольевич

д-р техн. наук, профессор кафедры технологического проектирования пищевых производств, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, 6-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-67-38

Levon R. Hachatrjan

Postgraduate of the Department of Production Processes Automation and Automation Systems, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-35

Roman V. Kotlyarov

Cand.Tech.Sci., Head of the Department of Production Processes Automation and Automation Systems, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia,

phone: +7 (3842) 39-68-35, e-mail: kotliarov_rv@mail.ru

Boris A. Lobasenko

Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Department of Technological Design for Food Production, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-67-38



УДК 613.292

НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ С НАПРАВЛЕННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

А.А. Вековцев^{1,*}, Г.А. Подзорова², А.Ю. Казьмина², В.М. Позняковский²

¹Научно-производственное объединение «Арт Лайф», 634034, Россия, г. Томск, ул. Нахимова, 8/2

²ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

*e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 12.03.2015 Дата принятия в печать: 06.04.2015

Решение вопросов профилактики алиментарно-зависимых заболеваний является одним из приоритетных направлений государственной политики в области здорового питания различных групп населения Российской Федерации. Цель настоящего исследования - изучение роли фактора питания в предупреждении широко распространенных желудочнокишечных и сердечно-сосудистых патологий. Объектом исследования являлась новая форма биологически активной добавки (БАД) «Нейростабил», представляющая собой комплекс биологически активных соединений и растительного сырья. Функциональные свойства специализированного продукта обусловлены входящими в его состав витаминами С, А, Е, D, B₁, B₂ B₃, B₆, B₁₂ PP, фолиевой кислоты, биотина, корня пиона, шишек хмеля, травы душистой и пустырника, альфаглутаминовой кислоты. Получены результаты клинических испытаний функциональной направленности и эффективности БАД путем ее использования в комплексной терапии больных язвенной болезнью желудка, двенадцатиперстной кишки в сочетании с гипертонией. Изучали показатели кислотообразующей функции, динамику эндоскопической и морфологической картины желудка, количества нуклеиновых кислот в дуоденальных и желудочных аспиратах, показателей психосоматических расстройств, клинические проявления до и после комплексной диетотерапии. Показано, что разработанный продукт способствует коррекции обменных нарушений при указанных заболеваниях. Основной вектор такого влияния направлен на раннее купирование основных симптомов язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, эпителизацию эрозии желудка, уменьшение воспаления и активности гастрита, улучшение психоэмоционального состояния больных. Наиболее выраженный эффект наблюдается при курсовом применении БАД в сочетании с антисекреторным препаратом и эрадикационной терапии. Разработаны методические рекомендации по использованию специализированного продукта в различные фазы обострения болезни.

БАД, сердечно-сосудистые, желудочно-кишечные патологии, комплексная дистотерапия, эффективность.

Введение

Жизнь в современном мире не исключает перепадов настроения, конфликтных ситуаций и стрессов, что может привести на фоне разбалансированного питания к перевозбуждению эмоциональных центров, нарушениям нервной, пищеварительной, других функций организма.

Приоритетным направлением в терапии таких заболеваний является использование препаратов растительного происхождения в форме БАД, они не токсичны, обладают, как правило, общеукрепляющим действием и при комплексном применении могут усиливать клиническую эффективность, оказывая положительное влияние на функционирование органов и систем.

Актуальность рассматриваемых исследований находит отражение в государственных документах и программах в области профилактики распространенных заболеваний, сохранении здоровья и работоспособности населения Российской Федерации.

Цель работы – изучение клинической эффективности нового специализированного продукта – БАД «Нейростабил», при ее использовании в ком-

плексном лечении больных язвенной болезнью желудка, двенадцатиперстной кишки в сочетании с гипертонической болезнью І стадии.

Объект и методы исследования

Под наблюдением находились 102 больных язвенной болезнью желудка (ЯБЖ) и двенадцатиперстной кишки (ЯБДПК) в сочетании с гипертонической болезнью I стадии (22 больных ЯБЖ и 80 ЯБДПК), из них контрольную группу составили 52 больных (12 больных ЯБЖ и 40 ЯБДПК в сочетании с гипертонической болезнью І стадии). Наряду с диетическим питанием, разработанным Институтом питания РАМН, назначалась базисная терапия – блокаторами протонной помпы, омезом 20 мг 2 раза в сутки наряду с эрадикационной терапией в течение 7 дней антибиотиками кларитромицином – 50 мг 2 раза в сутки, амоксицилином – по 1000 мг 2 раза в сутки, назначаемой в межпищеварительный период. Больные контрольной группы получали трентал по 1 таблетке 3 раза в день. Основная группа составляла 50 больных (10 больных ЯБЖ и 40 ЯБДПК в сочетании с гипертонической болезнью І стадии), кроме базисной терапии, назначаемой в контрольной группе, основная группа получала БАД к пище «Нейростабил» по 1 таблетке $(0,5 \, \text{гр.})$ 3 раза в день во время еды. 20 здоровых добровольцев $(80 \, \%)$ мужчин и 20 % женщин) были сопоставимы с основной группой и группой контроля по возрасту $(31\pm1,9)$ лет и наблюдались для суждения о нормальных величинах исследуемых показателей. Сроки лечения, как в основной, так и в группе контроля, составили 3 недели.

Критерии включения больных в исследование:

- наличие одной язвы размером не менее 0,7 см и не более 1 см в стадии обострения, выявленные при поступлении в стационар с помощью фиброгастродуоденоскопии (ФГДС);
 - возраст пациента от 35 до 45 лет;
 - наличие гипертонической болезни I стадии;
- отсутствие у больных с ЯБДПК тяжелых сопутствующих заболеваний сердца, почек, кишечника;
- средняя степень тяжести ЯБДПК, два обострения длительностью от 1 до 2 месяцев ежегодно;
- морфологическое подтверждение доброкачественного течения язвенной болезни желудка;
- наличие эрозивного гастрита, эрозивного бульбита, расцененное как проявление активности процесса;
- стаж заболевания до поступления в стационар –
 3–5 лет;
 - дисциплинированность пациента.

Эндоскопический контроль проводился каждые 7 дней, в периоде неполного рубца – в индивидуально определенный срок, что позволило регистрировать срок рубцевания с точностью до 1 дня.

Группы больных (основная и контрольная) были сопоставимы по полу и возрасту, отсутствовали отличия по стажу заболевания и средней длительности обострения (в анамнезе). В результате рандомизации в группах средний размер язвенного дефекта и его локализации были практически одинаковы.

В период обострения оценивалась выраженность болевого и диспептического синдромов, быстрота купирования болей после назначения противоязвенного лечения.

Клиника обострений болевого синдрома, диспептические симптомы (изжога, отрыжка) в обеих группах встречались практически с одинаковой частотой.

Гипертоническая болезнь I стадии (без признаков гипертрофии левого желудочка по данным ЭКГ) отмечена как в основной, так и в группе контроля. У всех больных наблюдалась головная боль, головокружение, нередко на первый план выступало ухудшение запоминания, воспроизводство прочитанного, снижение внимания и сосредоточенности.

Пациентам, кроме общеклинического обследования, снимали ЭКГ и электроэнцефалограмму (ЭЭГ). У всех больных выявлен умеренный гипертензионный синдром, нарушения в эмоциональноволевой сфере.

Исследование психоэмоциональных изменений с помощью опросников депрессии Бека и Цунга и са-

моопросника тревоги Шихана показало тревожнодепрессивные расстройства (ТДР) у 30 больных основной группы, у 29 больных — группе контроля. Доминировали сочетанные расстройства (тревоги и депрессии) практически у всех обследованных основной и группы контроля. Удельный вес депрессивных расстройств в соответствии с критериями опросника Бека составил 29 больных, как в основной, так и в группе контроля. Средний уровень депрессии по критериям опросника Цунга находился на уровне 62–63 баллов (средняя депрессия). Уровень тревоги выше 30 баллов считался аномальным, что отмечалось в обеих группах. Целью лечения было достижение уровня тревоги ниже 20 баллов.

Все больные проходили ФГДС, УЗИ брюшной полости. Использовались следующие методы испытаний: фракционное исследование желудочной секреции в обе фазы пищеварения с применением субмаксимальной стимуляции гистамином (0,008 мг на 1 кг массы тела). Пепсинообразующая функция желудка изучалась по методу В.Н. Туолукова в обе фазы секреции. Определялась морфологическая картина слизистой оболочки желудка как антрального отдела, так и тела желудка с оценкой воспаления (слабое, умеренное, выраженное) и оценкой нейтрофильной инфильтрации (активность процесса). Изучалось морфологическое состояние слизистой из края язвы желудка (6 фрагментов). Диагностика хеликобактериоза проводилась двумя методами: кампи-тестом (экспресс-диагностика) и морфологическим методом - по биоптатам антрального отдела желудка. Проводилось исследование распределения нуклеиновых кислот в фазах желудочного и дуоденального содержимого на момент поступления и через месяц после окончания лечения, т.е снятия обострения. При этом выделяли следующие фазы полостного содержимого: а) полостная слизь; б) полостной сок. Концентрация нуклеиновых кислот определялась по методу Г.А. Крицкого и С.В. Александрова.

Данные обрабатывались статистически с применением критерия Стьюдента.

Исследования выполнены на базе кафедры терапии факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов Сибирского государственного медицинского университета (г. Томск) под руководством заслуженного деятеля науки, заслуженного врача РФ, доктора медицинских наук Э.И. Белобородовой.

Результаты и их обсуждение

Разработана рецептурная формула БАД «Нейростабил», представляющая фитокомплекс из натурального растительного сырья. Биологическая активность препарата обусловлена входящими в его состав компонентами, мг/1 таблетку массой 0,5 г; пустырник – 150; пион (корень) – 50; хмель (шишки) – 50; душица – 50; L-глутаминовая кислота – 50; кипрей – 25; магния оксид – 25; калия хлорид – 25; витаминный премикс – 1-03 (ретинола ацетат – 0,12; токоферола ацетат – 0,6; холекальциферол – 0,9 мкг; тиамина мононитрат – 0,14; рибофлавин – 0,14; пиридоксина гидрохлорид – 0,16; никотина-

мид — 1,6; пантотенат кальция — 0,66; цианокобаламин — 0,3 мкг; фолиевая кислота — 50 мкг; биотин — 15 мкг; аскорбиновая кислота — 10).

При применении комплексной терапии и фактора питания в виде БАД, сроки купирования болевого синдрома при ЯБЖ (ЯБДПК) укорачивались (р<0,05). В контрольной группе эти сроки составили (2,87 \pm 0,09) дня, основной – (2,1 \pm 0,05) дня. Диспептический симптомокомплекс редуцировал в основной группе до 3,1 \pm 0,04 дней, группе контроля редукция затягивалась до 4,13 \pm 0,05 дней (р<0,05).

В основной группе сроки рубцевания язв ДПК были короче — $(15,0\pm0,06)$ дня, чем в группе контроля — $(18,1\pm0,7)$ дня) (р<0,05). Сроки рубцевания язв желудка в основной группе также были меньше — $(17,0\pm0,05)$ дня, чем в группе контроля — $(20,0\pm0,5)$ (р<0,05). Как в основной группе, так и в группе контроля по данным ФГДС наблюдался гастрит антрального отдела желудка и пилорического канала (в 90,7%), реже отмечался гастрит тела желудка (8,7%). Динамика эндоскопической картины же-

лудка и динамика морфологической картины слизистой желудка на 14 день лечения показала следующее: к 14 дню число больных ЯБДПК с такими эндоскопическими признаками, как отек слизистой, в основной группе больных снизилось с 95,8 до 15,0 % (тогда как в группе контроля — с 92 до 54 %). Исчезла выраженная инфильтрация собственной пластинки слизистой оболочки плазматическими клетками, лимфоцитами и макрофагами (выраженное воспаление), наблюдавшаяся ранее в основной группе на 70 % (в группе контроля уменьшилась с 60 до 32 %), не стало выраженной активности гастрита, наблюдавшейся до этого у 55,8 % (в группе контроля уменьшилась с 34 до 8 %).

Необходимо отметить снижение числа больных с эрозиями с 20 до 5 % в основной группе, в то время как в группе контроля эрозии сохранялись к 14 дню у 18 % пациентов.

Показатели кислотообразующей функции через месяц после окончания лечения изменялись следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

Динамика базального и стимулированного дебита HCL через месяц лечения

| Назначаемая терапия | Базальный дебит HCL (M±m), моль/ч | | P | | нный дебит HCL), ммоль/ч | P |
|--|--------------------------------------|---------------|-------|------------|------------------------------|-------|
| • | До лечения | После лечения | | До лечения | После лечения | |
| Основная группа (включающая БАД «Нейростабил») | 8,6±0,5 | 5,0±0,4 | <0,05 | 15,2±1,0 | 8,9±1,1 | <0,05 |
| Группа контроля | 7,7±0,6 | 6,0±0,4 | <0,05 | 16,9±1,3 | 12,9±1,4 | <0,05 |

Как видно из табл. 1, достоверно снижался после лечения как базальный дебит HCL, так и стимулированный дебит HCL в основной группе (р<0,05), получавшей «Нейростабил». Что касается группы контроля, то достоверное снижение показателей кислотообразующей функции желудка в обе фазы секреции происходило в меньшей степени. Аналогичные изменения отмечены и в основной группе больных в отношении дебита пепсина в обе фазы секреции. Курсовое лечение в основной группе достоверно снижало показатели дебита пепсина преимущественно в стимулированную фазу секреции, после курсового лечения в группе контроля не отмечено (р<0,05).

Динамика эндоскопической и морфологической картины желудка на 14 день лечения представлена в табл. 2 и 3.

Применение диетотерапии в комплексном лечении больных язвенной болезнью способствовало более выраженному сокращению к 14-му дню числа больных с такими эндоскопическими признаками, как отек слизистой с 95 до 30 % (группа контроля – с 96 до 48 %), гиперемия снижалась с 91,7 до 10,8 % (группа контроля – с 92 до 64 %). Исчезла ранимость слизистой, количество эрозий, подслизистых кровоизлияний в основной группе (до лечения они были в 16-15 %). Практически исчезла выраженная инфильтрация собственной пластинки слизистой оболочки плазматическими клетками, лимфоцитами, макрофагами (выраженное воспаление), наблюдаемое в основной группе (ранее отмечалась в 54 %). В группе контроля уменьшилось с 44 до 8 %.

Таблица 2

Динамика эндоскопической картины желудка на 14 день

| Эндоскопический признак | До ле | чения | После лечения | | |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| Эндоскопический признак | Группа контроля | Основная группа | Группа контроля | Основная группа | |
| Отек | 24 (96 %) | 23 (95,8 %) | 12 (48 %) | 8 (30 %) | |
| Эритема | 23 (92 %) | 22 (91,7 %) | 16 (64 %) | 3 (10,8 %) | |
| Ранимость слизистой | 12 (48 %) | 13 (54,2 %) | 8 (32 %) | - | |
| Эрозии | 4 (16 %) | 4 (16 %) | 2 (8 %) | - | |
| Подслизистые кровоизлияния | 3 (12 %) | 3 (15 %) | 3 (12 %) | _ | |

Динамика морфологической картины слизистой желудка на 14 день

| Эндоскопический признак | До ле | чения | После лечения | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|--|--|
| | Группа контроля | Основная группа | Группа контроля | Основная группа | | | |
| Воспаление: | | | | | | | |
| Слабое | 1 (4%) | 1 (4%) | 8 (32%) | 9 (37,5%) | | | |
| Умеренное | 10 (40%) | 10 (41%) | 9 (36%) | 5 (20,5%) | | | |
| Выраженное | 14 (56%) | 13 (54%) | 3 (12%) | - | | | |
| Нейтрофильная инфильтрация (активность): | | | | | | | |
| Слабая | 3 (12%) | 3 (12,5%) | 8 (32%) | 5 (10,5%) | | | |
| Умеренная | 11 (44%) | 31 (62 %) | 9 (36%) | 6 (12%) | | | |
| Выраженная | 11 (44%) | 24 (48%) | 2 (8%) | 11 (44%) | | | |

У здоровых добровольцев общее количество нуклеиновых кислот в дуоденальных аспиратах было больше, чем в желудочных. В среднем это значение составляет (1,36±0,16) мг, тогда как в желудочных $-(0.82\pm0.11)$ мг, то есть примерно в 1.6 раза меньше. Это соответствует сведениям о более высокой скорости обмена эпителия в ДПК, чем в желудке. Общее количество нуклеиновых кислот в дуоденальных аспиратах у больных ЯБДПК составляло $(2,46\pm0,13)$ мг, что достоверно (p<0,05)больше примерно в 2,2 раза. Данный прирост содержания нуклеиновых кислот может быть вызван компенсаторным увеличением скорости обмена эпителия, состоянием слизистой оболочки, инфильтрацией ее клеточными элементами и нарушением непрерывности слизистого слоя. Увеличение содержания нуклеиновых кислот в желудочных аспиратах может быть объяснено постоянным наличием у больных ЯБДПК хронического гастрита.

Динамика количества нуклеиновых кислот в дуоденальных и желудочных аспиратах через 3 недели лечения показана в табл. 4.

У больных ЯБДПК в группе контроля общее количество нуклеиновых кислот достоверно (p<0,05) снизилось только в желудочных аспиратах, их количество составило (1,43±0,11) мг, что на 1/3 меньше исходного. В дуоденальных аспиратах отмечено уменьшение среднего содержания нуклеиновых кислот, однако изменения были статистически недостоверны (p<0,05). Очевидно, через месяц лечения в группе контроля недостаточно условий для восстановления слизистой оболочки, что вызывает компенсаторное увеличение скорости обмена эпителия.

Таблица 4

Динамика количества нуклеиновых кислот в дуоденальных и желудочных аспиратах через три недели лечения у больных ЯБДПК

| | Содержание нуклеиновых кислот в аспиратах (M±m), мг | | | | | |
|---------------------|---|---------------|--------------|------------|---------------|--------|
| Назначаемая терапия | в дуоденальных | | в желудочных | | D | |
| | До лечения | После лечения | Р | До лечения | После лечения | P |
| Группа контроля | 2,46±0,13 | 2,19±0,12 | >0,05 | 1,93±0,11 | 1,43±0,11 | <0,05 |
| Основная группа | 2,46±0,14 | 1,4±0,10 | < 0,05 | 1,90±0,12 | 0,60±0,10 | < 0,05 |

Наиболее выраженное снижение содержания нуклеиновых кислот через 3 недели наблюдалось в основной группе больных ЯБДПК. Среднее содержание нуклеиновых кислот в желудочных аспиратах снизилось более чем в 2 раза, до $(0,60\pm0,10)$ мг (p<0,05), в дуоденальных — в 1,5 раз, до $(1,40\pm0,10)$ мг (p<0,05). Это очень близко к данным показателям у здоровых лиц — $(0,82\pm0,11)$ мг и $(1,36\pm0,16)$ мг соответственно.

Таким образом, дополнительное к базисной терапии назначение БАД «Нейростабил» способствует более стойкой нормализации соотношений нуклеиновых кислот в фазах полостного секрета.

Учитывая приведенные выше данные, можно заключить, что в результате лечения в основной группе больных, получавших БАД, происходит стойкое сохранение состояния слизистой оболочки желудка и ДПК, что проявляется в уменьшении компенсаторного прироста содержания нуклеиновых кислот в аспиратах и фазах полостного секрета.

Дополнительное назначение БАД в лечении язвенной болезни двенадцатиперстной кишки способствует нормализации коллоидных и гелеобразующих свойств слизи, что проявляется в значительном увеличении концентрации нуклеиновых кислот в слизи при уменьшении в соке. Можно заключить, что применение фактора питания в базисной терапии язвенной болезни ДПК способствует более стойкому, после окончания 3 недель лечения, сохранению состояния слизистой оболочки желудка и ДПК.

Есть все основания утверждать, что БАД «Нейростабил», в комплексе с антисекреторным препаратом и эрадикационной терапией имеет широкий спектр действия, слагающийся из выравнивания нарушений нейрогуморальной регуляции гастродуоденальной системы, снижения агрессивных свойств желудочного сока, улучшения защитной и барьерной функции, стимуляции репаративной способности слизистой оболочки. Это позволяет объяс-

нять укорочение сроков рубцевания язвенного дефекта желудка и ДПК до (3,0±0,06) дня (на 18 %), купирование болевого синдрома (в сравнении с группой, получавшей только базисную терапию).

По данным морфологического исследования биоптатов уменьшается воспаление и активность гастрита при применении БАД «Нейростабил» в комплексе с базисной терапией. «Нейростабил» способствует нормализации отношения концентрации нуклеиновых кислот в фазах полостного секрета, фактически он способствует непосредственной нормализации физико-химических свойств слизи. Отличительной особенностью терапевтической

эффективности специализированного продукта является наиболее выраженное уменьшение эритемы, исчезновение разрыхлителя, ранимости слизистой, эрозий интрамуральных язвоизлияний в слизистой.

В результате лечения больных ЯБЖ и ЯБДПК в сочетании с гипертонической болезнью I стадии в основной группе отмечена отчетливая положительная динамика как объективного, так и субъективного состояния (табл. 5). Отмечена хорошая переносимость БАД «Нейростабил», никаких побочных проявлений со стороны внутренних органов, а также нервной системы и кожных покровов не наблюдалось.

 Таблица 5

 Динамика клинических проявлений в основной группе

| Клинические проявления | Основная группа (30 больных) | Группа контроля (29 больных) | |
|--|------------------------------|------------------------------|--|
| Улучшение общего состояния и самочувствия | 30 (100 %) | 20 (40 %) | |
| Уменьшение и регресс головной боли | 28 (80 %) | 25 (50 %) | |
| Улучшение процессов запоминания и воспроизведения прочитанного | 30 (85 %) | 20 (40 %) | |
| Повышение инициативы | 28 (80 %) | 25 (50 %) | |
| Повышение внимания и сосредоточенности | 25 (70 %) | 15 (60 %) | |
| Уменьшение нарушений в эмоционально-волевой сфере | 25 (70 %) | 20 (40 %) | |
| Улучшение мышечного тонуса | 25 (70 %) | 10 (20 %) | |
| Снижение гипертензионного синдрома | 12 (35 %) | 10 (20 %) | |
| Положительная динамика на ЭЭГ | 25 (70 %) | 10 (20 %) | |

(включающей БАД «Нейростабил») и в группе контроля до и после лечения

У подавляющего большинства больных (90 %) основной группы улучшилось общее состояние, у всех пациентов уменьшилась головная боль, у 80 % нормализовались процессы запоминания и воспроизведения прочитанного, у стольких же испытуемых отмечалось повышение инициативы, у 85 % отмечено повышенное внимание и сосредоточенность, снижение нарушений в эмоциональноволевой сфере – 90 % больных.

У двух третей в основной группе и у большинства пациентов наблюдалась положительная динамика на электроэнцефалограмме (ЭЭГ). Что касается больных из группы контроля, то здесь также было отмечено клиническое улучшение, но достоверно в меньшей степени, чем в основной группе. Гипертензионный синдром снизился только у 25 %, положительная динамика, наблюдавшаяся на ЭЭГ, — у 20 %, что более чем в 3 раза меньше, чем в основной группе.

Результаты статистического анализа свидетельствую о достоверном снижении (p<0,05) показателя шкалы самооценки депрессии и тревоги в изучаемых группах больных (в баллах) (табл. 6).

Улучшение психического состояния отмечалось у всех больных основной группы, наблюдалось достоверное снижение (p<0,05) среднего балла уровня депрессии и тревоги по шкале Бека, Цунга, Шихана, тогда как в группе контроля достоверного уменьшения выраженности депрессивных симптомов не отмечалось.

Таким образом, дополнительное применение БАД «Нейростабил» способствует более выраженному клиническому улучшению состояния больно-

го: уменьшение головной боли, улучшение процессов запоминания и воспроизведения прочитанного, повышение инициативности, внимания и сосредоточенности, снижение нарушения в эмоциональноволевой сфере. Отмечена нормализация артериального давления, положительная динамика на ЭЭГ.

Проведенные исследования позволили определить возможный механизм участия испытуемого продукта в регуляции обменных нарушений у рассматриваемой группы больных (рис. 1).

Результаты, полученные в основной группе пациентов, показали улучшение общего самочувствия у 85 % больных, регресс головной боли и повышение инициативы у 80 %, улучшение процессов запоминания — 85 %, уменьшение нарушений в эмоционально-волевой сфере у 70% и у такого же количества — нормализация мышечного тонуса.

Есть все основания утверждать, что биологически активная добавка «Нейростабил» в значительной степени улучшает мозговой кровоток, повышает инициативность, уменьшает нарушение в эмоционально—волевой сфере при вегетососудистой дистонии.

Исследование психоэмоциональной сферы показало положительные результаты у всех больных основных групп (р<0,05). Отмечено снижение среднего балла уровня депрессии и тревоги по шкале Бека, Цунга и Шихана. Наибольшие показатели, в частности, по снижению шкалы Бека и Цунга, отмечены в основной группе, значительно уменьшилась в основной группе и шкала тревоги шкала Шихана (на 20 баллов — в среднем 16).

Динамика показателей психосоматических расстройств в обследуемых группах после 3-х недельного курса БАД «Нейростабил»

| Сроки лечения | Группы | Шкала Бека | Шкала Цунга | Шкала Шихана |
|---------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| Сроки лечения | т руппы (баллы) | (баллы) | (баллы) | (баллы) |
| По попония | Основная группа | 28,0 (27,0–29,0) | 63,0 (62,0–64,0) | 37,0 (34,5–39,0) |
| До лечения | Группа контроля | 28,0 (27,0–29,0) | 62,0 (61,0-63,0) | 37,0 (34,0–39,0) |
| Поото тоношия | Основная группа | 20,0 (20,0–21,0) | 45,0 (44,0–46,0) | 19,0 (18,0–19,0) |
| После лечения | Группа контроля | 28,0 (27,0–29,0) | 60,0 (61,0–59,0) | 27,0 (26,0–28,0) |



Рис. 1. Механизм участия БАД «Нейростабил» в регуляции обменных нарушений у больных язвенной болезнью желудка, двенадцатиперстной кишки в сочетании с гипертонией

Результаты клинических испытаний позволили сделать следующие выводы:

- БАД «Нейростабил» можно позиционировать как эффективное средство лечения язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки;
- «Нейростабил» в сочетании с антисекреторной и эрадикационной НР терапией, способствует раннему купированию основных синдромов язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки;
- при курсовом применении БАД, в сочетании с антисекреторным препаратом и эрадикационной терапией, наблюдается более выраженный терапевтический эффект;
- использование фактора питания при курсовом комплексном лечении язвенной болезни желудка и ДПК, по данным эндоскопического исследования способствует эпителизации эрозий желудка, по данным морфологического исследования желудка – уменьшению воспаления и активности гастрита;
- БАД «Нейростабил» хорошо переносится больными и не вызывает каких–либо побочных эффектов,

улучшает психоэмоциональное состояние больных;

- специализированный продукт в форме БАД может служить эффективным средством лечения гипертонической болезни I стадии;
- при курсовом применении разработанного продукта отмечается более выраженный терапевтический эффект у больных с вегетососудистой дистонией, нормализуется психоэмоциональная сфера.

Способ применения: БАД «Нейростабил» назначается по 1 таблетке 3 раза в день во время еды в период обострения ЯБДПК (язвенной болезни двенадцатиперстной кишки) и ЯБЖ (язвенной болезни желудка) на фоне базисной терапии (блокаторы протонной помпы в комплексе с 7—дневной эрадикацией по стандартной классической схеме — 2 антибиотика: кларитромицин и амоксицилин); длительность комплексной терапии — 3 недели. В период обострения ЯБДПК и ЯБЖ в сочетании с гипертонической болезнью І стадии на фоне базисной терапии — по 1 таблетке 3 раза в день во время еды, длительность комплексной терапии — 3 недели.

Список литературы

- 1. Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровни / В.И. Покровский [и др.] Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. 344 с.
- 2. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский; под общ. ред. В.Б. Спиричева; 2-е изд., стер. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. 548 с.
- 3. Австриевских, А.Н. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечение качества, эффективность применения / А.Н. Австриевских, А.А. Вековцев, В.М. Позняковский. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. 416 с.

FIELD STUDIES OF THE EFFECTIVENESS OF DIETARY SUPPLEMENTS WITH AIMED FUNCTIONAL PROPERTIES

A.A. Vekovcev^{1,*}, G.A. Podzorova², A.Yu. Kaz'mina², V.M. Poznyakovskiy²

¹Research and manufacturing association «ArtLife», 8/2, st. Nakhimov, Tomsk, 634034, Russia

²Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

*e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Received: 12.03.2015 Accepted: 06.04.2015

The prevention of nutrition-related diseases is one of the priorities of state policy in the field of healthy nutrition of different population groups of the Russian Federation. The purpose of the current research is to study the role of nutrition factor in preventing widespread gastrointestinal and cardiovascular pathologies. The object of the research was a new form of biologically active additive (BAA) "Neurostabil", representing a complex of biologically active compounds and plant raw materials. Functional properties of the specialized product are determined by the availability of vitamins C, A, E, D, B₁, B₂, B₃, B₆, B₁₂, PP, folic acid, Biotin, peony root, hop cones, fragrant herbs and motherwort, alpha-glutamic acid in it. The results of clinical trials of the functional orientation and effectiveness of BAA have been obtained by its use in the treatment of patients with gastric ulcer, duodenal ulcer in combination with hypertension. Factors of acid-forming function, the dynamics of stomach endoscopic and morphological patterns, the amount of nucleic acids in duodenal and gastric aspirates, indices of psychosomatic disorders, clinical manifestations before and after complex dietetic therapy have been studied. The developed product proves to contribute to the correction of metabolic abnormalities of people suffering from the above diseases. The main vector of this influence is aimed at earlier relief of the major symptoms of a stomach ulcer and duodenal ulcer, stomach erosion epithelization, gastritis inflammation and activity reduction, the improvement of patient psycho-emotional condition. The most pronounced effect is observed when using BAA in combination with antisecretory drug and eradication therapy. Methodological recommendations on the use of the specialized product at different stages of exacerbation have been developed.

BAA, cardiovascular, gastrointestinal pathology, comprehensive diet therapy, the effectiveness.

References

- 1. Pokrovskiy V.I., Romanenko G.A., Kniazhev V.A., Gerasemenko N.F., Onishchenko G.G., Tutel'ian V.A., Poznyakovskiy V.M. *Politika zdorovogo pitaniia. Federal'nyi i regional'nyi urovni* [Policy of healthy food. A federal and regional levels]. Novosibirsk, Sib. Univ. Publ., 2002. 344 p.
- 2. Spirichev V.B., Shatniuk L.N., Poznyakovskiy V.M. *Obogashchenie pishchevykh produktov vitaminami i mineral'nymi veshchestvami. Nauka i tekhnologiia* [Enrichment of foodstuff vitamins and mineral substances. Science and technology]. Novosibirsk, Sib. Univ. Publ., 2005. 548 p.
- 3. Avstrievskikh A.N., Vekovtsev A.A., Poznyakovskiy V.M. *Produkty zdorovogo pitaniia: novye tekhnologii, obespechenie kachestva, effektivnost' primeneniia* [Products of healthy food: new technologies, ensuring quality, efficiency of application]. Novosibirsk, Sib. Univ. Publ., 2005. 416 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Натурные исследования эффективности биологически активной добавки с направленными функциональными свойствами / А.А. Вековцев, Г.А. Подзорова, А.Ю. Казьмина, В.М. Позняковский // Техника и технология пищевых производств. -2015. -T. 37. -№ 2. -C. 67–74.

Vekovcev A.A., Podzorova G.A., Kaz'mina A.Ju., Poznyakovskiy V.M. Field studies of the effectiveness of dietary supplements with aimed functional properties. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 67–74. (In Russ.)

Вековцев Андрей Алексеевич

канд. техн. наук, заместитель директора по науке и инновациям, Научно-производственное объединение «Арт Лайф», 634034, Россия, г. Томск, ул. Нахимова, 8/2, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Подзорова Галина Анатольевна

канд. техн. наук, доцент кафедры экономики и управления, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47,

тел.: +7 (3842)39-68-63,

e-mail: economika-kemtipp@yandex.ru

Казьмина Анастасия Юрьевна

канд. техн. наук, соискатель кафедры товароведения и управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-54

Позняковский Валерий Михайлович

заслуженный деятель науки Российской Федерации, д-р биол. наук, профессор, директор НИИ, руководитель отдела гигиены питания и экспертизы товаров НИИ переработки и сертификации пищевой продукции, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Andrey A. Vekovcev

Cand. Tech. Sci., Deputy Director for Science and Innovations, Research and manufacturing association «ArtLife», 8/2, st. Nakhimov, Tomsk, 634034, Russia,

e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Galina A. Podzorova

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of the Departament of Economics and Management, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842)39-68-63, e-mail: economika-kemtipp@yandex.ru

Anastasiya Yu. Kaz'mina

Cand. Tech. Sci., Applicant of the Department of Commodity Science and Quality Management, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-54

Valeriy M. Poznyakovskiy

Honored Worker of Science of the Russian Federation, Dr.Sci.(Biol.), Professor, Director of Research Institute, Head of Food Hygiene Research Institute of expertise and products processing and certification of food products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia,

phone: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru



УДК 663.8:550.8.014

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ К ПРИМЕНЕНИЮ НАПИТКА «ЗОЛОТОЙ ШАР» В ПОСЛЕСМЕННОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ РАБОТНИКОВ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.В. Захаренков^{1,*}, В.В. Трихина², В.Б. Спиричев³

¹ФГБУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний» СО РАМН, 654041, Россия, г. Новокузнецк, Кутузова, 23

²ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

> ³ЗАО «Валетек Продимпэкс», 143530, Россия, г. Дедовск, ул. Гагарина, д.18А

> > *e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 11.03.2015 Дата принятия в печать: 30.03.2015

Изучение роли фактора питания в профилактике профессионально-обусловленных заболеваний — одно из основных направлений современной нутрициологии. В настоящей работе проведены экспериментальные исследования по оценке эффективности витаминизированного напитка «Золотой шар» в коррекции обменных нарушений при фтористой интоксикации. Хроническое воздействие фтора на организм животных — белых крыс линии Вистар вызывало увеличение содержания в моче фтора, кальция, фосфора и С-концентрированных телопептидов в крови — паратиреозного гормона, остеокальцина и продуктов перекисного окисления липидов (с изолированными двойными связями, кетодиенов и триенов, диеновых конъюгатов). Повысилась цитохимическая активность дыхательных ферментов: сукцинатдегидрогеназы, альфаглицерофосфатдегидрогеназы (митохондриальная, цитоплазматическая) и глутаматдегидрогеназы. Полученные материалы позволили раскрыть механизмы формирования патогенеза профессионального флюороза, определить возможные пути его коррекции и профилактики. Ежедневное включение в рацион крыс специализированного продукта в количестве 3,5 мг/кг массы тела приводило к нормализации указанных метаболических функций на всех уровнях. Положительный эффект витаминно-минерального комплекса проявился в компенсации минеральных солей калия и магния, что способствовало снижению абсорбции фтора в организме на фоне его активной экскреции. Подтверждением явилось отсутствие летального исхода в опытной группе животных с хронической фтористой интоксикацией на фоне поддерживающей терапии с

применением испытуемого продукта. Результаты исследований послужили основанием для оптимизации лечебно-профилактического питания рабочих алюминиевого производства в качестве фактора послесменной реабилитации от воздействия фтора. Рекомендуемое количество – 2 стакана в день в качестве третьего блюда или освежающего напитка.

Экспериментальный флюороз, витаминизированный напиток, оценка эффективности, патогенез, профилактика интоксикации.

Введение

Наиболее распространенным профессиональным заболеванием рабочих алюминиевого производства является хроническая фтористая интоксикация (профессиональный флюороз), которая составляет около 70 % всех профессиональных заболеваний в данной отрасли [1, 8].

Фтор обладает исключительной реакционной способностью среди всех неметаллических элементов, проявляет кумулятивные свойства и накапливается главным образом в костной ткани. Экспериментальные исследования убедительно показывают, что с увеличением поступления фтора содержание его в скелете нарастает, при этом образуются его комплексные соединения с кальцием, магнием, другими элементами, нарушая, прежде всего минеральный обмен и, как следствие, ферментативные процессы на клеточном уровне. Хроническая фтористая интоксикация (ХФИ) сопровождается сбоем компенсаторных механизмов и развитием остеопороза на поздней её стадии, что усугубляется дефицитом кальция.

Клиническая картина профессионального флюороза у пациентов с остеосклерозом и остеопорозом однотипна, характеризуется монотонным, медленно прогрессирующим полиартралгическим синдромом с присоединением функциональных нарушений вследствие дегенеративных поражений суставов и околосуставных тканей. Степень выраженности поражения опорно-двигательного аппарата показана на основе проведения биохимических, электрофизиологических, рентгенологических и генетических исследований. Остеопороз нередко сочетается с другими проявлениями воздействия фторидов: периостозами, кальцификацией мягких тканей, одновременным наличием остеопороза и остеосклероза в различных отделах скелета [2, 10].

Обращает внимание наличие у работников металлургических производств всесезонного полигиповитаминоза. Все это снижает работоспособность, увеличивает затраты на временную нетрудоспособность, что в целом приводит к неоправданным социальным и экономическим потерям [8, 13].

В настоящее время отсутствуют действенные методы лечения флюороза, недостаточно разработаны специфические профилактические и реабилитационные мероприятия.

Одним из эффективных способов профилактики и ликвидации дефицита микронутриентов в организме рабочих может быть применение специализированных продуктов в рамках оптимизации лечебно-профилактических рационов [13].

Показано положительное влияние минеральных солей кальция, магния, натрия, а также витаминов группы В и D, назначение которых при фтористой интоксикации способствует снижению абсорбции

фтора в организме на фоне его активной экскреции [5, 11, 15-17].

Разработка научно-обоснованных рационов в соответствии с профессиональной деятельностью населения является одним из приоритетных направлений государственной политики в области здравоохранения, профилактики распространенных заболеваний, в том числе профессиональнообусловленных, что отражено в Указах Президента и Постановлениях Правительства РФ [9, 14].

Объект и методы исследования

Объектом исследования служили лабораторные животные — белые половозрелые крысы — самцы линии Вистар.

В качестве специализированного продукта использован инстантный напиток «Золотой шар», разработанный Институтом питания РАМН совместно со специалистами компании «Валетек продимпэкс» (г. Москва). Напиток содержит 12 витаминов и бета-каротин, кальций и магний в природных органических формах.

Письмом Министерства труда и социального развития № 1668-ВС от 10.04.2005 разрешена замена молока на витаминизированные напитки и кисели «Золотой шар» в качестве фактора защиты организма от неблагоприятных производственных факторов, в том числе горячих цехов металлургических предприятий.

Фтор мочи определяли методом Голованова; фосфор, кальций и магний — колориметрическим методом с использованием наборов фирмы «Биоком» на фотомере ПМ-750 (Германия). С-концевые телопептиды (фрагменты деградации коллагена 1-го типа) изучали иммуноферментным тестом наборами CrossLaps. Содержание сывороточного остеокальцина и гормонов (паратиреоидного и кальцитонина) — иммуноферментным тестом наборами Diagnostic System Laboratories и Nordicbioscience на мультискане EX (Labsystems, Финляндия).

Биохимический анализ плазмы крови проводили фотоколориметрическим методом на анализаторе FP-901М (Финляндия). Продукты перекисного окисления липидов (ПОЛ) определяли по изолированным связям (ИДС), диеновым конъюгатам (ДК), кетодиенам и триенам (КиТ) спектрофотометрическим методом на спектрофотометре СФ-26 при длине волны 220, 232 и 278 нм соответственно. Исследования ферментативной активности проводили цитохимическим методом окрашивания и последующим микроскопическим описанием мазков крови.

Статистическая обработка результатов осуществлялась на основе расчета средних арифметических (М) и их ошибок (±m) генеральных совокупностей. Различия показателей по сравнению с фоном и между группами определялись методом вариационной статистики по t-критерию Стьюдента и считались достоверными при Р меньше 0,05.

Компьютерная обработка данных – с помощью программы Multiscan Magic.

Экспериментальные исследования выполнены на базе вивария и профильных лабораторий НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний СО РАМН (г. Новокузнецк) под руководством заслуженного врача РФ, доктора медицинских наук В.В. Захаренкова.

Результаты и их обсуждение

Хроническую фтористую интоксикацию моделировали пассивным запаиванием лабораторных крыс среднетоксичной дозой фторида натрия (ежедневное назначение фторида натрия с питьевой водой в концентрации 10 мг/л, что соответствует суточной дозе 3,5 мг/кг массы тела) в течение 60 дней. На этом фоне половина животных получала ежедневно 300 мг/кг напитка «Золотой шар», который вводился перорально. У животных через каждые 7 дней производили забор суточной мочи для биохимического анализа. Через 60 дней с начала запаивания у выживших крыс забирали для анализа кровь. Все показатели сравнивались с данными, полученными на интактных животных [1].

Результаты экспериментальных исследований показали корректность выбранной модели и её адекватность некоторым звеньям патогенеза производственного флюороза.

Основным критерием токсичного действия фтора являлось клиническое состояние и динамика содержания фтора и кальция в моче экспериментальных животных. Уровень фтора в моче интактных животных составил 1,8 ммоль/л. Через две недели от начала эксперимента его концентрация у животных с фтористой интоксикацией увеличилась в 3 раза, к третьей-четвертой неделе уровень фтора снижался и достоверно не отличался от фоновых значений. Начиная с шестой недели количество фтора в моче поступательно повышалось и к девятой неделе в 10 раз превысило исходный уровень (рис. 1).

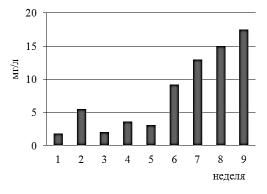


Рис. 1. Содержание фтора в моче экспериментальных животных

Содержание кальция в моче интактных крыс составило 1,4 ммоль/л, через две недели у экспериментальных животных этот показатель снизился в 1,5 раза, с третьей недели – достоверно повысился. К шестой неделе концентрация катиона стала ниже контрольных значений. Начиная с седьмой недели запаивания фтористым натрием уровень кальция в

моче поступательно увеличился и к концу эксперимента превысил исходный уровень в два раза на фоне увеличения его содержания в плазме крови (рис. 2).

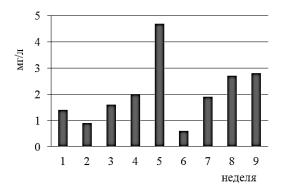


Рис. 2. Содержание кальция в моче экспериментальных животных

Экскреция фосфора неорганического в контроле составила 30,3 ммоль/л и сохранялась на этом уровне у опытных животных в течение четырех недель с начала запаивания. К пятой неделе показатель увеличился в два раза, к концу эксперимента наблюдался пик повышения уровня фосфора в моче до 75,8 ммоль/л на фоне повышения его содержания в плазме крови (рис. 3).

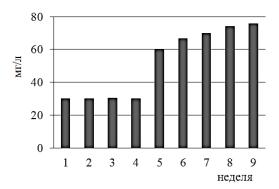


Рис. 3. Содержание фосфора в моче экспериментальных животных

Таким образом, в условиях экспериментального флюороза у животных на второй неделе запаивания уровень фтора в моче значительно увеличивается, а кальция — снижается. Начиная с третьей и до шестой недели содержание фтора в моче снижается до контрольных значений при значительном выбросе из организма кальция. К концу эксперимента содержание в моче обоих электролитов увеличивается. Компенсаторные взаимоотношения фтора и кальция в организме, очевидные на ранних стадиях фтористой интоксикации, нарушаются в более поздние сроки её развития.

Усиленное выведение кальция с мочой свидетельствует о вымывании его из организма, прежде всего из костной ткани. Это связано с тем, что отрицательно заряженный ион фтора атакует положительные ионы кальция, образуя слаборастворимую соль CaF_2 , которая выводится из организма. Это положение согласуется с мнением ряда авто-

ров, полагающих, что одним из инициальных факторов в патогенезе флюороза является нарушение фосфорно-кальциевого обмена.

Анализ литературных данных свидетельствует о значительной «заинтересованности» паращитовидных желёз и С-клеток щитовидной железы при со-

стояниях, сопровождающихся нарушением фосфорно-кальциевого обмена. В наших исследованиях показатели паратиреоидного гормона (ПТГ) в сыворотке у животных, затравленных фтористым натрием, оказались в 5 раз выше контрольных значений (табл. 1).

Таблица 1

Влияние хронической фторной интоксикации на биохимические показатели крови и мочи крыс

| Биохимический показатель | $M \pm m$ | | |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------|--|
| биохимический показатель | Интактные крысы (n = 30) | Крысы с ХФИ (n=30) | |
| ПТГ сыворотки (пг/мл) | 1,2±0,2 | 5,2±1,1* | |
| Кальцитонин сыворотки (пг/мл) | 2,6±0,7 | 3,6±0,8 | |
| Кальций плазмы (ммоль/л) | 2,0±0,03 | 2,0±0,02 | |
| Фосфор плазмы (ммоль/л) | 2,3±0,04 | 2,4±0,06 | |
| Остеокальцин сыворотки (нг/мл) | 1,0±0,2 | 3,2±0,9* | |
| С - конц.телопепдиты мочи (мкг/л) | 1,5±0,3 | $3,7{\pm}0,8^*$ | |
| ПОЛ плазмы крови (ед.оптич.плот.): | | | |
| ИДС | 1,7±0,1 | 4,4±0,1* | |
| ДК | $1,1\pm0,1$ | 2,7±0,1* | |
| КиТ | $0,2\pm0,02$ | $0.8\pm0.03^*$ | |

Примечение. * - достоверные отличия показателей по сравнению с интактной группой животных.

Известно, что ПТГ потенциальный гормон резорбции костной ткани, который in vivo повышает количество и активность остеокластов, обладает кальциймобилизующими свойствами, повышает концентрацию кальция в сыворотке крови in vivo. Несмотря на то что паратгормон, стимулируя активность остеокластов, высвобождает ионы кальция и фосфора неорганического (на фоне активно протекающего процесса резорбции костной ткани и потери кальция), в то же время усиливает реабсорбцию кальция в дистальных почечных канальцах, сохраняя его физиологический уровень в плазме крови. С точки зрения поддержания жёсткого параметра гомеостаза ионизированного кальция в крови данный механизм целесообразен, хотя осуществляется не в пользу сохранения целостности костной ткани.

ХФИ сопровождается также повышением уровня кальцитонина, обладающего гипокальциемическим и гипофосфатемическим действием. На клеточном уровне кальцитонин является прямым ингибитором остеокластной активности и образования остеокластов, в результате чего уменьшается мобилизация кальция из кости.

Таким образом, фтор, обладая высокой реакционной способностью и повышенным сродством к кальцию, при одномоментном повышенном поступлении в организм вызывает кратковременную гипокальциемию, которая служит пусковым механизмом гиперактивности паращитовидных желёз. В связи с этим происходит гиперпродукция паратгормона. Естественно, что увеличенное поступление гормона с кальциймобилизующими свойствами должно сопровождаться усилением активности С-клеток щитовидной железы, вырабатывающих гормон с кальцийпексическими свойствами и служащий естественным антагонистом паратгормона. Мы полагаем, что компенсаторно-приспособительные реакции гормональной системы связаны с адаптацией организма к повреждающему действию фтора и не имеют связи с развитием вторичного гиперпаратиреоза.

За тем обстоятельством, что фтор обладает тропностью к кальцию, а 99 % всего кальция организма содержится в костной ткани, из виду упускается тот факт, что кость является сконцентрированной массой соединительной ткани, занимающей первое место по содержанию в ней коллагена. Коллаген составляет почти 90 % органического матрикса кости. Коллагеновый состав кости в определённой степени необычен тем, что фактически представлен только коллагеном I типа.

Костная ткань постоянно ремоделируется на основе двух разнонаправленных метаболических процессов: образованием новой костной ткани остеобластами и разрушением (резорбцией) старой кости остеокластами. Соотношение этих процессов может оцениваться с помощью биохимических маркеров костеобразования и резорбции: сывороточного остеокальцина и С-концевых телопептидов мочи. Последние определяются с помощью твердофазного иммуноферментного анализа [ELISA], являются чувствительными и специфичными маркерами костной резорбции.

С-концевые телопептиды — отделы молекулы коллагена, содержащие перекрёстные связи (пиридиновые «сшивки») между пептидными цепями, стабилизируют молекулу. Определение пиридиновых «сшивок» в моче имеет ряд преимуществ: относительно более высокая специфичность этих структур для обмена костной ткани, отсутствие их метаболических превращений in vivo до выведения с мочой.

Во время обновления костной ткани коллаген деградирует и небольшие пептидные фрагменты (Сконцевые телопептиды) экскретируются. В наших экспериментах содержание коллагеновых фрагментов костной ткани увеличилось в 2,5 раза в моче животных с фтористой интоксикацией, что свидетельствует о токсичном действии фтора на костную ткань, сопровождающей её резорбцией (табл. 1).

Основным неколлагеновым белком костной ткани является остеокальцин, который рассматривается как наиболее специфичный белок костной ткани. Он способен связывать кальций с помощью расположенных по соседству карбоксильных групп. Остеокальцин, синтезируемый преимущественно остеобластами и включающийся во внеклеточный матрикс костной ткани, может считаться специфическим маркером костеобразования. При этом незначительная его часть попадает в систему циркуляции.

Как можно видеть из табл. 1, XФИ сопровождается трёхкратным повышением остеокальцина в сыворотке, что свидетельствует о неспособности его включаться в костную ткань, вероятно, из-за занятых фтором всех свободных для связывания электронных уровней.

Фтористая интоксикация вследствие высокой реакционной способности фтора сопровождается нару-

шением целостности клеточных мембран, что подтверждается интенсивностью процессов ПОЛ. К концу эксперимента у крыс с ХФИ показатели продуктов ПОЛ увеличились: ИДС в 2,6 раза; ДК в 2,5; КиТ в 4 раза по сравнению с интактными животными.

Молекула фтора способна заменить кислород во многих соединениях. Причина высокой реакционной способности фтора заключается в стремлении к заполнению внешнего нечетного слоя до восьми-электронной конфигурации. Это сопровождается нарушением транспорта электронов в дыхательной цепи и разобщением процессов дыхания и фосфорилирования, ингибированием АТФазной активности, что может быть связано со снижением окисления субстратов за счет повреждения митохондриальных мембран и потери цитохрома. Подтверждением этому являются экспериментальные данные о состоянии активности дыхательных ферментов в условиях ХФИ (табл. 2).

Таблица 2

Влияние ХФИ на среднюю цитохимическую активность дыхательных ферментов в крови крыс

| | M± m | | | |
|----------------------------|--------------|------------|------------|--------------|
| Группа животных | СДГ | α-ГΦДГ | α-ГΦДГ | ГТДГ |
| | (ед. актив.) | митохондр. | цитоплазм. | (ед. актив.) |
| Интактные крысы $(n = 25)$ | 4,1±0,06 | 4,5±0,07 | 6,7±0,1 | 5,7±0,03 |
| Крысы с ХФИ (n = 25) | 4,2±0,1 | 3,9±0,09* | 4,8±0,08* | 4,7±0,07* |

Примечание. * - достоверные отличия показателей по сравнению с интактной группой животных

Была изучена сукцинатдегидрогеназная (СДГ), альфа-глицерофосфатдегидрогеназная (α -ГФДГ митохондриальная и α -ГФДГ цитоплазматическая) и глутаматдегидрогеназная (ГДГ) активность дыхательных ферментов в крови экспериментальных животных в условиях ХФИ.

СДГ-митохондриальный фермент, катализирующий один из этапов реакций цикла Кребса: превращение янтарной кислоты в фумаровую. Уровень этого фермента на протяжении всего эксперимента не изменился.

α-ГФДГ, подобно СДГ, является внутримитохондриальным флавопротеидом, участвует в альфаглицерофосфатном челночном механизме, обеспечивающем перенос ионов водорода внутрь митохондрий. У экспериментальных животных отмечено достоверное снижение активности этого фермента.

ГДГ — выполняет функцию связующего звена между метаболизмом аминокислот и циклом Кребса. ХФИ сопровождалась снижением активности данного фермента на 17,5 %. Вероятно, фтор как активный галоген, ингибирует активность ГДГ и, как следствие, малое количество кетоглутарата используется в цикле Кребса, что подтверждается снижением α-ГФДГ.

Материалы исследований позволили определить возможный механизм формирования профессионального флюороза и пути его профилактики с использованием фактора питания (рис. 4).

Механизм повреждающего действия избыточного количества фтора сложен и многообразен. Мы полагаем, что ведущее место в патогенезе ХФИ принадлежит нарушению целостности клеточных мембран и, как следствие, активности клеточных ферментативных систем, обеспечивающих нормальное течение окислительных процессов, выработку энергетических ресурсов и осуществление ключевых метаболических процессов.

Несомненно, фтор является одним из регуляторов ферментной активности клетки, нарушая её при избыточном поступлении.

Таким образом, экспериментальные исследования убедительно свидетельствуют, что с увеличением поступления фтора в организм возникает дезорганизация как механизмов регуляции метаболизма, так и различных видов обмена веществ, сопровождающаяся тяжёлым патогенетическим состоянием организма, порой не совместимым с жизнью. Так, к концу эксперимента, 26 % животных с ХФИ погибли.

Назначение витаминно-минерального напитка «Золотой шар» животным с фтористой интоксикацией сопровождалось коррекцией некоторых нарушений

Содержание фтора в моче «флюорозных» крыс на фоне специализированного продукта уже на второй неделе эксперимента увеличилось в 6 раз. К концу эксперимента в этой группе животных выведение фтора стабилизировалось и было в 3 раза выше фоновых значений, содержание кальция и фосфора находилось на физиологическом уровне 2,7 и 28,4 ммоль/л соответственно.

Гормональный статус животных имел тенденцию к нормализации. Активность процессов ПОЛ сохранялась на уровне физиологических значений (табл. 3).



Рис. 4. Механизм формирования профессионального флюороза и возможные пути диетотерапии для его коррекции и профилактики

Таблица 3 Влияние «Золотого шара» на процессы ПОЛ (ед. оптич. плот.) плазмы крови в условиях ХФИ крыс

| | $M\pm m$ | | | |
|------------|--------------------------|----------------------|--|--|
| Показатель | Интактные крысы (n = 30) | Крысы c XФИ (n = 30) | Крысы с ХФИ $+$ «Золотой шар» ($n = 30$) | |
| ИДС | 1,7±0,1 | 4,4±0,1* | $2,6\pm0,2^*$ | |
| ДК | 1,1±0,1 | 2,7±0,1* | 1,8±0,1* | |
| КиТ | 0,2±0,02 | 0,8±0,03* | 0,3±0,01 | |

Примечание. * достоверные отличия показателей по сравнению с интактной группой животных.

Применение «Золотого шара» в условиях длительной фтористой интоксикации не повлияло на активность СДГ. В то же время сопровождалось тенденцией к повышению активности α -ГФДГ и обеспечило сохранение активности ГДГ на физиологическом уровне.

Положительный эффект витаминно-минерального продукта проявился в достаточной компенсации минеральных солей кальция, магния, назначение которых при фтористой интоксикации способствовало снижению абсорбции фтора в организме на фоне его активной экскреции. Кроме того, наличие комплекса витаминов С, A, E, D, B₁, B₂, B₆, B₁₂, PP, фолиевой кислоты, биотина и бета-каротина способ-

ствовало улучшению метаболических процессов на всех уровнях, свидетельством этому являлось отсутствие летального исхода экспериментальных животных с хронической фтористой интоксикацией на фоне поддерживающей терапии БАД «Золотой шар».

Полученные результаты дают основание рекомендовать испытанный продукт для включения в рацион питания рабочих алюминиевого производства с длительным трудовым стажем (с риском остеопороза, выявленного на основе профосмотра). Его ежедневный приём в количестве 2 стаканов в день в качестве третьего блюда или освежающего напитка может быть эффективным фактором послесменной реабилитации от воздействия фтора.

Список литературы

- 1. Анохина, А.Я. Функционально-метаболические нарушения и компенсаторные механизмы при хронической фтористой интоксикации: дис. ...канд. мед. наук. Новокузнецк, 2007. –138 с.
- 2. Данилов, И.П. Гигиенические и клинико-гигиенические аспекты развития флюороза у рабочих алюминиевого производства: автореф. дис. ... канд. Кемерово. 1999. 31 с.

- 3. Курилов, К.С. О состоянии здоровья населения Кузбасса и задачах учреждений здравоохранения по совершенствованию медицинской помощи / К.С. Курилов // Федеральный и региональный аспекты политики здорового питания (Мат-лы междунар, симпозиума). Новосибирск, Сибирское университетское изд-во. 2002. С.14–31.
- 4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.10.2010 г. № 1873-р. «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года».
- 5. Окунев, В.Н. Патогенез, профилактика и лечение фтористой интоксикации / В.Н. Окунев, В.И. Смоляр, Л.Ф. Лаврушенко. Киев: Здоровье. 1987. 150 с.
- 6. Биологически активные добавки в питании человека / В.М. Позняковский , А.Н. Австриевских, Б.П. Суханов, В.А. Тутельян . Томск: Изд-во научно-технической литературы. 1999 295 с.
- 7. Паспорт региональной губернаторской программы «К здоровью через питание»: утв. зам. губернатора Кемеровской обл. по здравоохранению. Кемерово. 2002. 12 с.
- 8. Пилат, Т.Л. Питание рабочих при вредных и особо вредных условиях труда. История и современное состояние. Т.1 / Т.Л. Пилат, А.В. Истомин, А.К. Батурин.— М., 2006. 240 с.
 - 9. Прогноз научно-технического развития Российской Федерации до 2030 года. М., 2012. 72 с.
- 10. Разумов, В.В. Флюороз как проявление преждевременного старения и атавистического остеогенеза: монография / В.В. Разумов. Томск. 2003. 112 с.
 - 11. Риггз, Б.Л. Остеопороз (этиология, диагностика, лечение) / Б.Л. Риггз, Л.Дж. Мелтон. М.: Беном, 2000 560 с.
- 12. Среда обитания, состояние здоровья населения г. Новокузнецка в 2000–2002 гг.: под ред. Г.И.Чеченина. Новокузнецк, 2003 С.43–62.
- 13. Спиричев, В.Б. Микронутриенты важнейший алиментарный фактор в охране здоровья. Гигиенические аспекты применения витаминов в производственных коллективах (аналитический обзор) / В.Б. Спиричев. М., 2007. 63 с.
- 14. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.04.2012 № 559-р. «Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации до 2020 года».
 - 15. Яньшин, Л.А. Гигиеническое значение фтора / Л.А. Яньшин // Военно-мед. журнал. 1971. № 12. С. 47–50.
- 16. Briancon, D.Treatment of osteoporosis with fluoride, calcium, and vitamin D. Orthop. Clin. / D. Briancon, P.J. Meunier.—North Am., 1981. 648 p.
- 17. Vogel, M. Morphologische Untersuchung der Beckenkammspongiosa bei Patienten mit Osteoporose unter einer Kombinationstherarie mit pulsatier Gabe von Parathorrnon (1-38 hPTH) und sequentieller Verabpeichung von Calcitonin-Nasen-spray. Med. Klin. / M. Vogel, R.D. Hesch, G. Delling. 1990. P.82–86

EXPERIMENTAL BACKGROUND FOR THE USE OF "GOLDEN BALL" DRINK IN AFTER-SHIFT REHABILITATION OF WORKERS OF ALUMINIUM PRODUCTION

V.V. Zaharenkov^{1,*}, V.V. Trihina², V.B. Spirichev³

¹Scientific and Research Institute of Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Siberian Branch of the Academy of Medical Sciences, 23, Kutuzov, Novokuznetsk, 654041, Russia

²Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

> ³CJSC Valitek Prodimpex, 18A, Str. Gagarin, Dedovsk, 143530, Russia

> > *e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Received: 11.03.2015 Accepted: 30.03.2015

Studying the role of nutrition factor in the prevention of occupation-related diseases is one of the main directions of modern science of nutrition. This paper presents experimental studies evaluating the effectiveness of the «Golden bal» enriched drink in the correction of metabolic disorders under fluoride intoxication. The chronic influence of fluoride on the body of animals - albino rats of Wistar line – caused the increase of the content of fluoride, calcium, phosphorus in the urine and C-concentrated telopeptides – partiresmo hormone, osteocalcin and products of lipid peroxidation (with isolated double bonds, ketodienes and trienes, diene conjugates) in blood. Cytochemical activity of respiratory enzymes: succinate dehydrogenase, alpha-glycerophosphate dehydrogenase (mitochondrial, cytoplasmic) and glutamate dehydrogenase increased. These materials allowed us to reveal the formation mechanisms of the pathogenesis of occupational fluorosis, to identify possible ways of its correction and prevention. Daily inclusion of this specialized product in the diet of rats for about of 3.5 mg/kg body weight resulted in normalization of these metabolic functions at all levels. The positive effect of vitamin-mineral complex manifested itself in the compensation of potassium and magnesium mineral salts, which helped to reduce the absorption of fluoride against its active excretion. Confirmation was the lack of fatal cases in the experimental group of animals with chronic fluoride intoxication when applying maintenance therapy using the tested product. The research results provided the basis for the optimization of therapeutic nutrition for workers of aluminum production as an after-shift rehabilitation factor against the effects of fluoride. The recommended amount is 2 cups per day as a third course or a refreshing drink.

Experimental fluorosis, enriched drink, effectiveness evaluation, pathogenesis, prevention of intoxication.

References

- 1. Anokhina A.Ia. Funktsional'no-metabolicheskie narusheniia i ompensatornye mekhanizmy pri khronicheskoi ftoristoi intoksikatsii. Diss. kand. med. nauk [Functional and metabolic violations and compensatory mechanisms at chronic fluoric intoxication. Cand. med. sci. diss.]. Novokuznetsk, 2007. 138 p.
- 2. Danilov I.P. Gigienicheskie i kliniko gigienicheskie aspekty razvitiia fliuoroza u rabochikh aliuminievogo proizvodstva. Avtoref. diss. kand. [Hygienic and clinico-hygienic aspects of fluorosis in workers of aluminum production. Cand. autoabstract diss.]. Kemerovo, 1999. 31 p.
- 3. Kurilov K.S. O sostoianii zdorov'ia naseleniia Kuzbassa i zadachakh uchrezhdenii zdravookhraneniia po sovershenstvovaniiu meditsinskoi pomoshchi [About a state of health of the population of Kuzbass and the tasks of healthcare institutions for improvement of medical care] Federal'nyi i regional'nyi aspekty politiki zdorovogo pitaniia (Materialy mezhdunarodnogo simpoziuma) [Federal and regional aspects of policy of healthy food (Materials of the international symposium)]. Novosibirsk, 2002, pp. 14-31.
- 4. Rasporiazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 25.10.10 goda. № 1873 r «Osnovy gosudarst-vennoi politiki Rossiiskoi Federatsii v oblasti zdorovogo pitaniia naseleniia na period do 2020 goda» [Instruction of the Government of the Russian Federation «Fundamentals of public policy of the Russian Federation in the sphere of healthy nutrition of the population up to 2020»]. 2010, no. 1873 – r.
- 5. Okunev V.N., Smoliar V.I., Lavrushenko L.F. Patogenez, profilaktika i lechenie ftoristoi intoksikatsii [Pathogenesis, prevention and treatment of fluoride intoxication]. Kiev, Health, 1987. 150 p.
 6. Poznyakovskiy V.M., Avstrievskikh A.N., Sukhanov B.P., Tutel'ian V.A. *Biologicheski aktivnye dobavki v pitanii cheloveka*
- [Dietary supplements in food of the person], Tomsk, Publ. Scientific and technical literature, 1999. 295 p.
- 7. Pasport regional'noi gubernatorskoi programmy «K zdorov'iu cherez pitanie» [Passport of the regional Governor's program «To Health — through Food»]. Kemerovo, 2002. 12 p.
- 8. Pilat T.L., Istomin A.V., Baturin A.K. Pitanie rabochih pri vrednyh i osobo vrednyh uslovij truda. Istorija i sovremennoe sostojanie. T. 1. [Food of working or harmful and especially harmful working conditions. History and current status. Vol. 1.]. Moscow, 2006. 240 p.
- 9. Prognoz nauchno tehnicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii do 2030 goda (Prospects of scientific-research development of the Russian Federation up to 2030), Moscow, 2012, 72 p.
- 10. Razumov V.V. Fliuoroz kak proiavlenie prezhdevremennogo stareniia i atavisticheskogo osteogeneza [Fluorosis as a manifestation of premature aging and atavistic osteogenesis]. Tomsk, 2003.
- 11. Riggz B.L., Melton L.Dzh. Osteoporoz (etiologiia, diagnostika, lechenie) [Osteoporosis (etiology, diagnosis, treatment)]. Moscow, Publ. Benom, 2000.
- 12. Chechenina G.I. Sreda obitaniia, sostoianie zdorov'ia naseleniia g. Novokuznetska v 2000-2002 gg. [Environment, health, Novokuznetsk in 2000 - 2002]. Novokuznetsk, 2003. pp. 43-62.
- 13. Spirichev V.B. Mikronutrienty vazhneishii alimentarnyi faktor v okhrane zdorov'ia. Gigienicheskie aspekty primeneniia vitaminov v proizvodstvennykh kollektivakh (analiticheskii obzor) [Micronutrients is the most important nutritional factor in health. Hygienic aspects of the use of vitamins in production teams (analytical review)]. Moscow, 2007. 63 p.
- 14. Rasporiazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 17.04.12 goda. № 559 r «Ŝtrategiia razvitiia pishchevoi i pererabatyvaiushchei promyshlennosti Rossiiskoi Federatsii do 2020 goda» [Order of the Government of the Russian Federation « The strategy of the development of food processing industry of the Russian Federation till 2020»]. 2012, no. 559 - r.
- 15. Ian'shin L.A. Gigienicheskoe znachenie ftora [Hygienic value of fluorine]. Voenno-meditsinskii zhurnal [Military-medical magazine], 1971, no. 12, pp. 47-50.
 - 16. Briancon D., Meunier, P. J. Treatment of osteoporosis with fluoride, calcium, and vitamin D. Orthop. Clin. North Am., 1981, 648p.
- 17. Vogel M., R. D. Hesch, Delling G. Morphologische Untersuchung der Beckenkammspongiosa bei Patienten mit Osteoporose unter einer Kombinationstherarie mit pulsatier Gabe von Parathorrnon (hPTH 1-38) und sequentieller Verabpeichung von Calcitonin-Nasen-spray. Med. Klin., 1990, p. 82-86.

Дополнительная информация / Additional Information

Захаренков, В.В. Экспериментальное обоснование к применению напитка «Золотой шар» в послесменной реабилитации работников алюминиевого производства / В.В. Захаренков, В.В. Трихина, В.Б. Спиричев // Техника и технология пищевых производств. -2015. - Т. 37. - № 2. - С. 74-81.

Zaharenkov V.V., Trihina V.V., Spirichev V.B. Experimental background for the use of «Golden ball» drink in after-shift rehabilitation of workers of aluminium production. Food Processing: Techniques and Technology, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 74-81. (In Russ.)

Захаренков Василий Васильевич

д-р мед. наук, профессор, заслуженный врач РФ, отличник здравоохранения СССР, директор ФГБУ «Научноисследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний» СО РАМН, 654041, Россия, Кемеровская обл., г. Новокузнецк, Кутузова, 23

Трихина Вероника Валерьевна

канд. техн. наук, соискатель кафедры технологии и организации общественного питания, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-53, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Спиричев Владимир Борисович

Заслуженный деятель науки РФ, д-р биол. наук, профессор, генеральный директор, ЗАО «Валетек Продимпэкс», 143530, Россия, Московская обл., г. Дедовск, ул. Гагарина, 18A, тел.: +7 (499) 277-12-21, e-mail: info@valetek.ru

Vasily V. Zaharenkov

Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, Excellent Health of the USSR, Director, Scientific and Research Institute of Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Siberian Branch of the Academy of Medical Sciences, 23, Kutuzov, Novokuznetsk, Kemerovo region, 654041, Russia

Veronica V. Trihina

Cand. Tech. Sci., Competitor of the Department of Catering Technology and Organization, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-53, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Vladimir B. Spirichev

Honored Worker of Science of the Russian Federation, Dr.Sci.(Biol.), Professor, Director General, CJSC Valitek Prodimpex, 18A, str. Gagarin, Dedovsk, Moscow region, 143530, Russia, phone: +7 (499) 277-12-21, e-mail: info@valetek.ru



УДК [641:796]:613.2

НУТРИЕНТНАЯ ПОДДЕРЖКА ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ В ТРЕНИРОВОЧНЫЙ, СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОДЫ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Н.Ю. Латков^{1,*}, Ю.А. Кошелев², В.М. Позняковский¹

¹ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

²ЗАО «Алтайвитамины», 659325, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Заводская, 69

*e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 26.12.2014 Дата принятия в печать: 02.02.2015

Фактор питания является одним из основных в достижении спортивных результатов и сохранении здоровья спортсменов наряду с методическими и психологическими аспектами подготовки. Особое место среди нутриентной поддержки занимают биологически активные добавки (БАД) с использованием природного растительного и животного сырья с учетом их эффективности и доступности. Важное значение уделяется научному обоснованию рецептурных формул БАД с учетом возраста, пола, вида спорта и синергического влияния отдельных компонентов на обменные процессы в организме. Разработаны новые виды БАД для спортивного питания в различные периоды соревновательной деятельности – «Вазотон», «Аровитол», «Виталайф». В основу формирования рецептурного состава БАД положены литературные данные, материалы собственных исследований по влиянию действующих начал на процессы метаболизма в тренировочный, соревновательный и восстановительный периоды, обеспечивающие в целом конечный результат. Специализированные продукты прошли антидопинговый контроль и рекомендованы в питании спортсменов.

Биологически активные добавки, спортивное питание, рецептурные формулы, обоснование, эффективность.

Введение

Современный спорт и подготовка спортсменов высшей квалификации характеризуются наличием двух факторов:

- уровнем физических и психологических нагрузок, которые, как правило, достигают пределов физиологических возможностей организма;
- необходимостью применения различных подходов, обеспечивающих конечный результат.

Последнее связано с повышением общей и специальной работоспособности спортсменов в тренировочной и соревновательной деятельности, восстановлением организма после состояния перенапряжения, профилактикой возможных осложнений и срыва адаптации.

Одним из основных векторов решения рассматриваемой проблемы является разработка научно — обоснованных рационов с учетом вида спорта, возраста, пола, других основополагающих факторов. Имеется необходимость создания новых видов специализированной продукции, в том числе БАД на основе достижений современной фармакологии и нутрициологии, направленных на повышение спортивных результатов, профилактику профессиональных заболеваний и сохранение здоровья [1, 2, 4, 5].

Объект и методы исследования

Объектом исследования являлись опытные и промышленные образцы БАД: «Вазотон», «Аровитол», «Виталайф».

Применяли общепринятые методы оценки органолептических и физико-химических показателей качества. Испытания витаминной ценности проводили с использованием спектрофотометрии, высокоэффективной жидкостной хроматографии, флуорометрии [3]. Критерии безопасности оценивали согласно требованиям технического регламента [6].

Результаты и их обсуждение

В задачу настоящих исследований входила разработка новых, высокоэффективных форм БАД для их использования в различные периоды соревновательной деятельности. Дано научное обоснование рецептурного состава специализированных продуктов, исходя из фармакологических свойств действующих начал и их участия в обменных процессах организма.

Вазотон. Капсулированная форма БАД, содержащая в одной капсуле 0,5 г L-аргинина. Влияние аминокислоты на функциональное состояние организма спортсменов связано со следующими метаболическими аспектами:

– является одним из основных предшественников оксида азота, занимающего ключевые позиции в деятельности сердечно-сосудистой системы. L-аргинин снабжает азотом систему ферментов, называемых NO-синтетазами, которые синтезируют NO, или нитрозогруппу. NO-медиатор миорелаксации сосудов артериального русла. Его называют эндотелиальным расслабляющим фактором из-за его способности расслаблять гладкие мышцы кровеносных сосудов. Он предотвращает адгезию и агрегацию тромбоцитов – элементов, необходимых для свертывания крови. При некоторых обстоятельствах их избыток может привести к сердечным приступам и образованию тромбов;

- устраняет дисфункцию эндотелия кровеносных сосудов, восстанавливает способность к расслаблению гладких мышц (вазодилатирующие, ангиопротекторные, антипролиферативные, дезагригирующие факторы), обеспечивая тем самым синтез NO;
- участвует в цикле переаминирования (трансаминирования) аминокислот, образования и выведения из организма конечного продукта распада белков и аминокислот – мочевины, освобождая от токсичных шлаков и обеспечивая нормальное функционирование кровеносных сосудов, печени и почек;
- стимулирует синтез соматотропного гормона (гормона роста), а через него белков, регенерацию поврежденных тканей растяжений сухожилий, мышечных травм и др.;
- занимая ключевые позиции в метаболизме мышц, способен увеличивать их удельную силу и мышечную массу при одновременном уменьшении жира;
- способствует образованию анаболического гормона инсулина, служит предшественником синтеза креатина, который в соединении с фосфатной группой образует креатинфосфат, обладающий большей энергией и который необходим при максимальной мощности мышечной работы (алактатная выносливость). Все это поддерживает и активизирует иммунную систему;
- обладает психотропным эффектом, интенсифицирует сперматогенез, придавая моторное настроение, активность и выносливость немаловажные факторы для достижения спортивных результатов.

Исходя из участия L-аргинина в обмене веществ определены области применения БАД «Вазотон»:

- оптимизация коронарного и периферического кровообращения при предельных и околопредельных нагрузках, в тренировочных и соревновательных условиях, особенно в зоне максимальной и субмаксимальной интенсивности;
- ускорение процессов постнагрузочного восстановления за счет связывания и выделения метаболита – продукта распада отработанных белков и аминокислот;
- стимулирование и поддержание уровня гормонов – соматотропного гормона и инсулина для ускорения синтеза белков, регенерации поврежденных тканей, интенсификации роста молодых спортсменов, усвоения сахаров и синтеза гликогена;
- интенсификация в печени синтеза креатина (совместно с глицином, метионином), являющегося предшественником креатинфосфата;
- поддержание иммунной системы при больших физических, психоэмоциональных нагрузках и стрессовых состояниях.

Разработаны рекомендации по применению:

- перенапряжение миокарда (особенно с признаками ишемии);
- снижение алактатной, лактатной, аэробной выносливости, развитие утомления при предельных и околопредельных нагрузках, особенно в зоне максимальной и субмаксимальной интенсивности;
- спортивные травмы, связанные с повреждением и воспалением мышечных тканей, сухожилий и соединительных тканей;

- задержка биологического созревания с недостаточной динамикой ростовых процессов;
- улучшение функционального состояния кровеносных сосудов после воздействия интенсивных нагрузок.

Рекомендуется для включения в рацион спортсменов по 1–2 капсулы 2–3 раза в день, продолжительность 2–3 месяца. При необходимости курс можно повторить. По классификации спортивного питания относится к группе субстратных добавок.

Аровимол — таблетированная форма БАД, представляющая витаминно-растительный комплекс в виде жевательных таблеток массой 1,2 г. Содержит измельченные плоды черноплодной рябины и 12 жизненно-важных витаминов, в 1 таблетке/мг: $B_1-0.6$; $B_2-0.57$; $B_6-0.6$; E-2.5; C-60; $B_{12}-1.2$ мкг; $B_5-0.12$; $B_c-0.12$; H-0.073; ниацин — 6,6; J_3-147 МЕ; A-166 МЕ.

Черноплодная рябина с позиций фармакопейных культур — достаточно богатый природный источник комплекса биологически активных веществ: витаминов (P, C, E, K, B_1 , B_2 , B_6 , бета-каротин), макро- и микроэлементов (йод, железо, фтор, медь, марганец и т.д.), углеводов (глюкоза, фруктоза, сахароза), пектиновых и дубильных веществ, органических кислот, биофлавоноидов.

Содержание в ней биофлавоноидов, обладающих Р-витаминной активностью, в 2 раза больше, чем в черной смородине, в 20 раз, чем в яблоках и апельсинах. Это катехины, флавоны, геспередин, рутин, кверцетин, цианидин и др., которые участвуют в биорегуляции и стимуляции физиологических функций в организме, особенно укреплении кровеносных сосудов, повышении их эластичности и упругости. Общее содержание этих веществ может достигать 2 %.

Пектиновые вещества черноплодной рябины (до 0,5 %) обладают сорбционными свойствами в отношении тяжелых металлов, токсичных радиоактивных веществ, удерживают и выводят различные виды патогенных микроорганизмов. Пектины нормализуют работу кишечника, улучшают перистальтику желудочно-кишечного тракта, ускоряют продвижение пищи, устраняют спазмы, улучшают состояние толстого кишечника, связывают желчные кислоты, оказывают желчегонный эффект и уменьшают риск желчнокаменной болезни.

По содержанию органических кислот, часть из которых является незаменимыми, черноплодная рябина значительно превосходит мандарины, землянику, малину и красную смородину.

Содержание йода в мякоти плодов в 3–5 раз больше, чем в смородине, малине, крыжовнике, землянике и яблоках.

Природные свойства черноплодной рябины усилены синергическим действием добавляемого комплекса витаминов, которые защищают организм от риска возникновения многих заболеваний, повышают антиоксидантные свойства, улучшают эластичность сосудов, поддерживают нормальное функционирование процесса кроветворения. Рекомендуется для профилактики и вспомогательной терапии сердечно-сосудистых заболеваний, коррекции других нарушений:

- укрепляет стенки кровеносных сосудов, улучшает их упругость, повышает тонус;
 - улучшает капиллярное кровообращение;
- нормализует повышенное артериальное давление;
- обеспечивает коррекцию жирового обмена, понижает уровень холестерина в крови;
 - нормализует функции кишечника;
- способствует выведению токсических продуктов метаболизма и радиоактивных веществ;
 - снижает гиперфункции щитовидной железы.

Можно применять при гипо- и авитаминозе, особенно в зимний и весенний периоды года.

Суммарная активность натуральных компонентов, усиленных комплексом из 12 жизненно важных витаминов, открывает возможность применения жевательных таблеток «Аровитол» спортсменами любых квалификаций, а также людьми, ведущими активный образ жизни. Поддержка или насыщение витаминно-минерального баланса в процессе тренировочной и соревновательной деятельности, а также в восстановительный период при нагрузках в аэробной и смешанных зонах различной мощности и продолжительности позволяет достигать следующих эффектов:

- устранение повреждающего воздействия токсических метаболитов в процессе восстановления спортсмена;
- улучшение капиллярного кровообращения, профилактика сердечно-сосудистых заболеваний, риск которых увеличивается из-за разнообразных биохимических и функциональных сдвигов, возникающих при объемных нагрузках максимальной и субмаксимальной мощности;
- способствование нормализации артериального давления, которое может повышаться при повышенных нагрузках;
 - нормализация функции кишечника;
- выведение токсических продуктов метаболизма при активных занятиях спортом.

Рекомендуется применять на всех этапах тренировочных и соревновательных периодов по 1–2 таблетки 2–3 раза в день после еды. Курс приема 2–

3 месяца. Повторное применение возможно через несколько месяцев (2–4).

Виталайф. Разработана серия сухих витаминизированных напитков серии «Виталайф» с использованием местного растительного сырья. Подбор макро- и микронутриентов в рецептурном составе осуществлялся с учетом накопленного опыта в области спортивного питания и их синергического влияния на обменные процессы в различные периоды соревновательной деятельности.

Проведены органолептические и физикохимические исследования в процессе производства и хранения, что позволило установить регламентируемые показатели качества (табл. 1, 2), в том числе пищевой (витаминной) ценности (табл. 3).

Таблица 1 Органолептические показатели качества сухого витаминизированного напитка «Виталайф»

| Показатель | Характеристика | | |
|--------------|---|--|--|
| Внешний вид | Однородная, равномерно окрашенная, сыпучая масса. Допускается наличие небольших комочков, растворяющихся в воде при интенсивном перемешивании | | |
| Цвет | Характерный цвету используемых плодово-ягодных экстрактов | | |
| Запах и вкус | Запах соответствующего ароматизатора, вкус кисло-сладкий | | |

Таблица 2

Физико-химические показатели качества сухого витаминизированного напитка «Виталайф»

| Показатель | Значение показателя |
|---|---------------------|
| Массовая доля влаги, %, не более | 3,0 |
| Массовая доля титруемых кислот (в расчете на яблочную кислоту), %, не менее | 2,0 |
| Готовность к употреблению, мин, не более | 15,0 |

Таблица 3

Витаминная ценность сухого безалкогольного напитка «Виталайф»

| Содоржание мя | В 100 г | В одном стакане | % от суточной |
|-------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|
| Содержание, мг | сухого киселя | (200 см ³) напитка | потребности |
| Витамин С | 85,0 | 17,0 | 24,3 |
| Никотинамид | 21,5 | 4,3 | 21,5 |
| Витамин Е | 12,5 | 2,5 | 25,0 |
| Кальция пантотенат | 8,75 | 1,75 | 25,0 |
| Витамин В ₆ | 2,5 | 0,5 | 25,0 |
| Витамин В2 | 2,125 | 0,425 | 24,0 |
| Витамин В ₁ | 1,75 | 0,35 | 23,4 |
| Витамин А | 1,75 | 0,25 | 25,0 |
| Фолиевая кислота | 0,5 | 0,1 | 50,0 |
| Биотин | 0,25 | 0,05 | 33,4 |
| Витамин D ₃ , МЕ | 500,0 | 100,0 | 50,0 |
| Витамин В ₁₂ , мкг | 3,75 | 0,75 | 25,0 |

Напиток, помимо витаминного комплекса, содержит углеводы (сахар, глюкоза), экстракт (сгущенный сок) облепихи, черноплодной рябины или капины

Биологически активные ингредиенты облепихи, черноплодной рябины, калины – пектиновые вещества, биофлавоноиды, водорастворимые витамины, органические кислоты, микроэлементы – дополняют вводимый комплекс витаминов, расширяют область физиологического воздействия на организм человека:

- пополнение легкоусвояемых углеводов;
- профилактика гиповитаминозных состояний;
- повышение сопротивляемости организма при психоэмоциональных и физических нагрузках, неблагоприятных факторах окружающей среды.

Содержащиеся в экстрактах (сгущенных соках) черноплодной рябины биофлавоноиды и пектиновые вещества:

- способствуют биорегуляции и стимуляции физиологических функций в организме, особенно в укреплении кровеносных сосудов, повышении их эластичности и упругости;
- нормализуют работу кишечника, улучшают перистальтику и ускоряют продвижение пищи по ЖКТ, состояние толстого кишечника;
- оказывают желчегонный эффект и уменьшают риск желчнокаменной болезни. Обладают сорбционными свойствами в отношении тяжелых металлов и радионуклидов.

Исходя из участия рецептурных компонентов в обменных процессах организма определена область применения БАД:

- углеводная поддержка при нагрузках в аэробной и смешанных зонах энергообеспечения различной мощности и интенсивности;
- поддержание витаминно-минерального баланса при физических нагрузках указанной направленности, а также в восстановительный период;
- повышение адаптации организма спортсмена и ускорение восстановления после повышенных физических и эмоциональных нагрузок за счет биологически активных компонентов растительных экстрактов и соков.

Разработаны рекомендации по использованию БАД:

при нагрузках в аэробной зоне энергообеспечения: 30 г сухого напитка в виде раствора в 300 мл негазированной питьевой воды за 30 мин до нагрузки;

- при нагрузках в смешанной зоне энергообеспечения: 20 г сухого напитка в виде раствора в 200 мл негазированной питьевой воды за 30 мин до нагрузки и 10 г сухого напитка в 100 мл воды в 3–4 порции во время нагрузки;
- после нагрузки для восстановления водного баланса и насыщения витаминно-минерального комплекса по потребности из расчетного количества 20 г (1 столовая ложка) сухого напитка на 200 мл (1 стакан) негазированной питьевой воды.

Средняя суточная рекомендуемая доза при физических нагрузках в зоне предельных и субпредельных нагрузок 60 г (3 столовые ложки) сухого напитка на 600 мл (3 стакана) негазированной питьевой воды.

Без каких-либо ограничений по критерию антидопингового контроля препарат рекомендуется для регулярного использования в спортивном питании в процессе тренировочной и соревновательной деятельности, в том числе при предельных и околопредельных нагрузках, как средство поддержания энергообеспечения, возмещения потери жидкости и витаминно-минеральных веществ, особенно в циклических и скоростно-силовых видах спорта, для повышения аэробной выносливости, сокращения периода восстановления после нагрузок.

Разработанная продукция проанализирована по процедурам допинг-контроля методами газовой хроматографии и масс-спектрометрии в соответствии с требованиями WADA (Всемирного антидопингового агентства, Монреаль, Канада). Получены экспертные заключения антидопингового центра (г. Москва) и Всероссийского НИИ физической культуры и спорта (г. Москва) по использованию БАД в питании спортсменов.

Решение об отдельном или комплексном применении разработанных БАД принимается коллегиально спортивным врачом и тренером исходя из индивидуального состояния организма спортсмена, методики и стратегии подготовки к соревнованиям.

Продукция апробирована и производится на предприятиях фармацевтической компании «Алтайвитамины» (г. Бийск). Стабильность качества и безопасности БАД обеспечивается разработкой и внедрением систем менеджмента в рамках требований международных стандартов ISO 9001:2000; ISO 22000:2005 и правил GMP.

Список литературы

- 1. Калинин, В.М. Актуальные вопросы питания: витамины и минеральные вещества при занятиях физической культурой и спортом: монография / В.М. Калинин, В.М. Позняковский. Томск: Изд-во Томского государственного педагогического университета, 2008. 160 с.
- 2. Латков, Н.Ю. Макро- и микронутриенты в питании спортсменов: монография / Н.Ю. Латков, В.М. Позняковский. Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. 172 с.
- 3. Методы анализа минорных биологически активных веществ пищи / под ред. В.А. Тутельяна и К.И. Эллера. М.: Изд-во «Династия», 2010. 160 с.
- 4. Позняковский, В.М. Пищевые и биологически активные добавки: характеристика, применение, контроль: монография / В.М. Позняковский, Ю.Г. Гурьянов, В.В. Бебенин; 3-е изд., испр. и доп. Кемерово: Кузбассвузиздат, 2011. 275 с.
- 5. Применение пантогематогена в спортивно-медицинской практике / В.А. Семенов, Н.Ю. Латков, Ю.А. Кошелев, В.М. Позняковский // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 2. С. 113–117.
- 6. Технический регламент ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического, лечебного и диетического профилактического питания».

NUTRIENT SUPPORT FOR THE BODY OF ATHLETES DURING TRAINING, COMPETITION AND RECOVERY PERIODS: THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS

N.Yu. Latkov^{1,*}, Yu.A. Koshelev², V.M. Poznyakovskiy¹

¹Kemerovo Institute of Food Science and Technology(University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

²CJSC Altayvitamin, 69, street Factory, Biysk, Altay, 659325, Russia

*e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Received: 26.12.2014 Accepted: 02.02.2015

Nutrition is one of the key factors in achieving results and maintaining the health of athletes along with methodological and psychological aspects of training. A special place among nutrient support belongs to biologically active additives (BAA) with the use of natural plant and animal raw materials, taking into account their efficiency and availability. Of great importance is scientific justification of BAA formulas considering age, sex, kind of sports and synergistic effects of individual components on the metabolic processes in the body. New types of BAA such as «Watton», «Orbital», «Vitalif» and used for sports nutrition at different periods of competitive activity have been developed. BAA formulas are based on literature data, materials of our own studies on the influence of effective agents on the processes of metabolism during training, competition and recovery periods, providing, in general, the result. Specialized products passed the antidoping control and are recommended for the sports diet.

Biologically active additives, sports nutrition, formula, justification, efficiency.

References

- 1. Kalinin V.M., Poznyakovskiy V.M. *Aktual'nye voprosy pitaniia: vitaminy i mineral'nye veshchestva pri zaniatiiakh fizicheskoi kul'turoi i sportom* [Modern issues of nutrition: vitamins and minerals for physical exercise and sports: monograph]. Tomsk, Tomsk State Univ. Publ., 2008. 160 p.
- 2. Latkov N.Ju., Poznyakovskiy, V.M. *Makro- i mikronutrienty v pitanii sportsmenov* [Macro- and micronutrients in sportsmen's nutrition]. Kemerovo, KemIFST, 2011. 172 p.
- 3. Tutel'an V.A., Eller K.I. *Metody analiza minornykh biologicheski aktivnykh veshchestv pishchi* [Methods of analysis of minor biologically active food substances]. Moscow, Publ. "Dynastiya", 2010. 160 p.

 4. Poznyakovskiy V.M., Gur'anov Ju.G., Bebenin V.V. *Pishchevye i biologicheski aktivnye dobavki: kharakteristika, prime-*
- 4. Poznyakovskiy V.M., Gur'anov Ju.G., Bebenin V.V. *Pishchevye i biologicheski aktivnye dobavki: kharakteristika, primenenie, kontrol'* [Food and biologically active additives: characteristics, application, control: monograph]. Kemerovo, Kuzbassvuzizdat Publ., 2011. 275 p.

 5. Semenov V.A., Latkov N.Yu., Koshelev Y.A., Poznyakovskiy V.M. Primenenie pantogematogena v sportivno-
- 5. Semenov V.A., Latkov N.Yu., Koshelev Y.A., Poznyakovskiy V.M. Primenenie pantogematogena v sportivnomeditsinskoi praktike [Application of pantogematogen in sports medical practice]. *Tekhnika i tekhnologiia pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2014, vol. 33, no. 2, pp. 113-117.
- [Food Processing: Techniques and Technology]. 2014, vol. 33, no. 2, pp. 113-117.
 6. Tekhnicheskii reglament TS 027/2012 O bezopasnosti otdel'nykh vidov spetsializirovannoi pishchevoi produktsii, v tom chisle dieticheskogo, lechebnogo i dieticheskogo profilakticheskogo pitaniia [Technical regulations of the Customs union 027/2012. About safety of separate types of specialized food products, including dietary, medical and dietary preventive foods]. Moscow, Standartinform Publ., 2013.

Дополнительная информация / Additional Information

Латков, Н.Ю. Нутриентная поддержка организма спортсменов в тренировочный, соревновательный и восстановительный периоды: теоретические и практические аспекты / Н.Ю. Латков, Ю.А. Кошелев, В.М. Позняковский // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 37. – № 2. – С. 82–87.

Latkov N.Yu., Koshelev Yu.A., Poznyakovskiy V.M. Nutrient support for the body of athletes during training, competition and recovery periods: 86heoreticcal and practical aspects. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 82–87. (In Russ.)

Латков Николай Юрьевич

канд. техн. наук, докторант кафедры товароведения и управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический ин-ститут пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Кошелев Юрий Антонович

д-р фармацевт. наук, профессор, генеральный директор ЗАО «Алтайвитамины», 659325, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Заводская, 69, тел.: +7 (3854) 33-87-19

Nikolay Yu. Latkov

Cand. Tech. Sci., Doctoral Student of the Department of Merchandise and Quality Management, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Yuriy A. Koshelev

Doctor of Pharmacy, Professor, Director General, CJSC Altayvitamin, 69, street Factory, Biysk, Altay, 659325, Russia, phone: +7 (3854) 33-87-19

Позняковский Валерий Михайлович

заслуженный деятель науки Российской Федерации, д-р биол. наук, профессор, директор НИИ, руководитель отдела гигиены питания и экспертизы товаров НИИ переработки и сертификации пищевой продукции, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

ич Valeriy M. Poznyakovskiy

Honored Worker of Science of the Russian Federation, Dr.Sci.(Biol.), Professor, Director of Research Institute, Head of Food Hygiene Research Institute of expertise and products processing and certification of food products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia,

phone: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru



УДК 641:613.2

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ МИКРОНУТРИЕНТАМИ РАБОЧИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ РАЦИОНОВ

В.Б. Спиричев1, В.В. Трихина2,*

¹ЗАО «Валетек Продимпэкс», 143530, Россия, г. Дедовск, ул. Гагарина, д.18А

²ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

*e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 26.12.2014 Дата принятия в печать: 31.01.2015

Одним из приоритетных направлений современной нутрициологии является разработка специализированных продуктов питания для работников различных профессий, связанных с неблагоприятными условиями труда. Рассматривается роль микронутриентов (витаминов и минеральных веществ) в снижении профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний у рабочих промышленных предприятий. Определены пути оптимизации лечебно-профилактических рационов с учетом специфики профессий и характера воздействия на организм токсических соединений. Представлены результаты состояния фактического питания и витаминной обеспеченности рабочих металлургических предприятий. С учетом оценки пищевого статуса разработаны инстантные напитки «Золотой шар», обогащенные витаминами и пектином. Показана экономическая целесообразность использования специализированных продуктов по сравнению с традиционным спецпитанием. Представлен опыт применения напитков и киселей «Золотой шар» на металлургических предприятиях путем их включения в лечебно-профилактический рацион рабочих и изучение показателей, характеризующих здоровье и работоспособность.

Специализированные напитки, лечебно-профилактический рацион, рабочие металлургических предприятий, профилактика заболеваний, сохранение здоровья.

Введение

Международная конференция по питанию, организованная в 1992 году ФАО/ФОЗ в Риме, указала на широкое распространение дефицита микронутриентов как важнейшую проблему в области питания не только развивающихся, но и развитых стран, подчеркнула необходимость широкомасштабных мер для эффективной коррекции этих дефицитов [1, 11].

В нашей стране проводится постоянный мониторинг микронутриентного статуса различных групп населения, осуществляется разработка специализированных продуктов различной функциональной направленности для коррекции питания и предупреждения алиментарных патологий [4, 5].

Приоритетность рассматриваемой проблемы закреплена на государственном уровне и требует соответствующих научных разработок и практических результатов [6, 7]. Особую актуальность приобретают вопросы оптимизации лечебно-профилактического питания рабочих промышленных предприятий, учитывая необходимость профилактики профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний, сохранения здоровья и работоспособности [9, 10].

Биологическая роль микронутриентов в процессе биотрансформации вредных факторов производства реализуется несколькими путями. Прежде всего многие из них, в частности витамины, выполняют функции коферментов в ферментативных процессах нейтрализации и обезвреживания чужеродных веществ. Другая сторона заключается в повышении сопротивляемости организма к ксенобиотикам под влиянием незаменимых компонентов пищи, потребность в которых возрастает исходя из конкретных условий труда рабочих и механизма действия промышленных ядов [3, 8].

Объект и методы исследования

Объектом исследования служили рационы фактического питания рабочих Западно-Сибирского металлургического комбината и алюминиевого завода г. Новокузнецка Кемеровской области. Состояние фактического питания изучали с помощью анкетирования с применением программы ЭВМ. Для объективной оценки содержания витаминов в рационах проводили непосредственный анализ аскорбиновой кислоты в блюдах и кулинарных изделиях.

Оценку обеспеченности организма рабочих аскорбиновой кислотой, тиамином, рибофлавином, ниацином, токоферолом, ретинолом, каротином осуществляли путем прямого определения витаминов и их метаболитов в крови и суточной моче. Изучена активность витаминзависимых ферментов в гемолизате эритроцитов: тиамин зависимого фермента транскетолазы (ТК) и степень его активации при добавлении тиаминдифосфата $(T \bot \Phi - 3 \Phi \Phi E T)$, активность B_2 – зависимого фермента глутатионредуктазы (ТР) и степень его активации при добавлении флавинадениндинуклеотида (ФАД-эффект), активность пиридоксинзависимого фермента аспартатаминотрансферазы (АСТ) и ПАЛФ-эффект.

Анализ витаминов проводили с помощью флуорометрических, спектро- и фотометрических методов, высокоэффективной жидкостной хроматографии [2].

Полученные данные обрабатывались статистически с применением критерия Стьюдента.

Исследования выполнены на базе лаборатории витаминов и минеральных веществ Института питания РАМН.

Результаты и их обсуждение

Анализ фактического питания рабочих металлургических предприятий выявил разбалансированность рациона по ряду незаменимых нутриентов. Дефицит растительных жиров составил 50–75 %. Отмечено недостаточное содержание витаминов, г/сутки: C-54 (39); $B_1-1,4$ (36); $B_2-1,6$ (36); PP-20 (41); $B_6-2,1$ (16); A (C учетом бета-каротина) -1,0 (+), в скобках – процент дефицита.

Низкий уровень витаминов, установленный путем анкетирования, согласуется с результатами аналитического определения аскорбиновой кислоты в обеденных рационах рабочих — (16.8 ± 1.9) мг (n=7), что составляет 23 % от суточной потребности.

Концентрация витамина С в сыворотке крови равна в среднем 0,33±0,01 при норме 0,7–1,2 мг/дл. У 95% обследованных она находилась ниже нормируемых величин, в том числе у 85 % — более чем в два раза. Число рабочих с глубоким дефицитом составило 23–28 % (<0,20 мг/дл). Такая ситуация с обеспеченностью аскорбиновой кислоты выявлена в летнее время — июль, когда потребление овощей и фруктов должно быть оптимальным. Есть основание полагать, что в зимний и весенний периоды года распространенность и глубина дефицита витамина С будут более выраженными.

Содержание витамина B_1 в суточной моче составляло в среднем (178±5,7) мкг/сутки. У 40–60 % обследованных отмечен дефицит уринарной экскреции тиамина. Активность ТК эритроцитов находилась на уровне (1,40±0,02 мкмоль седогептулозы на 1 млн эритроцитов в 1 час. ТДФ-эффект — (23,5±0,8) %. В норме индекс активации ТДФ-зависимого фермента ТК эритроцитов не должен превышать 10–15 %.

Полученные данные можно рассматривать как проявление недостаточности тиамина в организме обследованных.

Суточная экскреция рибофлавина с мочой находилась ниже нижней границы нормы $(290\pm14,3)$ мкг/сутки (норма — более 300 мкг/сутки). Активность ГР эритроцитов составляла $(21,0\pm1,15)$ мкмоль НАДФ2 на 1 млн эритроцитов в 1 час, ФАД — эффект — $1,4\pm0,13\%$ (норма — менее 1,2). Из общего числа обследованных показатель ФАД-эффекта равный и выше 1,2 выявлен у 63%. Эти данные, наряду с низкой экскрецией витамина B_2 в этот же период времени, указывают на недостаточную обеспеченность организма рибофлавином.

Обеспеченность витамином РР оценивали по экскреции метаболита ниацина в суточной моче — п-метилникотинамида. В норме этот показатель составляет 7–12 мг/сутки. Дефицит суточной экскреции с мочой метаболита ниацина составлял у обследованных 26–33 %. В целом по всей группе уринарная экскреция п-метилникотинамида находилась на уровне 4,9 мг/сутки.

Выявленная недостаточность никотиновой кислоты не компенсируется в полной мере за счет её дополнительного источника – триптофана.

Содержание пиридоксина в организме рабочих оценивали по активности АСТ, которая находилась на уровне $(2,26\pm0,11)$ мкмоль пировиноградной кислоты на 1 г Нв в 1 мин. Величина индекса ПАЛФ-эффекта составляла в среднем $(1,9\pm0,07)$ %. По данным ряда авторов показатель ПАЛФ-эффекта, при определении активности АСТ эритроцитов в норме, не должен превышать 2,0 и, в среднем, равен 1,5. У 26 % обследованных величина ПАЛФ-эффекта равна 2 или выше. Установленная величина ПАЛФ-эффекта свидетельствует о маргинальной обеспеченности организма витамином B_6 .

Концентрация витамина Е в сыворотке крови составляла 0.8 ± 0.01 и находилась на уровне нижней границы нормы (0.8-1.2 мг/100 мл). Наибольшая частота дефицита токоферола имела место на Западно — Сибирском металлургическом комбинате (15%). В ряде случаев уровень витамина Е в крови был ниже 0.6 мг/100 мл, достигая 0.54 мг/100 мл.

Обеспеченность ретинолом большинства обследуемых находилась в пределах нормы: в среднем его уровень в крови составил 53 мкг/100 мл при норме 30–70 мкг/100 мл. Содержание витамина А ниже нижней границы нормы отмечено у 3 % обследованных.

В отличие от ретинола обеспеченность рабочих металлургических предприятий бета – каротином была недостаточной. Количество людей с уровнем

бета — каротина ниже нормы (80 мкг/100 мл) составляло в среднем 61 %. Имели место случаи, когда его концентрация в крови равнялась 25–29 мкг/100 мл, то есть была в три раза ниже нижней границы нормы.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о дефиците аскорбиновой кислоты, тиамина, рибофлавина, токоферола и бетакаротина в организме обследуемых. Наиболее глубокий дефицит выявлен в отношении витамина С.

Основной причиной низкой обеспеченности организма витаминами является их недостаточное поступление с пищей, о чем свидетельствуют результаты оценки фактического питания и содержания аскорбиновой кислоты в блюдах и кулинарных изделиях. Немаловажное значение имеет повышенная потребность в витаминах рабочих металлургических предприятий в связи с характером трудовой деятельности и уровнем антропогенного воздействия.

Выявленный дефицит снижает активность иммунной системы, устойчивость организма к неблагоприятным условиям производства и окружающей среды, ускоряет старение и изнашивание организма, сокращает продолжительность активной трудоспособности жизни.

Приказом Минтруда РФ от 31 марта 2003 года № 13 и статьей 222 Трудового кодекса РФ предусмотрена бесплатная выдача молока в количестве 0,5 литра работникам с вредными условиями труда, допускается замена молока на лечебно-профилактические напитки и витаминные препараты.

В соответствии с постановлением Минтруда от 31.03.2004 № 13 работникам вредных производств ежедневно должны выдавать 2 г. пектина.

Использование «спецмолока» связано с рядом организационных и технических проблем:

- короткие сроки хранения молока;
- 80 % взрослого населения страдают лактозной недостаточностью, приводящей к желудочнокишечным расстройствам;
- необходимость организации специальных условий для транспортировки, хранения молока и кисломолочных продуктов;
 - проблема организации выдачи;
- потери функциональных и вкусовых свойств стерилизованного и восстановленного молока.

Кроме этого молоко не является детоксикантом и его использование требует больших финансовых затрат.

Компанией «Валетек Продимпэкс» разработаны напитки и кисели под торговой маркой «Золотой шар», защищающие организм от воздействия неблагоприятных экологических и производственных факторов. Представляют собой продукты быстрого (инстантного) приготовления с заданным составом. Сухие напитки упаковывают в герметически запаянные пакеты из металлизированной пленки от 9 г. (напиток) или 20 г (кисель) на один стакан (200 см³), до более крупных фасовок (5–10 кг) для предприятий массового питания. Пищевая и энергетическая ценность специализированных напитков представлена в табл. 1.

Таблица 1

Пищевая и энергетическая ценность инстантного напитка и киселя «Золотой шар» для лечебно-профилактического питания рабочих металлургических предприятий

| Функциональный ингредиент | Содержание в 1 стакане (200 мл) готового напитка | Рекомендуемая норма потребления | % от РНП |
|---------------------------|--|------------------------------------|----------|
| Витамин С | 30,0 мг | 90 мг | 33,3 |
| Витамин Е | 3,5 мг | 15 мг | 23,3 |
| Витамин В ₁ | 0,5 мг | 1,5 мг | 33,3 |
| Витамин D ₃ | 150 ME | 400 ME | 37,5 |
| Витамин В2 | 0,6 мг | 1,8 мг | 33,3 |
| Пантотеновая кислота | 3,0 мг | 5,0 мг | 60 |
| Витамин В ₆ | 0,6 мг | 2,0 мг | 30 |
| Фолиевая кислота | 0,2 мг | 0,4 мг | 50 |
| Витамин В ₁₂ | 1,0 мкг | 3,0 мкг | 33,3 |
| Биотин | 0,07 мг | 0,05 мг | 140 |
| Витамин РР | 6,5 мг | 20,0 мг | 32,5 |
| Бета-каротин | 1,0 мг | 5,0 мг | 20 |
| Витамин А | 0,5 мг | 0,9 мг | 55,6 |
| Пектин | 2 г | 25 г (пектин + клетчатка) | 8 |
| Углеводы (напиток) | 8,5 г | - | - |
| Углеводы (кисель) | 27,6 г | - | - |
| Энергетическая | 30 ккал | | |
| ценность (напиток) | 50 KKaJI | - | - |
| Энергетическая | 105 ккал | _ | |
| ценность (кисель) | 103 KKaji | - | - |

Использование «Золотого шара» с природным пектином позволяет решить 2 проблемы: замену молока и дополнительное введение пектина одновременно. Пектин способствует выведению из организма свинца, других тяжелых металлов и радио-

нуклидов. Пектины, соединяясь с тяжелыми металлами и радионуклидами, образуют нерастворимые комплексы, которые, не всасываясь через слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта, выводятся из организма.

С учетом фармакологической характеристики рецептурных компонентов и их участия в обменных процессах организма напитки обеспечивают: укрепление иммунитета; снижение общей заболеваемости; защиту от вредных производственных факторов; вывод токсичных веществ из организма; восстановление водного баланса; увеличение мышечной выносливости; повышение работоспособности.

Накопленный научный и практический опыт убедительно свидетельствует об эффективности использования витаминных препаратов и их премиксов в лечебно-профилактическом питании рабочих. Так, например, дополнительная витаминизация с помощью профилактического приема поливитаминного препарата «Ундевит» в количестве 1 драже в день, проведенная на Московском металлургическом комбинате «Серп и молот», обеспечила снижение потерь рабочих дней по болезни на 6-7 % за год, в том числе по простудным заболеваниям на 25 %. Включение в рацион аскорбиновой кислоты в течение двух лет работникам локомотивных бригад электродепо «Калужское» Московского метрополитена обеспечило спал заболеваемости по сравнению с предыдущим периодом на 25 %. Экономическая эффективность от снижения заболеваемости с временной утратой работоспособности составила только по фонду оплаты труда 150 000 руб., что более чем в 10 раз превышает расходы на закупку витаминных препаратов [7].

Институтом питания РАМН проведены исследования по эффективности использования напитков «Золотой шар» в лечебно-профилактическом питании рабочих металлургических производств: Богословского алюминиевого завода, Каменск-Уральского металлургического завода, Верхнесалдинского металлургического производственного объединения, Уральского алюминиевого завода.

На рис. 1 показаны изменения мышечной выносливости у рабочих металлургических предприятий.

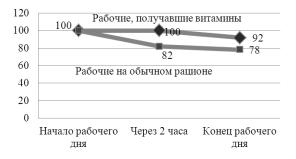


Рис. 1. Изменение мышечной выносливости у рабочих горячего цеха металлургического предприятия

Установлено что, рабочие получавшие витамины, отличались более высокой мышечной выносливостью.

Изучено влияние напитка «Золотой шар» на заболеваемость ОРЗ и гриппа (рис. 2)

Из рисунка следует, что используемые напитки играют значительную роль в профилактике указанных заболеваний.

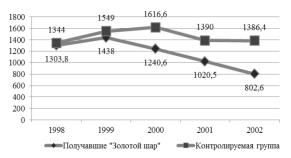
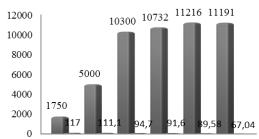


Рис. 2. Снижение заболеваемости OP3 и гриппом при использовании напитка «Золотой шар»

Изучены трудопотери по заболеванию при включении в рацион рабочих напитка «Золотой шар» (рис. 3).

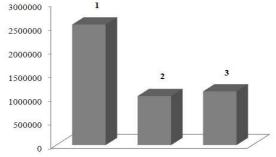


- ■Количество работников охваченных программой витаминизации (абсолютные цифры)
- ■Трудопотери по заболеванию в днях на 100 работающих

Рис. 3. Трудопотери по заболеванию при включении в рацион рабочих напитка «Золотой шар»

Показано снижение трудовых потерь в сравнении с показателями за предыдущие годы на 43 %, что позволило сэкономить около 20 млн руб. за счет снижения количества дней нетрудоспособности и улучшило показатели экономического роста предприятия. В целом оптимизация программы лечебно-профилактического питания рабочих путем включения специализированных напитков имела положительный эффект по нескольким позициям: социальные показатели, оздоровительные и экономические.

Экономическая целесообразность применения напитков и киселей «Золотой шар» в лечебнопрофилактическом питании рабочих показана на рис. 4.



Затраты на 1000 рабочих в год на 232 смены, руб.

- 1 Молоко 0,5 л на 1 человека в смену;
- 2 Напиток «Золотой шар» 1 пакетик (10 г) на 1 человека в смену;
- 3 Кисель «Золотой шар» 1 пакетик (20 г) на 1 человека в смену.

Рис. 4. Сравнительная оценка снижения затрат на «спецпитание»

Представленные данные свидетельствуют об экономическом преимуществе напитков «Золотой шар» по сравнению с традиционным «спецпитанием». Кроме этого, разработанные напитки характеризуются компактностью упаковки, длительным сроком годности, что важно при транспортировке, а при хранении не требуется специальных условий. Различные формы выпуска позволяют использовать специализированные

продукты как при организационном питании - в рабочих столовых, так и порционно, при выдаче на местах

Напитки и кисели «Золотой шар» рекомендованы Минздравсоцразвития РФ взамен молока и пектинопрофилактики (письмо от 11.04.2005 № 1668-ВС) и могут служить в качестве эффективного средства коррекции питания и здоровья рабочих металлургических предприятий.

Список литературы

- 1. Всемирная декларация по питанию // Проблемы питания и здоровья. 1996. № 3—4. С. 20—21.
- 2. Методы анализа минорных биологически активных веществ пищи / под ред. В.А. Тутельяна и К.И. Эллера. М.: Изд-во «Династия», 2010. 160 с.
- 3. Пилат, Т.Л. Питание рабочих при вредных и особо вредных условиях труда. История и современное состояние. Т.1 / Т.Л. Пилат, А.В. Истомин, А.К. Батурин. М. 2006. 240 с.
- 4. Позняковский, В.М. Методологические и практические подходы обогащения мясных продуктов микронутриентами / В.М. Позняковский, В.В. Баев, В.Б. Спиричев // Аграрная наука сельскохозяйственному производству Монголии, Сибири и Казахстана: сб. науч. докл. XIII междунар. научн.-практ. конф. Ч. II. Улаанбаатар, 2010. С. 668–672.
- 5. Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровни / В.И. Покровский, Г.А. Романенко, В.А. Княжев и др.— Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. 344 с.
- 6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.10.2010 № 1873—р «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года».
- 7. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.04.2012 № 559-р. «Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации до 2020 года».
- 8. Спиричев, В.Б. Микронутриенты важнейший алиментарный фактор в охране здоровья. Гигиенические аспекты применения витаминов в производственных коллективах. аналитический обзор / В.Б. Спиричев. М. 2007. 64 с.
- 9. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский; под общ. ред. В.Б. Спиричева. 2-е изд., стер. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. 548 с., ил.
- 10. Картотека блюд диетического (лечебного и профилактического) питания оптимизированного состава. Практическое руководство / В.А. Тутельян, М.А. Самсонов, Б.С. Каганов и др. М., 2008. 448 с.
- 11. Food fortification. Technology and quality control // Report of an FAO technical meeting. Rome, Italy, 20–23 November, 1995 // Food and Agricultural Organisation of the United Nation. Rome, 1996. 104 p.

SUPPLY OF WORKERS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES WITH MICRONUTRIENTS AND THE WAYS OF HEALTH-PROMOTING DIET OPTIMIZATION

V.B. Spirichev¹, V.V. Trihina^{2,*}

¹CJSC Valitek Prodimpex, 18A, Str. Gagarin, Dedovsk, 143530, Russia

²Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

*e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Received: 26.12.2014 Accepted: 31.01.2015

One of the priorities is the development of modern science of nutrition is the development of specialized foods for the workers of various professions related to unfavorable working conditions. The role of micronutrients (vitamins and minerals) in reducing the professional and industrial-caused diseases among workers of industrial plants has been examined. The ways to optimize health-promoting diets specific to professions and the nature of effects on the body of toxic compounds have been determined. The results of the study of actual nutrition and vitamin supply of workers of metallurgical enterprises are presented. Taking into account the assessment of nutritional status instant drinks «Golden Ball» enriched with vitamins and pectin have been designed. The economic feasibility of the use of specialized foods compared with traditional ones has been shown. The experience of using the «Golden Ball» drinks and jelly at the metallurgical enterprises through their inclusion into the workers' health- promoting diet and the study of factors characterizing the health and working ability are given.

Specialized drinks, health-promoting diet, workers of metallurgical enterprises, prevention of diseases, health maintenance.

References

- 1. Vsemirnaja deklaracija po pitaniju [World Declaration on Nutrition]. Problemy pitanija i zdorov'ja, 1996, no. 3-4, pp. 20-21.
- 2. Tutel'iana V.A., Ellera K.İ. *Metody analiza minornykh biologicheski aktivnykh veshchestv pishchi* [Methods of analysis of minor biologically active food substances]. Moscow, Publ. "Dynastiya", 2010, 160 p.
- 3. Pilat T.L., Istomin A.V., Baturin A.K. *Pitanie rabochih pri vrednyh i osobo vrednyh uslovij truda. Istorija i sovremennoe sostojanie. T. 1.* [Food of working or harmful and especially harmful working conditions. History and current status. Vol. 1.]. Moscow, 2006. 240 p.
- 4. Poznyakovskiy V.M., Baev V.V., Spirichev V.B. Metodologicheskie i prakticheskie podkhody obogashcheniia miasnykh produktov mikronutrientami [Methodological and practical approaches of enrichment of meat products with micronutrients]. *Trudy XIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Agrarnaia nauka sel'skokhoziaistvennomu proizvodstvu Mongolii, Sibiri i Kazakhstana»* [Proc. of the XIII of the International scientific and practical conference «Agricultural science to agricultural production in Mongolia, Siberia and Kazakhstan»], Ulaanbaatar, 2010, part II, pp. 668 672.
- 5. Pokrovskiy V.I., Romanenko G.A., Kniazhev V.A., Gerasemenko N.F., Onishchenko G.G., Tutel'ian V.A., Poznyakovskiy V.M. *Politika zdorovogo pitaniia. Federal'nyi i regional'nyi urovni* [Policy of healthy food. A federal and regional levels]. Novosibirsk, Sib. Univ. Publ., 2002. 344 p.
- 6. Rasporiazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 25.10.10 goda. No 1873 r «Osnovy gosudarst-vennoi politiki Rossiiskoi Federatsii v oblasti zdorovogo pitaniia naseleniia na period do 2020 goda» [Instruction of the Government of the Russian Federation «Fundamentals of public policy of the Russian Federation in the sphere of healthy nutrition of the population up to 2020»]. 2010, no. 1873 r.
- 7. Rasporiazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 17.04.12 goda. № 559 r «Strategiia razvitiia pishchevoi i pererabatyvaiushchei promyshlennosti Rossiiskoi Federatsii do 2020 goda» [Order of the Government of the Russian Federation « The strategy of the development of food processing industry of the Russian Federation till 2020»]. 2012, no. 559 r.
- 8. Spirichev V.B. *Mikronutrienty vazhneishii alimentarnyi faktor v okhrane zdorov'ia. Gigienicheskie aspekty primeneniia vitaminov v proizvodstvennykh kollektivakh* [Micronutrients are the most important nutritional factor in health preservation. Hygienic aspects of vitamin application in the production staff]. Moscow, 2007. 63 p.
- 9. Spirichev V.B., Shatniuk L.N., Poznyakovskiy V.M. *Obogashchenie pishchevykh produktov vitaminami i mineral'nymi veshchestvami. Nauka i tekhnologiia* [Food fortification with vitamins and minerals. Science and Technology]. Novosibirsk, Sib. Univ. Publ., 2005. 548 p.
- 10. Tutel'ian V.A., Samsonov M.A., Kaganov B.S. *Kartoteka bliud dieticheskogo (lechebnogo i profilakticheskogo) pitaniia optimizirovannogo sostava. Prakticheskoe rukovodstvo* [Card-file of dietary dishes (medical and preventive) of the optimized composition. A practical guide]. Moscow, Publ. Nats. Assots. Klin., 2008. 448 p.
- 11. Food fortification. Technology and quality control// Report of an FAO technical meeting. Rome, Italy, 20-23 November, 1995 //Food and Agricultural Organisation of the United Nation/ Rome, 1996. 104 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Спиричев, В.Б. Обеспеченность микронутриентами рабочих промышленных предприятий и пути оптимизации лечебно-профилактических рационов / В.Б. Спиричев, В.В. Трихина // Техника и технология пищевых производств. -2015.-T. 37. -N 2. -C. 87–92.

Spirichev V.B., Trihina V.V. Supply of workers of industrial enterprises with micronutrients and the ways of health-promoting diet optimization. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 87–92. (In Russ.)

Спиричев Владимир Борисович

заслуженный деятель науки РФ, д-р биол. наук, профессор, генеральный директор, ЗАО «Валетек Продимпэкс», 143530, Россия, Московская обл., г. Дедовск, ул. Гагарина, 18А, тел.: +7 (499) 277-12-21, e-mail: info@valetek.ru

Трихина Вероника Валерьевна

канд. техн. наук, соискатель кафедры технологии и организации общественного питания, ФБГОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, 6-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-53,

e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Vladimir B. Spirichev

Honored Worker of Science of the Russian Federation, Dr.Sci.(Biol.), Professor, Director General, CJSC Valitek Prodimpex, 18A, str. Gagarin, Dedovsk, Moscow region, 143530, Russia, phone: +7 (499) 277-12-21, e-mail: info@valetek.ru

Veronica V. Trihina

Cand. Tech. Sci., Competitor of the Department of Catering Technology and Organization, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-53, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru



УДК 613.292:66.022.32/39

РАЗРАБОТКА, ТОВАРОВЕДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНТЕРОСОРБЕНТА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Ю.В. Устинова^{1,*}, Е.В. Латкова², В.М. Позняковский¹

¹ ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

² ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт», 650056, Россия, г. Кемерово, ул. Марковцева, 5

*e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 11.03.2015 Дата принятия в печать: 20.03.2015

Разработан наносорбент в виде биологически активной добавки «Гутта Вива», обладающий сорбционной активностью, обусловленной композиционным сочетанием двух энтеросорбентов: полисорбита 95 - на основе модифицированного низкоэтерифицированного цитрусового пектина и аэросила - с использованием наноструктур диоксида кремния. Проведена товароведная характеристика и оценка эффективности энтеросорбента нового поколения. На основании изучения органолептических и физико-химических, санитарно-гигиенических и санитарно-токсилогических показателей определены регламентируемые показатели качества БАД, сроки и режимы хранения. Проведены клинические испытания специализированного продукта путем его включения в рацион пациентов с сальмонеллезом гастроинтестинальной формы. Сравнительное исследование показало уменьшение синдрома общей интоксикации у больных с острым инфекционным заболеванием кишечника на фоне приема комплекса «Гутта Вива». Скорость выведения токсинов из организма в результате трехкратного приема «Гутта Вива» существенно превосходила таковую при терапии без наносорбента. Прием рекомендуемой суточной порции обеспечивает поступление 450 мг растворимых пищевых волокон, что составляет 2,3 % от рекомендуемого уровня их потребления. Полученные результаты явились доказательством эффективности и функциональной направленности испытуемого энтеросорбента в отношении эндо- и экзотоксинов, микробных клеток, которые адсорбируются на его поверхности и выводятся из желудочно-кишечного тракта. На новый продукт разработана и утверждена техническая документация, получены экспертные заключения Института питания РАМН и Роспотребнадзора РФ, что послужило основанием для его включения в Федеральный реестр биологически активных добавок и организации промышленного производства.

Энтеросорбент, нанотехнологии, биологически активная добавка к пище, эффективность, функциональная направленность.

Введение

В настоящее время проблема получения энтеросорбентов актуальна и своевременна. Практически значимый энтеросорбент должен быть нетоксичным, нетравматичным для слизистых оболочек с хорошей эвакуацией из кишечника, высокой сорбционной емкостью по отношению к удаляемым компонентам химуса. Желательно, чтобы применение неизбирательных энтеросорбентов приводило к минимальной потере полезных ингредиентов. По мере прохождения по кишечнику связанные компоненты не должны подвергаться десорбции, изменять рН среды, благоприятно влиять или воздействовать на процессы секреции и биоценоз микрофлоры кишечника [1].

Применяемые в настоящее время энтеросорбенты можно объединить в несколько групп:

- углеродные энтеросорбенты на основе активированного угля (карболен, карбоктин); гранулированных углей, углеволокнистых материалов (ваулен, актилен и т.д.);
- ионообменные материалы или смолы (холестирамин);
 - энтеросорбенты на основе лигнина (поли-

пефан);

- производные поливинилпирролидона (энтеродез, энтеросорб);
- другие (белая глина, альмагель, гастал, цеолиты и др.);
- природные пищевые волокна (отруби злаковых, целлюлоза, хитозан, пектины, альгинаты).

Одним из быстроразвивающихся направлений создания энтеросорбентов являются нанотехнологии. В последнее время активно изучаются полимерные нанокомпозиты путем использования неорганических дисперсных наночастичек в непрерывной полимерной фазе.

Объект и методы исследования

Объектом исследования служили лабораторные и опытно-промышленные образцы разрабатываемого энтеросорбента, рецептурные компоненты БАД, репрезентативные группы больных для оценки эффективности и функциональной направленности специализированного продукта. В работе использовались общедоступные и специальные методы оценки качества и безопасности БАД и ее влияние в условиях vivo на адсорбцию ксенобиотиков.

Полученные материалы обрабатывались с применением методов математической статистики и критериев Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

Разработан наносорбент нового поколения «Гутта Вива» в форме биологически активной добавки, включающей следующий рецептурный состав, кг/100 кг сырья: полисорбит -3.5; гуммиарабик -6.0; аэросил 200-0.5; фруктоза -1.0; натрия бензоат -0.1; калия сорбат -0.1; вода -88.8 (потери 1.2).

Основные технологические этапы производства включают: подготовку сырья и дозирование; растворение и гомогенизацию компонентов; получение рецептурной массы; контроль качества готовой продукции; фасовку, упаковку и маркировку; хранение [6].

Сырье проходит входной контроль согласно рабочей процедуре руководства по качеству, выдается в количестве, указанном в технологической карте, и имеет допуск в виде сигнальной полосы зеленого цвета на идентифицирующей этикетке.

На следующем этапе сырье дозируется путем взвешивания и фиксируется в технологической карте, затем просеивается через сито № 4.

Полученная смесь рецептурных компонентов растворяется в воде и гомогенизируется до получения однородной массы. Эффективность процесса проверяется технологом.

Готовый продукт расфасовывают в виде геля путем розлива в вакуумные диспенсеры объемом 30 мл. На этой стадии контролируется вес в индивидуальной упаковке и общий выход продукции, что регистрируется в технической документации. Маркировка осуществляется согласно требованиям ТР ТС [5].

Ниже приводится характеристика основных рецептурных компонентов созданной формулы БАД, определяющих ее функциональную направленность.

Полисорбовит – новый энтеросорбент, созданный на основе специально модифицированного низкоэтерифицированного высококачественного цитрусового пектина (полисорбовит 95). Обладая повышенной сорбционной способностью, полисорбовит в малых дозах способен активно связываться и прочно удерживать в своей структуре экзо- и эндогенные токсины, соли тяжелых металлов, радионуклиды [2].

Аэросил представляет собой другой энтеросорбент на основе кремния. Технология получения композиционных сорбентов с использованием оксида кремния предполагает формирование пористой структуры кремнеземных матриц в присутствии органических полимеров — гуммиарабика. Механизм образования пористых органокремнеземных сорбентов в присутствии полимера гуммиарабика представлен как процесс, сопровождающийся формированием корпускулярной структуры кремнеземного остова и включением в данный композит полимера за счет многоточечной адсорбции на кислотно-основных центрах поверхности кремнеземного носителя [3].

Непористый кремнезем – аэросил использован в качестве основного структурного компонента, формирующего остов композиционного сорбционного материала, имеющего развитую пористую структуру. Аэросил состоит из шаровидных частиц, которые в зависимости от типа AEROSIL имеют средний диаметр между 7 и 40 нм (рис. 1).

Благодаря своей химической природе гуммиарабик способен к образованию 4 основных типов связей: ионных, водородных, гидрофобных по типу комплексообразования.

Таким образом, БАД «Гутта Вива» представляет по своей сути комбинацию растворимых пищевых волокон и наноструктур диоксида кремния.

Проведены органолептические, физикохимические, микробиологические исследования для установления регламентируемых показателей качества, критериев безопасности и сроков реализации [7].

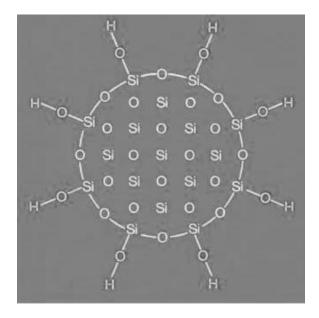


Рис. 1. Схематическое изображение гидрофильной части AEROSIL

Продукт хранили в течение 27 месяцев при комнатной температуре (\sim 25 °C) и относительной влажности воздуха не выше 70 %.

Микробиологическая безопасность оценивалась по содержанию КМАФА НМ, БГКП (колиформ), *E. coli*, патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонелл, дрожжей и плесеней. Изучение органолептических показателей включает внешний вид, запах и вкус. В рамках оценки показателей качества исследовались также растворимость в воде, количество пищевых волокон и бензоата натрия [4].

Результаты микробиологических исследований представлены в табл. 1.

Микробиологические показатели безопасности БАД «Гутта Вива» в процессе хранения

| Показатель | Норма | Фактические данные при хранении | |
|--|----------------------------|---------------------------------|------------------|
| Показатель | Порма | 0 | 27 |
| КМАФАнМ, КОЕ/г | He более 5·10 ⁴ | $1,4\cdot10^2$ | $1,5 \cdot 10^3$ |
| БГКП (колиформы) в 0,1 г | Не допускаются | Не обнару | жены |
| E. coli в 0,1 г | Не допускаются | Не обнару | жены |
| Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, в 25 г | Не допускаются | Не обнару | жены |
| Дрожжи и плесени, КОЕ/г | Не более 100 | 0 | 77 |

Изучены другие критерии безопасности, согласно требованиям действующего нормативного документа [5] (табл. 2).

Полученные данные свидетельствуют о санитарно-гигиеническом благополучии разработанного продукта по окончании срока хранения, что позволило установить сроки годности — не более двух лет при указанных выше условиях (с необходимым «запасом прочности» 3 месяца).

Содержание растворимых пищевых волокон по истечении 27 месяцев хранения составила $(55,7\pm0,81)$ %, бензоата натрия $(0,06\pm0,01)$ %.

Установлены регламентируемые органолептические и физико-химические показатели качества специализированного продукта (табл. 3).

Проведены клинические испытания в качестве доказательства эффективности и функциональной направленности нового продукта [8].

Под наблюдением находились 64 пациента с сальмонеллезом (возбудители *S. enetitidis* или

S. typhimurium) гастроинтестинальной формы (гастроэнтерический вариант, лёгкой и средней степени тяжести, первая степень обезвоживания). В состав основной группы вошли 34 пациента, которые принимали комплекс «Гутта Вива». Контрольную группу составили 30 пациентов, проходивших традиционную терапию, включающую диету № 4 по Певзнеру, этиотропную терапию и регидратацию.

Сравнительное исследование показало уменьшение синдрома общей интоксикации у больных с острым инфекционным заболеванием кишечника на фоне приема комплекса «Гутта Вива». Скорость выведения токсинов из организма в результате трехкратного приема «Гутта Вива» существенно превосходила таковую при терапии без наносорбента. На третий день лечения в группе контроля признаки интоксикации организма исчезали у 56 % больных, в группе пациентов, принимавших комплекс «Гутта Вива» – у 70 % (рис. 2).

Санитарно-токсилогические показатели безопасности БАД «Гугта Вива»

| Показатель | | | Допустимый уровень содержания, мг/кг, не более (для радионуклидов, Бк/кг, не более) | |
|--------------|-----------------------|----------------|---|--|
| | | норма | фактическое содержание | |
| | Свинец | 1,00 | 0,30±0,02 | |
| Токсичные | Мышьяк | 0,20 | 0,07±0,01 | |
| элементы | Кадмий | 0,10 | 0,04±0,01 | |
| | Ртуть | 0,03 | Следы | |
| | ГХЦГ (сумма изомеров) | 0,50 | 0,09±0,02 | |
| П.,,,,,,,, | ДДТ и его метаболиты | 0,02 | Следы | |
| Пестициды | Гептахлор | Не допускается | Не обнаружены | |
| | Алдрин | Не допускается | Не обнаружены | |
| Радионуклиды | Цезий 137 Бк/кг | 200,0 | 55,1±2,9 | |
| | Стронций 90 Бк/кг | 100,0 | 23,7±1,4 | |

Таблица 3

Таблица 2

Регламентируемые показатели качества БАД «Гутта Вива»

| Показатель (характеристика) | Содержание характеристики |
|--|--|
| Внешний вид | густая гелеобразная масса от серого до светло- |
| | коричневого цвета |
| Вкус | кисло-сладкий с горечью |
| Запах | специфический |
| Растворимость в воде | полная, допускается опалесценция |
| Содержание растворимых пищевых волокон, % не менее | 15 |
| Содержание бензойной кислоты, % не более | 0,1 |
| Содержание сорбиновой кислоты, % не более | 0,1 |

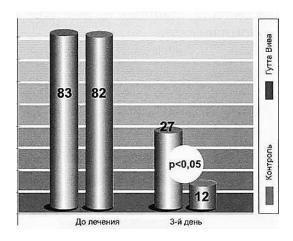


Рис. 2. Уменьшение интоксикации у больных с острой кишечной инфекцией в результате приема наносорбента «Гутта Вива»

Клиническая картина оценивалась также по динамике диареи. На 3-и сутки у добровольцев, принимавших комплекс «Гутта Вива», в 98 % случаев

не отмечалось указанного симптома, в контрольной группе диареи не наблюдалось в 90 % случаев.

На основании проведенных исследований сделано заключение, что биоактивный комплекс «Гутта Вива» обладает высокой сорбционной активностью и может применяться для уменьшения симптома общей интоксикации.

Способ употребления БАД – по 0,1 г (3 надавливания на вакуумный диспансер) содержимого флакона, предварительно растворив в 1 стакане воды, 3 раза в день во время приема пищи. Прием рекомендуемой суточной порции обеспечивает поступление 450 мг растворимых пищевых волокон, что составляет 2,3 % от рекомендуемого уровня их потребления.

На новый продукт разработана и утверждена техническая документация, получены экспертные заключения Института питания РАМН и Роспотребнадзора РФ, что послужило основанием для его включения в Федеральный реестр биологически активных добавок и организации промышленного производства.

Список литературы

- 1. Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровни / В.И. Покровский, Г.А. Романенко, В.А. Княжев и др. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. 344 с.
- 2. Австриевских, А.Н. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечение качества, эффективность применения / А.Н. Австриевских, А.А. Вековцев, В.М. Позняковский. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. 413 с.
- 3. Позняковский, В.М. Биологически активные добавки / В.М. Позняковский, Ю.Г. Гурьянов, В.В. Бебенин. Кемерово: Кузбассвузиздат, 2011.-280 с.
- 4. Методические указания МУК 2.3.2721-98 «Определение безопасности и эффективности биологически активных добавок к пище». М.: Минздрав России, 1999.
- 5. Технический регламент ТС 027/2012. «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического, лечебного и диетического профилактического питания»
- 6. Латкова, Е.В. Биологически активные добавки к пище: вопросы товарной экспертизы / Е.В. Латкова // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов: сб. науч. работ; вып. 20. Кемерово, 2009. С. 57–58.
- 7. Латкова, Е.В. Специализированный продукт питания для коррекции зрения / Е.В. Латкова // Пищевые продукты и здоровье человека: материалы III Всерос. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Кемерово, 2010. С. 34–35.
- 8. Латкова, Е.В Разработка технологии активного энтеросорбента: изучение потребительских свойств / Е.В. Латкова // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы 3-й Всерос. науч.практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. Ч. 2. Бийск, 2010. С. 396–398.

DEVELOPMENT, CHARACTERIZATION AND EFFICIENCY EVALUATION OF NEW GENERATION ENTEROSORBENT

Yu.V. Ustinova^{1,*}, E.V. Latkova², V.M. Poznjakovskiy¹

¹Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

²Kemerovo State Agricultural Institute, 5, Markovtseva Street, Kemerovo, 650056, Russia

*e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Received: 20.08.2014 Accepted: 24.10.2014

A nanosorbent has been developed as a biologically active additive (BAA) referred to as «Gutta Viva», with sorption activity due to compositional combination of the two enterosorbents: Polysorbate 95 produced on the basis of modified low-energy citrus pectin and Aerosil produced using nanostructures of silicon dioxide. Based on the study of organoleptic and physical-chemical, sanitary-hygienic and sanitary-toxicological characteristics, regulated BAA quality indices, timing, and storage modes have been defined. Clinical trials of the specialized product by its inclusion in the diet of patients with gastrointestinal salmonellosis have been carried out. A comparative study showed intoxication syndrome reduction in patients with acute infectious gastrointestinal disease while receiving «Gutta Viva» complex. The rate of toxin elimination from the body, because of three-time intake of «Gutta Viva», was

significantly superior to that of therapy without the nanosorbent. Intake of the recommended daily serving ensures the supply of 450 mg of soluble dietary fibers, representing 2.3% of the recommended level of consumption. The results proved the efficiency and functional orientation of the tested enterosorbent against endo- and exotoxins, microbial cells adsorbed on its surface and eliminated via the gastrointestinal tract. The technical documentation for the new product has been developed and approved, the expert opinions of the Institute of nutrition of Russian Academy of Medical Sciences and the Russian Ministry of health, were received which served as the basis for its inclusion in the Federal Register of biologically active additives and commercial production.

Enterosorbent, nanotechnology, biologically active additive, efficiency, functional orientation.

References

- 1. Pokrovskiy V.I., Romanenko G.A., Kniazhev V.A., Gerasemenko N.F., Onishchenko G.G., Tutel'ian V.A., Poznyakovskiy V.M. *Politika zdorovogo pitaniia. Federal'nyi i regional'nyi urovni* [Policy of healthy food. A federal and regional levels]. Novosibirsk, Sib. Univ. Publ., 2002. 344 p.
- 2. Avstrievskikh A.N., Vekovtsev A.A., Poznyakovskiy V.M. *Produkty zdorovogo pitaniia: novye tekhnologii, obespechenie kachestva, effektivnost' primeneniia* [Products of healthy nutrition: new technologies, quality assurance, application efficiency]. Novosibirsk, Sib. Univ. Publ., 2005. 413 p.
- 3. Poznyakovskiy V.M., Gur'ianov Yu.G., Bebenin V.V. *Biologicheski aktivnye dobavki* [Dietary supplements]. Kemerovo, Publ. Kuzbassvuzizdat, 2011. 280 p.
- 4. MUK 2.3.2721-98. Opredelenie bezopasnosti i effektivnosti biologicheski aktivnykh dobavok k pishche [MUK 2.3.2721-98. Determination of safety and efficiency of dietary supplements to food.]. Moscow, Russian Ministry of Health, 1999.
- 5. Tekhnicheskii reglament TS 027/2012. O bezopasnosti otdel'nykh vidov spetsializirovannoi pishchevoi produktsii, v tom chisle dieticheskogo, lechebnogo i dieticheskogo profilakticheskogo pitaniia [Technical regulations of the Customs union 027/2012. About safety of separate types of specialized food products, including dietary, medical and dietary preventive foods]. Moscow, Standartinform Publ., 2013.
- 6. Latkova E.V. Biologicheski aktivnye dobavki k pishche: voprosy tovarnoi ekspertizy [Biologically active food additives: the commodity examination]. *Trudy sbornika nauchnykh rabot "Produkty pitaniia i ratsional'noe ispol'zovanie syr'evykh resursov"* [Proc. of the collection of scientific works "Food and rational use of raw material resources"]. Kemerovo, 2009, pp. 57-58.
- 7. Latkova E.V. Spetsializirovannyi produkt pitaniia dlia korrektsii zreniia [Specialized food for the correction of vision]. *Trudy III vserossiiskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh "Pishchevye produkty i zdorov'e cheloveka"* [Proc. III of the All-Russian conference of students, graduate students and young scientists "Foodstuff and health of the person"]. Kemerovo, 2010, pp. 34-35.
- 8. Latkova E.V. Razrabotka tekhnologii aktivnogo enterosorbenta: izuchenie potrebitel'skikh svoistv [Development of technologies for active enterosorbent: a study of consumer properties]. *Trudy 3-ei vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh "Tekhnologii i oborudovanie khimicheskoi, biotekhnologicheskoi i pishchevoi promyshlennosti"* [Proceedings of the 3rd All-Russian scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists "Technologies and equipment of the chemical, biotechnological and food industry"]. Biysk, 2010, pp. 396-398.

Дополнительная информация / Additional Information

Устинова, Ю.В. Разработка, товароведная характеристика и оценка эффективности энтеросорбента нового поколения / Ю.В. Устинова, Е.В. Латкова, В.М. Позняковский // Техника и технология пищевых производств. -2015. -T. 37. -№ 2. -C. 93–97.

Ustinova Yu.V., Latkova E.V., Poznyakovskiy V.M. Development, characterization and efficiency evaluation of new generation enterosorbent. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 93–97. (In Russ.)

Устинова Юлия Владиславовна

канд. техн. наук, доцент кафедры товароведения и управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Латкова Елена Владимировна

канд. техн. наук, доцент кафедры экономики и управления, ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт», 650056, Россия, г. Кемерово, ул. Марковцева, 5, тел.: +7 (3842) 75-09-55, e-mail: econom@mail.ru

Позняковский Валерий Михайлович

заслуженный деятель науки Российской Федерации, д-р биол. наук, профессор, директор НИИ, руководитель отдела гигиены питания и экспертизы товаров НИИ переработки и сертификации пищевой продукции, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Yuliva V. Ustinova

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of the Department of Merchandise and Quality Management, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Elena V. Latkova

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of the Department of Economics and Management, Kemerovo State Agricultural Institute, 5, Markovtseva Street, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 75-09-55,e-mail: econom@mail.ru

Valeriy M. Poznyakovskiy

Honored Worker of Science of the Russian Federation, Dr.Sci.(Biol.), Professor, Director of Research Institute, Head of Food Hygiene Research Institute of expertise and products processing and certification of food products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia,

phone: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru



СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ –

УДК 637.142

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДСК ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ КОНСЕРВИРОВАННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Л.Н. Буданина, А.Л. Верещагин*, Н.В. Бычин

Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27

*e-mail: val@bti.secna.ru

Дата поступления в редакцию: 03.02.2015 Дата принятия в печать: 05.03.2015

В данной работе изучена возможность применения метода дифференциальной сканирующей калориметрии для оценки качества образцов консервированных молочных продуктов с массовой долей молочного жира до 20 %. В качестве объекта исследования использованы 15 образцов консервированных молочных продуктов (сгущенное молоко, стерилизованное молоко, сливки), реализуемых в торговой сети Алтайского края. Для сравнения был взят образец обезвоженного молочного жира (топленого масла индивидуального производства). На основании проведенных исследований получены следующие выводы: метод ДСК позволяет качественно идентифицировать консервированные молочные продукты с массовой долей молочного жира до 20 % на наличие жиров немолочного происхождения по идентификации эндоэффектов в области 30-40 °C. В этой области температуры плавления насыщенных триглицеридов молочного жира и пальмового масла различаются на два-три градуса. Рассчитаны средние значения теплот плавления групп триглицеридов в изученных образцах и их температуры плавления. Для образцов стерилизованного молока температуры максимумов двух наблюдаемых эндоэффектов близки к температурам плавления молока и температуре окончательного плавления молочного жира, а величины этих тепловых эффектов существенно отличаются от энтальпий плавления льда и безводного молочного жира. Добавление сахара приводит к снижению температуры плавления образцов. В то же время величины этих тепловых эффектов существенно меньше от энтальпий плавления льда и безводного молочного жира. Это можно объяснить иным характером межмолекулярного взаимодействия между компонентами молока, растительных жиров и сахара. Также было установлено, что из пятнадцати проанализированных образцов консервированных молочных продуктов двенадцать содержат в своем составе жиры немолочного происхождения, а информация о наличии жиров растительного происхождения была представлена только у пяти образцов.

Молоко сгущенное стерилизованное, сгущенное молоко, сгущенные сливки, обезвоженный молочный жир, метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК).

Введение

Существующий в нашей стране дефицит молочных продуктов отечественного производства восполняется импортом сливочного масла, сыров, сухого молока и пальмового масла. Сухое молоко и пальмовое масло используются для производства восстановленных молочных продуктов и продуктов с добавлением растительных жиров. Наиболее часто фальсифицируются следующие виды молочной продукции: кисломолочные жидкие продукты; творог и творожные продукты; сметана и продукты на ее основе; масло из коровьего молока; сыр и сырные продукты, а также молочные консервы и сгущенное молоко.

Одним из критериев подлинности при данном виде фальсификации является жирнокислотный состав жировой части продукта и количественное содержание β-ситостеринов, кампестерина, стигмастерина и брассикастерина по [1]. Достаточно широко применяемый за границей более оперативный метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), например [2], который не получил широкого применения для оценки качества молочных продуктов в нашей стране. Известно применение менее точного и ограниченного областью толь-

ко положительных температур для продуктов с высокой массовой долей жира метода дифференциального термического анализа [3].

Целью работы является изучение возможности применения метода дифференциальной сканирующей калориметрии для оценки качества образцов консервированных молочных продуктов с массовой долей молочного жира до 20 %, реализуемых на рынке Алтайского края, на предмет наличия жиров растительного происхождения.

Объект и методы исследования

Объектом исследования были 15 образцов консервированных молочных продуктов (сгущенное молоко, стерилизованное молоко, сливки, обезвоженный молочный жир), приобретенные в розничной торговле Алтайского края.

Образцы были разбиты на четыре следующие группы.

І. Молоко стерилизованное.

1. Молоко стерилизованное концентрированное Экстра ТМ Молочная страна (ООО «Промконсервы») м.д.м.ж. 8,7 %, дата изготовления 02.06.2014, партия M25802, цена 112 рублей/кг.

- 2. Молоко сгущенное стерилизованное цельное ТМ Лента (ОАО «Рогачевский МКК») м.д.м.ж. 8,6 %, дата изготовления 14.08.2014, партия M26851, цена 167 рублей/кг.
- 3. Молоко сгущенное стерилизованное ТМ Рогачевъ (ОАО «Рогачевский МКК») м.д.м.ж. 7,8 %, дата изготовления 04.06.2014, партия M26841, цена 188 руб./кг.

II. Молоко сгущенное, вырабатываемое по ТУ.

- 1. Сгущенка с сахаром «Столичная» ТМ Главпродукт (ЗАО «Верховский молочно-консервный завод»), м.д.м.ж. 8,5 % в том числе молочного жира 60 %, дата изготовления 25.11.2013, партия М94763, цена 95 рублей/кг.
- 2. Сгущенка с сахаром «Юбилейная» ТМ Главпродукт (ЗАО «Верховский молочно-консервный завод»), м.д.м.ж. 8,5 % в том числе молочного жира 60 %, дата изготовления 06.09.2014, партия М94762, цена 110 рублей/кг.
- 3. Сгущенка ТМ Сгустена (ЗАО «Любинский молочно-консервный комбинат») м.д.м.ж. 8,5 % в том числе молочного жира 50 % дата изготовления 02.09.2014, партия М27743, цена 99 рублей/кг.
- 4. Сгущенка ТМ Тяжин (ООО «Кузбассконсервмолоко») м.д.м.ж. 8,5 % в том числе молочного жира 50 %, дата изготовления 10.08.2014, партия М40343, цена 92 руб./кг.
- 5. Молоко сгущенное с сахаром «Белогорье» (ОАО «Белмолпродукт») м.д.м.ж. 8,5 %, дата изготовления 15.01.2014, партия М2636071Б, цена 96 рублей/кг.

III) Молоко цельное сгущенное с сахаром, вырабатываемое по ГОСТ.

- 1. Молоко цельное сгущенное с сахаром ТМ Сладеж (ОАО «Белмолпродукт») м.д.м.ж. 8,5 %, дата изготовления 04.10.2014, партия М263761Б, цена 111 рублей/кг.
- 2. Молоко цельное сгущенное с сахаром (ООО «Гагаринское молоко») м.д.м.ж. 8,5 %, дата изготовления 28.07.2014, партия М51, цена 108 рублей/кг.
- 3. Молоко цельное сгущенное с сахаром Экстра ТМ Главпродукт (ЗАО «Верховский молочно-консервный завод»), м.д.м.ж. 8,5 %, дата изготовления 22.09.2014, партия М94762, цена 155 рублей/кг.

IV) Сливки сгущенные.

- 1. Сливки сгущенные с сахаром ТМ Сгустена (ЗАО «Любинский молочно-консервный комбинат») м.д.м.ж. 19,0 %, дата изготовления 06.07.2014, партия М 27872, цена 150 рублей/кг.
- 2. Сливки Славянские ТМ Главпродукт (ЗАО «Верховский молочно-консервный завод»), м.д.м.ж. 19,0 %, дата изготовления 25.10.2013, цена 121 рубль/кг.
- 3. Сливки ТМ Любимое молоко (ЗАО «Любинский молочно-консервный комбинат») м.д.м.ж. 19,0 %, дата изготовления 30.07.2014, цена 227 рублей/кг.
- 4. Сливки Деревенские ТМ Главпродукт (ЗАО «Верховский молочно-консервный завод»), м.д.м.ж. 19,0 %, дата изготовления 20.11.2013, цена 147 рублей/кг.

Для сравнения был взят образец обезвоженного молочного жира (топленого масла индивидуального производства).

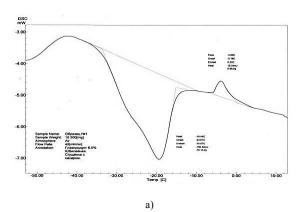
Методы исследования

Особенность плавления молочного жира заключается в том, что каждая группа смешанных кристаллов глицеридов плавится раздельно [3]. Температуры фазовых переходов зависят от состава триглицеридов, который определяется породой скота, временем года, составом кормов и технологическими режимами переработки сырья [4]. Температуры фазовых переходов растительных масел отличаются от температур фазовых переходов молочного жира, что позволяет использовать метод определения температур фазовых переходов для установления подлинности продукта.

Для этих целей наиболее востребован метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Исследование проводилось на дифференциальном сканирующем калориметре модели DSC-60 (Shimadzu, Япония) в диапазоне температур от –70 до +90° С. Нагревание образцов со скоростью 10 град/мин производилось в атмосфере азота с расходом газа 40 см³/мин, масса навески составляла около 5 мг. Образцом сравнения использовали пустую алюминиевую чашечку.

Результаты и их обсуждение

1. Молоко сгущенное в атмосферах воздуха и азота. Сравнение кривых ДСК для образцов молока сгущенного «сгущенка с сахаром «Юбилейная»» в атмосфере воздуха и азота представлено на рис. 1.



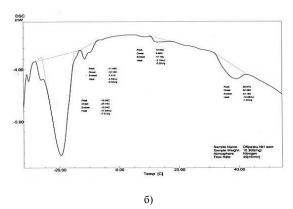


Рис. 1. Кривая ДСК образца молока сгущенного: а) в атмосфере воздуха, б) в атмосфере азота

Параметры фазовых переходов образцов представлены в табл. 1.

| Влияние атмосфег | ы опыта на параме | тры кривых ДСК обр | азцов молока стерилизованного |
|------------------|-------------------|--------------------|-------------------------------|
| | | | |

| Атмосфера | | оа максимума фекта, °C | | альпия ректа, Дж/г | Примечание | |
|-----------|-------|---------------------------|-------|-----------------------|-----------------------------|--|
| опыта | I | II | I | II | _ | |
| Воздух | -19,4 | -3,9 | -18,1 | +0,98 | 1 эндоэффект + 1 экзоэффект | |
| Азот | -19,6 | -11,5 | -7,6 | -0,34 | 5 эндоэффектов | |

Из представленных данных следует, что состав атмосферы опыта не влияет на температуру плавления глицеридов образца, но сказывается на теплоте плавления. Атмосфера воздуха привела также к появлению экзоэффекта, природа которого требует детального изучения. Кривые ДСК отличались также и по количеству фазовых переходов. В связи с этим дальнейшие опыты проводились в атмосфере азота.

2. Молоко концентрированное стерилизованное. Сравнение кривых ДСК для образцов молока стерилизованного представлено на рис. 2.

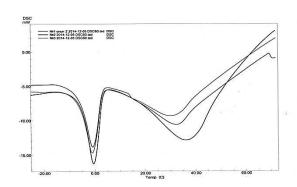


Рис. 2. Кривые ДСК образцов молока стерилизованного

Количественные отличия кривых ДСК представлены в табл. 2. Для сопоставления выбрали области плавления воды и плавления высокотемпературных глицеридов, где наблюдаются наиболее интенсивные фазовые переходы.

Из представленных данных следует, что температуры максимумов двух наблюдаемых эндоэффектов близки к температурам плавления молока и температуре окончательного плавления молочного жира. Но в то же время величины этих тепловых эффектов существенно отличаются от энтальпий плавления льда и безводного молочного жира. Это можно объяснить наличием межмолекулярного взаимодействия между компонентами молока.

3. Сгущенное молоко, вырабатываемое по ТУ. Сравнение кривых ДСК для образцов сгущенного молока, вырабатываемого по ТУ, представлено на рис. 3.

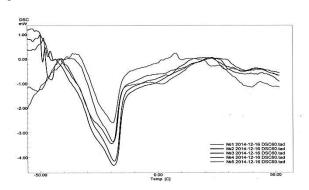


Рис. 3. Кривые ДСК образцов сгущенного молока вырабатываемого по ТУ

Как следует из рис.3, кривые ДСК образцов качественно отличаются друг от друга. Количественные отличия кривых ДСК представлены в табл. 3.

Таблица 2

Параметры кривых ДСК образцов молока стерилизованного

| Наименование | Массовая доля жира, % | Температура мак- симума эндоэф- фекта, °С | | Температура плавления, °С | | альпия векта, Дж/г | Энтальпия плавления, Дж/г |
|------------------------------|-----------------------------|---|--------------|-------------------------------|----------------|-----------------------|---|
| | жира, 70 | I | II | | I | II | |
| Экстра ТМ Молочная страна | 8,7 | -0,5 | 36,1 | молока, | -113,5 | -621,7 | льда 224 171 |
| ТМ Лента | 8,6 | -1,1 | 30,0 | −0,54 °C [5] | -103,3 | -379,5 | <i>–334 [7]</i> |
| ТМ Рогачевъ | 7,8 | -0,9 | 32,3 | безводного | -107,0 | -432,6 | |
| ТМ Рогачевъ | | -0,8± 0,3 | 32,8± 1,9 | молочного жира 34°C [6] | −107,9± 3,7 | -477,9± 95,8 | безводного мо- лочного жира –72,8 [6] |

| Параметры кривых ДСК образцо | в сгушенного молока. | вырабатываемого по ТУ |
|------------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Trupumerpa represent Acts copusado | D of june monore | , and a contract of the first |

| Наименование | массовая доля жи- | температура максимума эндоэффекта, °C | | температу- ра плавле- | энтальпия эндоэффекта, Дж/г | | | энтальпия плавления, | |
|-------------------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------|--------------------------|--------------------------------|---------------|--------------|-------------------------|-------------------|
| 11411112 | pa, % | I | II | III | ния, ℃ | I | II | III | Дж/г |
| «Столичная» ТМ Главпродукт | 8,5 | -18,6 | 10,0 | 42,5 | молока | -31,1 | -0,2 | -2,2 | льда —334 [7] |
| «Юбилейная» ТМ Главпродукт | | -19,8 | 37,8 | - | −0,54 °C [5] | -28,3 | -1,2 | - | |
| ТМ Сгустена | 5,2 | -19,1 | 37,0 | _ | | -20,4 | -2,1 | _ | |
| ТМ Тяжин | | -18,9 | 36,4 | _ | безводного | -36,2 | -1,9 | _ | безводного |
| TM «Белогорье» | | -19,1 | 10,6 | 40,2 | молочного жира | -17,1 | -0,4 | -2,4 | молочного жира |
| Среднее значение | | -19,1± 0,3 | 20,4± 14 | 41,4± 1,2 | 34 °C [6] | -26,6± 6,3 | −1,2± 0,7 | −2,3± 0,1 | –72,8 [6] |

Из представленных данных следует, что температуры максимумов I эндоэффекта значительно ниже, чем у температур плавления молока и стерилизованного молока. Очевидно, это связано с наличием в системе сахарного сиропа. Температуры максимумов II эндоэффекта у ТМ Сгустена, ТМ Тяжин, «Юбилейная» ТМ Главпродукт близки к температуре окончательного плавления молочного жира. Но в то же время величины этих тепловых эффектов существенно меньше от энтальпий плавления льда и безводного молочного жира. Это можно объяснить иным характером межмолекулярного взаимодействия между компонентами молока, растительных жиров и сахара.

У всех исследуемых образцов молока сгущенного, вырабатываемого по ТУ, кроме ТМ «Белогорье» в составе указано наличие растительных жиров от 40 до 50 %, причем температуры максимумов наблюдаемых эндоэффектов «Столичная» ТМ Главпродукт и ТМ «Белогорье» совпадают.

4. Молоко цельное сгущенное с сахаром, выраба-

тываемое по ГОСТу. Сравнение кривых ДСК для образцов молока цельного сгущенного с сахаром, вырабатываемого по ГОСТу, представлено на рис. 4.

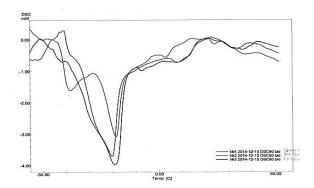


Рис. 4. Кривые ДСК образцов молока цельного сгущенного с сахаром, вырабатываемого ГОСТ

Количественные отличия кривых ДСК представлены в табл. 4.

Таблица 4 Параметры кривых ДСК образцов молока цельного сгущенного с сахаром, вырабатываемого ГОСТ

| Наименование вая долг | | Температура максимума эндоэффекта, °C | | | Темпера- тура Энтальпия плавления, | | | | Энтальпия плавления, | |
|--------------------------|---------|---------------------------------------|-------------|--------------|--|---------------|--------------|--------------|-------------------------|--|
| | жира, % | I | II | III | ${}^{\!$ | I | II | III | Дж/г | |
| TM «Сладеж» | 8,5 | -19,1 | -7,5 | 36,2 | молока | -25,7 | -3,1 | -1,7 | льда –334 [7] | |
| ООО «Гагаринское молоко» | | -18,6 | 2,9 | 37,4 | −0,54 °C [5] | -8,6 | -0,5 | -1,0 | | |
| Экстра ТМ Главпродукт | | -20,2 | 8,1 | 33,8 | безводного молочного | -24,9 | -1,6 | -1,3 | безводного молочного | |
| Среднее значение | | −19,3± 0,6 | 1,2± 5,0 | 35,8± 1,3 | жира 34 °C [6] | −19,7± 7,6 | −1,7± 0,9 | −1,3± 0,3 | жира –72,8 [6] | |

Из представленных данных следует, что температуры максимумов III эндоэффекта близки к температуре окончательного плавления молочного жира и ниже III максимума, аналогичного продукта, с добавлением жиров растительного происхождения (табл. 3). Величины тепловых эффектов образцов молока сгущенного с сахаром с

молочным жиром и растительными жирами (табл. 3 и 4) находятся в пределах ошибки измерений.

5. Сливки сгущенные с сахаром. Сравнение кривых ДСК для образцов сливок сгущенных представлено на рис. 5. Количественные отличия кривых ДСК представлены в табл. 5.

| Параметры кривых ДСК образцов сливок сгущенных |
|--|
| |

| Наименование | Массовая доля | Температура максимума эндоэффекта, °C | | Темпера- тура плавления, | Энтальпия эндоэффекта, Дж/г | | | Энтальпия плавления, | |
|-------------------------------|------------------|---------------------------------------|-------------|--------------------------------|---|---------------|--------------|-------------------------|-------------------|
| | жира, % | I | II | III | $\mathscr C$ | I | II | III | Дж/г |
| ТМ Сгустена | 19,0 | -16,4 | 13,5 | 34,7 | молока | -24,2 | -4,5 | -3,0 | льда |
| Славянские ТМ Главпродукт | | -18,2 | 3,2 | 37,2 | −0,54 °C [5] | -29,7 | -0,6 | -2,2 | –334 [7] |
| Любимое молоко | | -17,6 | 3,9 | 33,4 | безводного молочного жира 34°C [6] | -23,2 | -3,2 | -4,7 | безводного |
| Деревенские ТМ Главпродукт | | -18,6 | 10,7 | 38,4 | | -35,2 | -0,4 | -1,4 | молочного жира |
| Среднее знач | ение | −17,7± 0,7 | 7,8± 4,3 | 35,9± 1,9 | | −28,1± 4,4 | −2,2± 1,7 | −2,8± 1,0 | -72,8 [6 <u>]</u> |

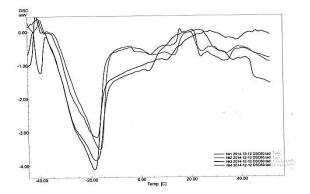


Рис. 5. Кривые ДСК образцов сливок сгущенных

Сравнивая данные табл. 4 и 5, отметим, что увеличение массовой доли молочного жира в два раза повысило среднее значение температуры первого эндоэффекта на 1,6 °C, второго – 6,6 °C, в то время как значение третьего эндоэффекта осталось без изменений. Отметим также, что возросли, но меньше чем в два раза, средние значения величин эндоэффектов.

Но в то же время величины этих тепловых эффектов существенно отличаются от энтальпий плавления льда и безводного молочного жира. Причем температуры максимумов эндоэффекта III (окончательного плавления молочного жира) близки у образцов ТМ Сгустена и Любимое молоко, а также у образцов «Деревенские ТМ Главпродукт» и «Славянские ТМ Главпродукт». Основываясь на данных температур плавления молочного жира и пальмового масла, можно предположить, что у образцов с более низкой температурой плавления в составе преобладает молочный жир, а у высокоплавких средняя фракция пальмового масла.

6. Безводный молочный жир. За эталон сравнения был взят образец обезвоженного молочного жира (топленого масла индивидуального производства). Кривая ДСК представлена на рис. 6.

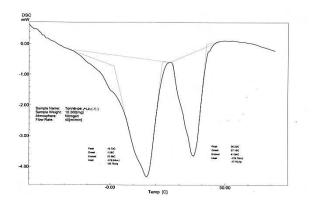


Рис. 6. Кривая ДСК обезвоженного молочного жира (топленого масла)

Из представленных данных следует, что кривая ДСК образца обезвоженного молочного жира существенным образом отличается от всех ранее исследованных продуктов и характеризуется наличием двух эндоэффектов с температурами максимумов 15,7 °C (–36,8 Дж/г) и 36,2 °C (–17,5 Дж/г) соответственно. Это свидетельствует об изменении структуры глицеридов, увеличении доли высокоплавкой фракции молочного жира.

Выводы

Таким образом, на основании проведенных исследований можно прийти к следующим выводам.

- 1. Метод ДСК позволяет качественно идентифицировать консервированные молочные продукты, с массовой долей молочного жира до 20 % на наличие жиров немолочного происхождения по идентификации эндоэффектов в области 30–40 °C.
- 2. Установлено, что из пятнадцати проанализированных образцов консервированных молочных продуктов, двенадцать содержат в своем составе жиры немолочного происхождения, а информация о наличии жиров растительного происхождения была представлена только у пяти образцов.

Список литературы

1. МУ 4.1/4.2.2484-09.4.1/4.2. Методы контроля. Химические и микробиологические факторы. Оценка подлинности и выявление фальсификации молочной продукции. Методические указания (утв. Роспотребнадзором 11.02.2009). – М.; 2009. – 17 с.

- 2. Metin, S. Crystallization of Fats and Oils / S. Metin, R.W. Hartel // Bailey's Industrial Oil and Fat Products. 2005. Vol. 1. P. 45–76.
- 3. Полянский, К.К. Дифференциальный термический анализ пищевых жиров / К.К. Полянский, С.А. Снегирев, О.Б. Рудаков. М.: ДеЛи принт, 2004. 85 с.
- 4. Твердохлеб, Г.В. Химия и физика молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, Р.И. Раманаускас. М.: ДеЛи принт, 2006. 360 с.
 - 5. Тёпел, А. Химия и физика молока / А. Тёпел. М.: Пищевая промышленность, 1979. 513 с.
- 6. Ali, M.A.R. Thermal analysis of palm mid-fraction, cocoa butter and milk fat blends by differential scanning calorimetry / M.A.R. Ali, P.S. Dimick // J. Am. Oil Chem. Soc. 1994. Vol. 71. P. 299–302.
 - 7. Физические величины: справочник. М.: Энергоатомиздат, 1991. 293 с.

APPLICATION OF DSC METHOD FOR CANNED MILK PRODUCT IDENTIFICATION

L.N. Budanina, A.L. Vereshchagin*, N.V. Bychin

Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I. I. Polzunova, 27, Trophimova str., Biysk, 659305, Russia.

*e-mail: val@bti.secna.ru

Received: 03.02.2015 Accepted: 05.03.2015

In this study, we investigated the possibility of using differential scanning calorimetry to evaluate the samples of canned milk products with a mass fraction of milk fat up to 20 %. 15 samples of canned dairy products (condensed milk, sterilized milk, cream) sold in the commercial network of the Altai Territory were used as the object of study. A sample of water-free milk fat (melted butter of individual production) was taken for comparison. Based on these studies, the following conclusions have been made: DSC method allows us qualitatively identify canned dairy products with a mass fraction of milk fat up to 20 % for the presence of non-dairy fat by identifying of endoeffects within 30–40 °C. Within these limits, the melting temperature of milk fat saturated triglycerides differs from that of palm oils by two to three degrees. Average values of melting heats of the triglyceride groups in the studied samples and their melting point have been calculated. For samples of sterilized milk the temperatures of two observed endoeffect maximums were close to the melting points of milk and final melting temperature of milk fat, and the magnitude of these thermal effects differ significantly from the enthalpy of melting ice and water-free milk fat. The addition of sugar results in decrease of samples melting temperature. At the same time, the magnitude of these effects is substantially less than the fusion enthalpy of ice and anhydrous milk fat. This can be explained by different character of intermolecular interaction between the components of milk, vegetable fats and only five samples have information about vegetable fats available.

Sterilized condensed milk, evaporated milk, condensed cream, water-free milk fat, differential scanning calorimetry (DSC).

References

- 1. Metodicheskie ukazaniia MU 4.1/4.22484-09. Metody kontrolja. Himicheskie i mikrobiologicheskie faktory ocenki podlinnosti i vyjavlenija fal'sifikacii molochnoj produkcii [MI 4.1/4.22484-09. Control methods. Chemical and microbiological assessment factors and to identify the authenticity of the falsification of dairy products]. Moscow, 2009. 17 p.
- 2. Serpil Metin and Richard W. Hartel /*Crystallization of Fats and Oils* //Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition, Six Volume Set. Edited by Fereidoon Shahidi. Copyright # 2005 John Wiley & Sons, Inc. V.1, P.45-76.
- 3. Polianskiy K.K., Snegirev S.A., Rudakov O.B. *Differentsial'nyi termicheskii analiz pishchevykh zhirov* [Differential thermal analysis of dietary fat]. Moscow, DeLee print, 2004. 85 p.
- 4. Tverdokhleb G.V., Ramanauskas R.I. *Khimiia i fizika moloka i molochnykh produktov* [Chemistry and physics of milk and milk products]. Moscow, DeLee print, 2006. 360 p.
 - 5. Tepel A. Khimiia i fizika moloka [Chemistry and physics of milk]. Moscow, Food Industry, 1979. 513 p.
- 6. Ali M.A.R., Dimick P.S., Thermal analysis of palm mid-fraction, cocoa butter and milk fat blends by differential scanning calorimetry, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1994, vol. 71, pp. 299–302.
 - 7. Fizicheskie velichiny [Physical quantities]. Moscow, Energoatomizdat, 1991. 293 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Буданина, Л.Н. Применение метода ДСК для идентификации консервированных молочных продуктов / Л.Н. Буданина, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 37. – № 2. – С. 98–104.

Budanina L.N., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Application of DSC method for canned milk product identification. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 98–104. (In Russ.)

Буданина Лариса Николаевна

аспирант кафедры общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», Россия, 659305, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел.: +7 (3852) 43-53-18

Верещагин Александр Леонидович

д-р хим. наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27,

тел.: +7 (3852) 43-53-18, e-mail: val@bti.secna.ru

Бычин Николай Валерьевич

ведущий инженер кафедры общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел.: +7 (3852) 43-53-18

Larisa N. Budanina

Postgraduate Student of the Department of General Chemistry and Examination of Goods, Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunova, 27, Trophimova str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3852) 43-53-18

Alexander L. Vereshchagin

Dr. Sci. (Chem.), Professor, Head of the Department of General Chemistry and Examination of Goods, Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I. I. Polzunova, 27, Trophimova str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3852) 43-53-18, e-mail: val@bti.secna.ru

Nickolay V. Bychin

Senior Engineer of the Department of General Chemistry and Examination of Goods, Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I. I. Polzunova, 27, Trophimova str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3852) 43-53-18



УДК 634.743

СРАВНЕНИЕ ТРИГЛИЦЕРИДНОГО СОСТАВА ОБЛЕПИХОВОГО МАСЛА АЛТАЙСКОГО КРАЯ МЕТОДОМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ

Н.В. Горемыкина, А.Л. Верещагин*, Н.В. Бычин, Ю.А. Кошелев

Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27

*e-mail: val@bti.secna.ru

Дата поступления в редакцию: 07.02.2015 Дата принятия в печать: 15.04.2015

Методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) исследованы кривые плавления образцов облепихового масла ряда производителей Алтайского края. Сопоставление данных высокотемпературной газовой хроматографии и дифференциальной сканирующей калориметрии показало, что плавление основных непредельных триглицеридов облепихового масла — трипальмитина (ТПМ) и трипальмитолеина (ТПО) соответствует эндоэффекту с максимумом в области 0 °С, а основных предельных триглицеридов — трипальмитатов (ТПА) — в области 10—15 °С. Показана возможность идентификации происхождения образцов облепихового масла методом ДСК.

Дифференциальная сканирующая калориметрия, кривые плавления, высокотемпературная газовая хроматография, облепиховое масло концентрат, глицериды.

Введение

Ягоды облепихи богаты витаминами, каротиноидами, флавоноидами, протеинами, антиоксидантами, жирными кислотами и фитостеролами. Наиболее ценным продуктом переработки ягод облепихи является облепиховое масло, обладающее многочисленными применениями в медицинской практике благодаря уникальному составу триглицеридов [1]. Высокая стоимость и эффективность сделали облепиховое масло привлекательным для разработки новых методов выделения и расширения диапазона используемого сырья.

В настоящее время подлинность облепихового масла как лекарственного средства определяется спектрофотометрическим методом (спектр раствора в области от 430 до 500 нм должен иметь максимумы поглощения при длинах волн 447 и 470 нм и минимум поглощения при 460 нм) и методом ГЖХ

(составом жирнокислотных остатков из данных реакции этерификации с метиловым спиртом). Спектроскопия дает прямую информацию о качестве облепихового масла, но не дает четкого представления о составе триглицеридов. ГЖХ дает качественную и количественную информацию, но, поскольку ГЖХ не прямой метод (путем разрушения триглицеридов на отдельные метиловые эфиры жирных кислот), это не дает возможности определить первоначальный состав глицеридов. Ранее была показана применимость метода дифференциальной сканирующей калориметрии для оценки качества, подлинности, фальсификации и прослеживаемости в цепи выращивание – производство – реализация [2].

Целью настоящей статьи является изучение возможности идентификации образцов облепихового масла концентрата, полученного производителями Алтайского края, методом дифференциальной сканирующей калориметрии.

Объект и методы исследования

Для исследования были взяты образцы концентратов облепихового масла, полученные из облепихи сорта «Чуйская», выращенной в различных районах Алтайского края в 2013 г.: Волчихинском, Крутихинском, Змеиногорском, Мамонтовском, Поспелихинском, а также ягоды дикорастущие растений облепихи в пойме р. Катунь урожая 2013 г. Были исследованы образцы концентратов облепихового масла следующих производителей Алтайского края: ООО «Ягодное», ООО «Агровитсад», ЗАО «Алтайвитамины», ООО «Янтарное», ООО «Алсу», ООО «Алтайский сад». Образцы облепихового масла получены экстракцией дифторхлорметаном (хладон 22) из дробленого жома (продукта, получаемого отжатием сока из ягод).

Дифференциальная сканирующая калориметрия Процесс плавления образцов масла изучался методом дифференциальной сканирующей калориметрии на приборе DSC-60 (Shimadzu, Япония). Масса навески составляла ($10,0\pm0,5$) мг. Измерительная ячейка охлаждалась жидким азотом до температуры минус 100 °C. Опыты проводили в температурном диапазоне от минус 100 °C до плюс 50 °C при скорости нагревания 10 °C/мин, в среде азота, расход газа составлял 40 см 3 /мин. Для балансировки системы использовался α -кварц. Калибровка прибора была проведена по индию ($T_{\text{пл.}}$ = 156,6 °C, ΔH_{f} = 28,71 Дж/г). Расчетные данные были получены с использованием программного обеспечения DSC-60.

Триглицеридный состав

В качестве объектов исследования взяты те же образцы облепихового масла концентрата. Глицериды жирных кислот определялись методом газовой хроматографии. Образцы для анализа готовили по следующей методике: 0,02 г масла растворяли в

5 мл гексана; 0,2 мкл полученного раствора вкалывали в испаритель. Анализ проводился на газовом хроматографе Shimadzu GC-2010 plus при следующих условиях.

Инжектор: температура инжектора 370 °C, поток по колонке 0,75 мл/мин, линейная скорость 33 см/сек., коэффициент деления 10. Колонка: капиллярная SE-30 «Витохром-м», длина 15 м, внутренний диаметр 0,3 мм, толщина пленки 0,25 мкм, неподвижная фаза — полиметилсилоксан, программирование температуры колонки: изотермический режим 4 мин при начальной температуре 160 °C, затем повышение до 365 °C со скоростью 8 °С/мин, время выдержки 15 мин. Общее время анализа 44 мин.

Детектор: пламенно-ионизационный, температура детектора 380 °C, поток воздуха 400 мл/мин, поток водорода 40 мл/мин, поток газа носителя 30 мл/мин, газ-носитель – гелий.

Для идентификации триглицеридов использовали стандарты фирмы SUPELCO Cat. No. 1787-1AMP; MDT12-1KT.

Полученные результаты по глицеридному составу интерпретировали как компоненты, совпадающие по времени удерживания со стандартными веществами.

Жирно-кислотный состав

Объектом исследования выступили те же образцы масла различных производителей. Жирные кислоты превращались в их метиловые эфиры и анализировались на газовом хроматографе «Кристалл люкс 4000».

Определение жирных кислот проводили по следующей методике: 0,02 г масла помещали в колбу вместимостью 100 мл, снабженную обратным холодильником, прибавляли 1 мл метанола, 3 капли ацетилхлорида и нагревали в течение 1 ч на кипящей водяной бане. Затем избыток метанола отгоняли на водяной бане. Остаток растворяли в 0,2 мл гексана и 1 мкл полученной смеси вводили попеременно с модельной смесью в испаритель газового хроматографа с пламенно-ионизационным детектором и хроматографировали в следующих условиях: капиллярная колонка - FFAP 50 м, внутренний диаметр 0,32 мм; газ-носитель - гелий. Температура термостата была запрограммирована следующим образом: от 180 °C (изотермический режим в течение 1 мин) до 210 °C со скоростью 2 °C/мин и изотермический период 30 мин при 210 °C. Температура инжектора и детектора 250 °C. Для идентификации жирных кислот использовали СО смеси метиловых эфиров фирмы SUPELCO Cat. No. 07631-1AMP.

Результаты и их обсуждение

Кривые ДСК образцов облепихового масла, полученного различными производителями Алтайского края, представлены на рис. 1, 2.

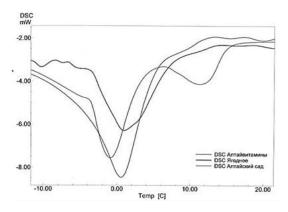


Рис. 1. Кривые фазовых переходов образцов облепихового масла концентрата: 3AO «Алтайвитамины», ООО «Ягодное», ООО «Алтайский сад»

Как следует из представленных данных, кривые ДСК индивидуальны, но для всех образцов облепихового эндоэффект масла характерен плавления с максимумом около 0 °C. В образце масла производства облепихового «Алтайвитамины» обнаружены два эндоэффекта плавления - около 0 °C и в области 10-15 °C, что характеризует образец как бинарную систему. Можно предположить, что индивидуальность кривых ДСК связана с различием в триглицеридном составе образцов.

В табл. 1 приведено сравнение двух эндоэффектов плавления глицеридов образцов облепихового масла концентрата различных производителей.

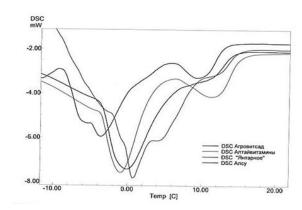


Рис. 2. Кривые фазовых переходов образцов облепихового масла концентрата: ООО «Агровитсад», ЗАО «Алтайвитамины», ООО «Янтарное», ООО «Алсу»

Из таблицы следует, что данные по всем представленным производителям согласуются между собой, за исключением образца ООО «Алтайский сад», который существенно отличается по форме основного пика (уширенный) и высокому тепловому эффекту. Можно предположить, что технология получения облепихового масла на ООО сад» «Алтайский отличается от других производителей. В этом случае нельзя также исключить переэтерификацию глицеридов вследствие используемой технологии выделения облепихового масла.

Данные, характеризующие триглицеридный состав исследуемых образцов облепихового масла концентрата представлен в табл. 2.

Таблица 1 Сравнение кривых ДСК облепихового масла концентрата различных производителей Алтайского края

| Производи- тель | Первый эндоэф- фект, Дж/г | Отношение к стандар- ту, % | Второй эндоэффект Дж/г | Отношение к стандарту, % | Сумма эндоэффек- тов, Дж/г | Отношение к стандарту, % | Примечание |
|--------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------|
| Алтайвита- мины | 8,55 | 100 | 3,84 | 100 | 12,1 | 100 | Стандарт |
| Агровитсад | 11,55 | 135 | 0,57 | 14,8 | 11,92 | 98,5 | |
| Алсу | 8,42 | 98,5 | 2,32 | 60,4 | 10,74 | 88,7 | * |
| Янтарное | 10,46 | 122,3 | 0,2 | 5,2 | 10,66 | 88,1 | ** |
| Ягодное | 9,54 | 111,6 | 0,29 | 7,6 | 9,83 | 81,2 | |
| Алтайский сад | 16,36 | 191,3 | 0,16 | 4,2 | 16,52 | 136,5 | *** |

Примечание. * - основной пик двойной, смещен в низкотемпературную область;

Таблица 2

Состав компонентов, совпадающих по времени удерживания с глицеридами

| | Масло облепиховое (100 %) | | | | | | | | | |
|---------------|---------------------------|------------|-----------------|----------------|-----------------|--|--|--|--|--|
| Компонент, % | 000 | 000 | 3AO | 000 | 000 | | | | | |
| | «Ягодное» | «Янтарное» | «Алтайвитамины» | «Алсу» | «Алтайский сад» | | | | | |
| Монолаурин | - | _ | _ | - | _ | | | | | |
| Мономиристин | - | - | - | $0,02\pm0,01$ | - | | | | | |
| Монопальмитин | - | _ | - | $0,01\pm0,003$ | _ | | | | | |
| Моностеарин | - | - | - | - | - | | | | | |
| Дилаурин | 0,65±0,13 | 2,56±0,04 | 0,69±0,14 | $0,24\pm0,04$ | 0,16±0,02 | | | | | |

^{** -} основной пик состоит из трех, не разделенных между собой пиков;

^{*** – «}бедный» спектр, уширенный основной пик.

Окончание табл. 2

| | | Масло облепиховое (100 %) | | | | | | | | | |
|-----------------|------------|---------------------------|------------------|---------------|-----------------|--|--|--|--|--|--|
| Компонент, % | 000 | 000 | 3AO | 000 | 000 | | | | | | |
| | «Ягодное» | «Янтарное» | «Алтайвитамины» | «Алсу» | «Алтайский сад» | | | | | | |
| Димиристин | 0,03±0,01 | - | - | - | - | | | | | | |
| Дипальмитин | 1,83±0,03 | 0,81±0,12 | - | - | $0,37\pm0,06$ | | | | | | |
| Дистеарин | 0,07±0,01 | 0,21±0,03 | 0,20±0,04 | - | - | | | | | | |
| Трилаурин | 1,57±0,03 | 0,55±0,08 | 0,74±0,15 | $0,30\pm0,05$ | $0,14\pm0,02$ | | | | | | |
| Тримиристин | - | - | - | $0,02\pm0,01$ | - | | | | | | |
| Трипальмитин | 38,46±0,40 | 43,56±0,40 | $38,16 \pm 0,40$ | 32,47±0,33 | 33,39±0,50 | | | | | | |
| Триолеин | 7,48±0,11 | 7,86±0,12 | 9,71±0,15 | 13,16±0,20 | 8,63±0,13 | | | | | | |
| Тристеарин | 1,02±0,15 | 0,81±0,12 | 0,53±0,1 | ı | $0,16\pm0,02$ | | | | | | |
| Трилинолеин | _ | _ | 7,67±0,15 | 18,81±0,28 | 9,20±0,14 | | | | | | |
| Трипальмитолеин | 32,34±0,48 | 35,14±0,5 | 31,28±0,5 | 28,63±0,43 | 29,06±0,43 | | | | | | |

Для отнесения эндоэффектов плавления кривых ДСК к фазовым переходам конкретных групп триглицеридов были сопоставлены данные ДСК и высокотемпературной газовой хроматографии. В качестве стандарта взят образец облепихового масла производства ЗАО «Алтайвитамины». Сравнительный анализ представлен в табл. 3.

Из таблицы следует, что зависимость между количеством трипальмитолеина и первого эндоэффекта по всем представленным производителям очевидна и подтверждается коэффи-

циентами корреляции, близкими к единице, за исключением образца ООО «Алтайский сад». Зависимость между трипальмитином и вторым эндоэффектом не наблюдается. Поэтому можно сделать вывод, что методом ДСК возможно определять количество трипальмитолеина по первому эндоэффекту, а второй эндоэффект не связан с трипальмитином.

Данные, характеризующие жирнокислотный состав исследуемых образцов облепихового масла концентрата представлены в табл. 4.

Таблица 3 Сопоставление данных содержания триглицеридов методом высокотемпературной газовой хроматографии и эндоэффектов плавления кривых ДСК для образцов облепихового масла различных производителей

| | | Газовая х | роматограф | R И(| ДСК, отношение к стандарту, % | | | | |
|--------------------|-----------|---------------------------------------|------------|-------------------------------|-------------------------------|--|-----------------------|---|--|
| Производитель | ТПМ, % | Отноше- ние к стандар- ту, % | ТПО, % | Отношение к стандар- ту, % | I эндоэф- фект | Коэффициент корреляции $\ensuremath{ДCK_I}/\ensuremath{\Gamma X_{TIIO}}$ | II эндоэф- фект | Коэффициент корреляции ${\rm ДСK_{II\ _{энд-т}}/}\ {\rm \Gamma X_{TIIA}}$ | |
| Алтайвитами- ны | 38,16 | 100 | 31,28 | 100 | 100 | 1,00 | 100 | 1,00 | |
| Алсу | 32,47 | 84,3 | 28,63 | 91,5 | 98,5 | 1,08 | 60,4 | 0,72 | |
| Янтарное | 43,56 | 114,2 | 35,14 | 112,3 | 122,3 | 1,09 | 5,2 | 0,05 | |
| Ягодное | 38,46 | 100,8 | 32,34 | 103,3 | 111,6 | 1,08 | 7,6 | 0,07 | |
| Алтайский сад | 33,39 | 87,5 | 29,06 | 92,9 | 191,3 | 2,05 | 4,2 | 0,05 | |

Таблица 4

Состав жирных кислот

| | | Масло | облепиховое (100 | %) | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------|------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Кислота, % | ООО «Ягодное» | ООО «Янтарное» | ЗАО «Алтайвитами- ны» | ООО «Алсу» | ООО «Алтайский сад» | | | | | | |
| | насыщенные жирные кислоты | | | | | | | | | | |
| Миристиновая (С14:0) | 0,57±0,11 | 0,76±0,15 | 0,87±0,17 | 0,32±0,05 | 0,41±0,06 | | | | | | |
| Пальмитиновая (С16:0) | 36,11±0,54 | 34,52±0,52 | 36,65±0,55 | 24,51±0,37 | 31,15±0,47 | | | | | | |
| Стеариновая (С18:0) | 1,11±0,11 | 1,24±0,12 | 1,27±0,13 | 2,34±0,23 | 1,46±0,15 | | | | | | |
| Арахиновая (С20:0) | 0,25±0,05 | 0,42±0,08 | $0,34\pm0,07$ | 0,29±0,06 | 0,83±0,17 | | | | | | |
| Бегеновая (С22:0) | 0,23±0,05 | 0,61±0,12 | 0,17±0,03 | $0,33\pm0,07$ | 0,57±0,11 | | | | | | |
| Всего | 38,27 | 37,55 | 39,3 | 27,79 | 34,42 | | | | | | |
| | мононенась | <i>ищенные жирные</i> к | сислоты | | | | | | | | |
| Пальмитолеиновая (С16:1) | 35,98±0,54 | 34,57±0,52 | 34,45±0,52 | 22,38±0,33 | 30,83±0,46 | | | | | | |
| Олеиновая (С18:1) | 4,34±0,22 | 3,04±0,15 | 5,78±0,29 | 13,21±0,26 | 12,93±0,26 | | | | | | |
| Вакценовая (С18:1) | 5,64±0,28 | 6,81±0,34 | 5,76±0,29 | 4,74±0,24 | 5,19±0,26 | | | | | | |
| Всего | 45,96 | 44,42 | 45,99 | 40,33 | 48,95 | | | | | | |
| | полиненась | іщенные жирные к | ислоты | | | | | | | | |
| Линолевая (С18:2) | 11,54±0,23 | 12,65±0,25 | 12,12±0,24 | 27,89±0,42 | 13,80±0,28 | | | | | | |
| Линоленовая (С18:3) | 0,82±0,16 | 1,09±0,22 | 0,57±0,11 | 1,04±0,10 | 1,59±0,16 | | | | | | |
| Всего | 12,36 | 13,74 | 12,69 | 28,93 | 15,39 | | | | | | |

Для отнесения эндоэффектов плавления кривых ДСК к жирнокислотному составу были сопоставлены данные ДСК и газовой хроматографии. В каче-

стве стандарта взят образец облепихового масла производства ЗАО «Алтайвитамины». Сравнительный анализ представлен в табл. 5.

Таблица 5

Сопоставление данных жирно-кислотного состава газовой хроматографии и эндоэффектов плавления кривых ДСК для образцов облепихового масла различных производителей

| | Газовая хроматография | | | | ДСК, отношение к стандарту, % | | | |
|--------------------|--------------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|---|-----------------------|---|
| Произво- дитель | Насы- щенные ЖК, % | Отно- шение к стан- дарту, % | Ненасы- щенные ЖК, % | Отно- шение к стан- дарту, % | I эндоэф фект | Коэффициент корреляции ${\it ДCK_{I {\it энд-T}}}/{\it \Gamma X_{\it ненасыщ. ЖК}}$ | II эндоэф- фект | Коэффициент корреляции ДСК $_{\rm II}$ энд-т $/$ ГХ $_{\rm насыщен.ЖK}$ |
| Алтайви- тамины | 39,3 | 100 | 58,68 | 100 | 100 | 1,00 | 100 | 1,00 |
| Алсу | 27,79 | 70,7 | 69,26 | 118 | 98,5 | 0,83 | 60,4 | 0,85 |
| Янтарное | 37,55 | 95,5 | 58,16 | 99,1 | 122,3 | 1,23 | 5,2 | 0,05 |
| Ягодное | 38,27 | 97,4 | 58,32 | 99,4 | 111,6 | 1,12 | 7,6 | 0,08 |
| Алтай- ский сад | 34,42 | 87,6 | 64,34 | 109,6 | 191,3 | 1,74 | 4,2 | 0,05 |

Из таблицы следует, что зависимость между количеством ненасыщенных жирных кислот и первого эндоэффекта по всем представленным производителям наблюдается и подтверждается коэффициентами корреляции, близкими к единице, за исключением образца ООО «Алтайский сад». Зависимость между массовой долей насыщенных жирных кислот и величиной второго эндоэффекта на кривой ДСК также не наблюдается. Можно предположить, что второй эндоэффект плавления глицеридов облепихового масла связан не только с плавлением триглицеридов насыщенных жирных кислот.

Сопоставление данных высокотемпературной хроматографии и ДСК дает основание полагать, что плавление трипальмитолеинов облепихового масла на кривой ДСК соответствует первому эндоэффекту с максимумом около $0\,^{\circ}$ С.

Таким образом, из представленных данных следует, что:

- 1) плавление основного непредельного триглицерида облепихового масла — трипальмитолеина происходит с максимумом при 0 °С и соответствуют первому эндоэффекту на кривой ДСК. Плавление остальных глицеридов облепихового масла происходит в области 10–15 °С. Условия выделения сказываются на глицеридном составе и, возможно, приводят к переэтерификации глицеридов облепихового масла;
- 2) полученные методом ДСК кривые плавления образцов облепихового масла индивидуальны, и их можно использовать в установлении состава исходного сырья для производства облепихового масла в Алтайском крае, а также применявшейся технологии выделения и для прослеживания произведенных партий облепихового масла.

Список литературы

- 1. Кошелев, Ю.А. Облепиха: монография / Ю.А. Кошелев, Л.Д. Агеева. Бийск: НИЦ БГПУ им. В.М. Шукшина, 2004. 320 с.
- 2. Identification of the origin of sea buckthorn oil of the Altai krai by differential scanning calorimetry / S.N. Khabarov, A.L. Vereshchagin, Yu.G. Gur'yanov et al. // Foods and Raw Materials. 2013. Vol. 1 (1). P. 108–113.
- 3. Состав глицеридов облепихового масла Алтайского края, полученного различными способами / Н.В. Горемыкина, А.Л. Верещагин, Ю.А. Кошелев, Н.С. Першин // Ползуновский вестник. 2014. № 3. С. 190–194.
 - 4. Верещагин, А.Г. Биохимия триглицеридов./ А.Г. Верещагин. М.: Наука, 1972. 308 с.

COMPARISON OF THE TRIGLYCERIDE CONTENT OF SEA BUCKTHORN OIL OF THE ALTAI TERRITORY BY DIFFERENTIAL SCANNING CALORIMETRY

N.V. Goremykina, A.L. Vereshchagin*, N.V. Bychin, Yu.A. Koshelev

Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I. I. Polzunova, 27, Trophimova str., Biysk, 659305, Russia.

*e-mail: val@bti.secna.ru

Received: 07.02.2015 Accepted: 15.04.2015

The melting curves of sea buckthorn oil samples of some producers in the Altai Territory were investigated by differential scanning calorimetry (DSE). Comparison of the data of high-temperature gas chromatography and differential scanning calorimetry showed that melting of the main unsaturated triglycerides of sea buckthorn oil namely tripalmitin and tripalmitolein comply with a maximum endoeffect in the range of 0 °C and that of major limiting triglycerides – tripalmitates – in the range of 10–15 °C. The possibility to identify the origin of the samples of sea buckthorn oil by DSC is shown.

Differential scanning calorimetry, melting curves, high-temperature gas chromatography, sea buckthorn oil, glycerides.

References

- 1. Koshelev Yu.A., Ageeva L.D., Oblepikha [Sea Buckthorn], Biysk, NITS BGPU im. V.M. Shukshina, 2004. 320 p.
- 2. Khabarov S.N., Vereshchagin A.L., Gur'yanov Yu.G., Goremykina N.V., Bychin N.V. Identification of the origin of sea buckthorn oil of the Altai krai by differential scanning calorimetry. Foods and Raw Materials, 2013, vol. 1, no.1, pp.108-113.
- 3. Goremykina N.V., Vereshchagin A.L., Koshelev Yu.A., Pershin N.S. Sostav glitseridov oblepikhovogo masla Altaiskogo kraia, poluchennogo razlichnymi sposobami [The composition of the glycerides of sea buckthorn oil Altai Territory, resulting in various ways]. Polzunovsky vestnik, 2014, no. 3, pp. 190-194.
 - 4. Vereshchagin A.G. Biokhimiia triglitseridov [Biochemistry triglycerides]. Moscow, Nauka Publ., 1972. 308 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Сравнение триглициридного состава облепихового масла Алтайского края методом дифференциальной сканирующей калориметрии / Н.В. Горемыкина, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин, Ю.А. Кошелев // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 37. – № 2. – С. 104–109.

Goremykina N.V., Vereshchagin A.L., Bychin N.V., Koshelev Yu.A. Comparison of the triglyceride content of sea buckthorn oil of the Altai territory by differential scanning calorimetry. Food Processing: Techniques and Technology, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 104–109. (In Russ.)

Горемыкина Наталья Владимировна

аспирант кафедры общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел.: +7 (3852) 43-53-18, e-mail: val@bti.secna.ru.

Верещагин Александр Леонидович

д-р хим. наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел.: +7 (3852) 43-53-18, e-mail: val@bti.secna.ru

Бычин Николай Валерьевич

ведущий инженер кафедры общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия,

г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел.: +7 (3852) 43-53-18

Кошелев Юрий Антонович

д-р фармацевт. наук, профессор, заведующий кафедрой биотехнологии, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27,

тел.: +7 (3852) 43-53-18

Natalia V. Goremykina

Postgraduate Student of the Department of General Chemistry and Examination of Goods, Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunova, 27, Trophimova str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3852) 43-53-18, e-mail: val@bti.secna.ru

Alexander L. Vereshchagin

Dr. Sci. (Chem.), Professor, Head of the Department of General Chemistry and Examination of Goods, Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I. I. Polzunova, 27, Trophimova str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3852) 43-53-18, e-mail: val@bti.secna.ru

Nickolay V. Bychin

Senior Engineer of the Department of General Chemistry and Examination of Goods, Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I. I. Polzunova, 27, Trophimova str., Biysk, 659305, Russia,

phone: +7 (3852) 43-53-18

Yuriy A. Koshelev

Doctor of Pharmacy, Professor, Head of the Department of Biotechnology, Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I. I. Polzunova, 27, Trophimova str., Biysk, 659305, Russia,

phone: +7 (3852) 43-53-18



УДК 620.2:663

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ ТОНИЗИРУЮЩЕГО (ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО) НАПИТКА С ЛИМОННИКОМ КИТАЙСКИМ

Т.В. Котова^{1,*}, А.Н. Солопова¹, В.М. Позняковский²

¹Кемеровский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», 650992, Россия, г. Кемерово, пр. Кузнецкий, 39

²ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

*e-mail: t_kotova@inbox.ru

Дата поступления в редакцию: 17.04.2015 Дата принятия в печать: 28.04.2015

В статье представлены результаты проведённого исследования по определению безопасности тонизирующих (энергетических) напитков трёхфакторным регрессионным анализом с помощью математической модели качества. Исследование выполнено на половозрелых крысах линии Wistar обоего пола в соответствии с требованиями, предъявляемыми к содержанию и гуманному обращению с экспериментальными животными. Животные употребляли водный раствор экстракта лимонника китайского из расчета 4 мкг экстракта на 100 г массы тела. Цель исследования оценить риск развития токсических или побочных эффектов при употреблении напитка с лимонником китайским на основании результатов, полученных при доклиническом испытании на экспериментальных животных с помощью математической модели изменения активности лактатдегидрогеназы (ЛДГ) по количественным показателям активности аланинаминотрасферазы (АЛТ), аспартамаминотрансферазы (АСТ), креатинкиназы (КК). Риск повреждения клеточных мембран оценивали по количественному содержанию гликолитического фермента ЛДГ, активность которого повышается выше референтных значений – 170-480 Ед/л при токсических повреждениях клеток и тканей сердца, почек, печени и головного мозга. Получены уравнения регрессии, описывающие изменения активности ЛДГ в зависимости от X_1 – АЛТ, X_2 - АСТ, Х₃ - КК у лабораторных животных обоего пола, принимающих напиток с лимонником китайским. Показана значимость всех коэффициентов уравнений регрессии, так как их значения находятся между нижней и верхней границей доверительного интервала. Теоретически обоснована возможность применения в качестве биомаркёра повреждения клеточных мембран изменение активности ЛДГ у лабораторных животных, принимающих напиток с лимонником китайским. У лабораторных животных наблюдалось снижение ЛДГ в пределах нормы, что свидетельствует о биологической безопасности напитка для организма человека.

Тонизирующие (энергетические) напитки, безопасность, биомаркёры, трехфакторная модель биологической безопасности, уравнение регрессии.

Введение

Одним из основных векторов государственной политики в области здорового питания является безопасность продовольственных товаров. Во избежание возможных заболеваний потребитель должен быть осведомлён о качестве потребляемой продукции, влиянии пищевых компонентов и ксенобиотиков на организм человека. Такой подход формирует культуру питания и является одним из составляющих культуры общества.

Правительство Российской Федерации проводит последовательную экономическую политику в области обеспечения продовольственной безопасности. Согласно принятой в январе 2010 г. Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации, для формирования здорового питания на уровне государства требуется развитие фундаментальных и прикладных научных исследований по медико-биологической оценке безопасности новых источников пищи и ингредиентов [1].

В последние годы в России и за рубежом популярностью пользуются безалкогольные тонизирующие (энергетические) напитки (БТЭН), основными потребителями которых являются молодые лю-

ди в возрасте 30–35 лет, что обусловлено особенностями жизни и социально-общественной деятельности этой части населения, в частности, необходимостью дополнительной эмоциональной стимуляции, противодействия усталости и стрессу [2, 3].

Основными компонентами при изготовлении БТЭН являются кофеин и таурин.

Кофеин оказывает влияние на высшую нервную деятельность организма, обладает достаточно выраженным стимулирующим эффектом на умственную и физическую способность человека, что помогает сохранять бодрость при утомлении [4].

Таурин способствует нормализации функции клеточных мембран, оптимизации энергетических и обменных процессов. Следует отметить, что применение данного компонента в дозах, превышающих рекомендуемые, в сочетании с кофеином и другими стимуляторами вызывает нервное возбуждение. Рекомендуемые уровни потребления стимуляторов энергетического обмена регламентируются в ГОСТ Р 52844-2007 «Напитки безалкогольные тонизирующие. Общие технические условия».

Долгую историю медицинского применения как тонизирующего и вяжущего средства в азиатских

странах имеют плоды лимонника китайского (Schizandra chinensis), являющиеся уникальным стимулятором. Это одно из растений, которое обычно используется для лечения ишемической болезни сердца. Экстракт лимонника активирует эстрогензависимые люциферазные гены клеток временно трансфицированных с рецепторами эстрогенов [5].

Препараты из лимонника усиливают возбуждение в коре головного мозга и повышают рефлекторную деятельность центральной нервной системы (ЦНС). Тонизирующее, освежающее, стимулирующее действие лимонника китайского особенно выражено во время напряженной умственной работы, которая требует сосредоточенности, внимания, цельности восприятия. При этом очень важно, что его тонизирующее действие не сопровождается истощением нервных клеток. Препараты лимонника китайского повышают остроту зрения и способность глаз адаптироваться к темноте. Они уменьшают частоту сердечных сокращений, увеличивая их амплитуду.

Для достижения тонизирующего эффекта препараты лимонника могут применять как практически здоровые люди (при переутомлении, усталости, понижении работоспособности, вялости, весеннем авитаминозе), так и люди, страдающие гипотонией, психастенией, вегетососудистой дистонией по гипотоническому типу.

В настоящем исследовании впервые проведена оценка биологической безопасности БТЭН трёхфакторным регрессионным анализом путём построения математической модели, что определяет её приоритетность и актуальность.

Цель исследования — оценить риск развития токсических или побочных эффектов при употреблении напитка с лимонником китайским на основании результатов, полученных при доклиническом испытании на экспериментальных животных с помощью математической модели изменения активности лактатдегидрогеназы (ЛДГ) по количественным показателям активности аланинаминотрасферазы (АЛТ), аспартамаминотрансферазы (АСТ), креатинкиназы (КК).

Объект и методы исследования

Исследование выполнено на 30 половозрелых крысах линии Wistar обоего пола (самки, n=15; самцы, n=15), массой (371±26) г (самки: (281±29) г; самцы: (461±23) г) в соответствии с требованиями, предъявляемыми к содержанию и гуманному обращению с экспериментальными животными: приказ МЗ СССР от 12.08.1977 № 755 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных»; «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных».

Дизайн исследования одобрен локальным этическим комитетом ГБОУ ВПО «Кемеровская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения РФ.

Критерии включения животных в эксперимент: возраст 3–5 месяцев, масса не менее 250 г и не более 485 г, активные животные без видимых травма-

тических повреждений и клинических проявлений патологии сердца, печени и почек.

Критерии исключения: возраст менее 3 и более 5 месяцев, масса менее 250 г и более 485 г, малоактивные, болезненные животные.

Животные употребляли водный раствор экстракта лимонника китайского (20 мкг экстракта: 100 cm^3 воды) из расчета 4 мкг экстракта на 100 гмассы тела. Рассчитанное количество вносимых компонентов растворяли в предварительно очищенной фильтром «Барьер», нагретой до кипения и охлаждённой до комнатной температуры воде. Выбор используемых в данном исследовании дозировок обоснован методическими рекомендациями «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ», Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» от 09.12.2011 № 880 и ГОСТ Р 52844-2007 «Напитки безалкогольные тонизирующие. Общие технические условия» в пересчёте на массу животных.

Активность ферментов в сыворотке крови определяли спектрофотометрически в соответствии с прилагаемыми инструкциями. Для определения АЛТ и АСТ использовали набор реагентов для определения активности энзиматическим кинетическим методом (изготовитель ООО «Ольвекс Диагносстикум», Россия, г. Санкт-Петербург), для определения КК – набор реагентов фирмы HUMAN (Германия), для определения активности ЛДГ кинетическим методом – набор ФС «ДДС» (изготовитель АО «ДИАКОН-ДС», Россия, Московская область, г. Пущино).

Результаты и их обсуждение

Оценка безопасности лимонника китайского на стадии доклинического изучения является неотъемлемой частью исследования. В основе развития токсических или побочных эффектов лежат нарушения нормального функционирования ферментативных процессов, изменения которых следует расценивать как причину или следствие различных патологических процессов. Большинство ферментов находятся в клеточной среде, но тем не менее на основании полученных результатов можно сделать заключение об изменениях, происходящих в клетках и тканях. Для этого должен быть выбран соответствующий показатель. В настоящее время известно пять изоферментов, различающихся набором протомеров. Для скрининга возможной токсичности определяли активности АЛТ, АСТ, КК, ЛДГ.

Увеличение АЛТ и АСТ свидетельствует о некрозе прежде всего мышечной ткани, клеток печени и мозга. Повышенная активность в сыворотке крови КК может быть следствием повреждения миокарда или скелетной мускулатуры. ЛДГ относится к классу оксиредуктаз и представляет собой тетрамер, содержащий протомеры двух типов, один из немногих ферментов, широко представленный в различных органах и тканях, в том числе в сердечной мышце, паренхиматозных органах и др. При патологических процессах в конкретном органе повышается уровень ЛДГ в сыворотке крови. Та-

ким образом, в нашем исследовании указанный фермент выбран как основной среди широкой распространённости с одной стороны и протомерной селективности – с другой стороны. Эти свойства выгодно отличают фермент данного класса от других ферментных систем организма. Поэтому интерес представляет построение зависимости между АЛТ, АСТ, КК и ЛДГ. Математическая модель, описывающая взаимосвязь между ферментами, получена методом факторного анализа на основе экспериментальных данных.

Факторный эксперимент характеризуется количественными показателями, выраженными в Ед/л: X_1 – АЛТ; X_2 – АСТ; X_3 – КК. Функция отклика Y – ЛДГ, Ед/л (табл. 1). Целью анализа является определение такого сочетания факторов X_1 , X_2 , X_3 , при котором функция отклика принимает значение в интервале170–480 Ед/л (референтные пределы).

Таблица 1 Сравнение экспериментального и предсказанного содержания ЛДГ у особей мужского пола

| | | держани мента, Ед | Содержание ЛДГ, Ед/л | | |
|------------|------|----------------------|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| № опыта | АЛТ | ACT | КК | экс- пери- мен- таль- ное | пред- сказан- ное |
| 1 | 35,8 | 43,2 | 15 | 192,4 | 190,55 |
| 2 | 38,4 | 42,8 | 11 | 286,9 | 277,07 |
| 3 | 39,9 | 43,5 | 14 | 210,0 | 219,23 |
| 4 | 38,5 | 42,9 | 15 | 205,2 | 210,41 |
| 5 | 37,9 | 43,3 | 15 | 202,0 | 200,95 |
| 6 | 37,9 | 43,1 | 10 | 195,0 | 187,71 |
| 7 | 37,7 | 43,2 | 15 | 194,0 | 190,48 |
| 8 | 38,4 | 42,8 | 14 | 285,3 | 279,96 |
| 9 | 39,8 | 43,5 | 10 | 208,4 | 200,30 |
| 10 | 38,5 | 42,9 | 10 | 203,6 | 212,30 |
| 11 | 37,9 | 43,3 | 15 | 200,4 | 201,73 |
| 12 | 37,7 | 43,1 | 14 | 211,6 | 216,78 |
| 13 | 37,9 | 42,9 | 10 | 215,0 | 227,73 |
| 14 | 37,4 | 43,3 | 15 | 205,0 | 209,02 |
| 15 | 38,4 | 43,1 | 15 | 185,0 | 175,58 |

При сравнении содержания ЛДГ у самок, употребляющих напиток с лимонником китайским, активность фермента в сыворотке крови выше, чем у самцов, что может быть обусловлено как гендерными особенностями гормонального статуса — преобладание катехоламиновой стимуляции у самцов, так и большей мышечной массой самцов.

Построение трёхфакторной модели безопасности сводится к выводу уравнения регрессии, которое определяет эмпирическую зависимость Y по X_1, X_2, X_3 — независимым факторам и их взаимодействиям. Вид и численные значения параметров уравнения регрессии установлены с помощью метода наименьших квадратов отклонений эмпирических

данных от выровненных. Параметры уравнения регрессии имеют стандартные ошибки (табл. 3, 4), но они меньше соответствующих коэффициентов. Также вычисленные коэффициенты находятся между нижней и верхней границей доверительного интервала, следовательно, все коэффициенты являются значимыми.

Таблица 2 Сравнение экспериментального и предсказанного содержания ЛДГ у особей женского пола

| No | | держани мента, Ед | Содержание ЛДГ, Ед/л | | |
|-------|------|----------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| опыта | АЛТ | ACT | КК | экспе- римен- тальное | пред- сказан- ное |
| 1 | 35,8 | 43,7 | 12 | 293,3 | 288,22 |
| 2 | 35,8 | 44,2 | 12 | 280,5 | 292,24 |
| 3 | 35,9 | 43,9 | 10 | 274,1 | 280,85 |
| 4 | 37,2 | 43,5 | 11 | 206,8 | 205,52 |
| 5 | 36,9 | 42,7 | 12 | 305,0 | 299,34 |
| 6 | 37,2 | 43,0 | 10 | 217,0 | 227,78 |
| 7 | 35,7 | 43,7 | 11 | 301,8 | 306,79 |
| 8 | 35,7 | 44,2 | 10 | 296,6 | 288,27 |
| 9 | 35,5 | 43,9 | 10 | 290,1 | 279,57 |
| 10 | 37,2 | 43,5 | 11 | 205,2 | 208,40 |
| 11 | 36,9 | 42,7 | 10 | 293,3 | 299,97 |
| 12 | 37,1 | 43,0 | 10 | 240,0 | 234,66 |
| 13 | 36,9 | 43,5 | 11 | 255,0 | 248,08 |
| 14 | 36,7 | 42,7 | 12 | 327,0 | 319,77 |
| 15 | 35,6 | 43,0 | 12 | 325,4 | 331,62 |

Таблица 3
Параметры модели ЛДГ у особей мужского пола
и их статистические оценки

| Параметр модели | Коэффициен- ты | Стан- дартная ошибка | t- статисти- ка |
|--------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------|
| Ү-пересечение | 1218350 | 202356,6 | 6,020807 |
| АЛТ | 630,7263 | 188,0345 | 3,354311 |
| ACT | -57028,9 | 9479,679 | -6,01591 |
| КК | 77,88242 | 21,55269 | 3,613581 |
| X_1^2 | -8,58184 | 2,515887 | -3,41106 |
| X_2^2 | 660,8453 | 109,9607 | 6,00983 |
| X_3^2 | -0,16412 | 0,046291 | -3,54546 |
| Параметр модели | Р-значение | Нижние 95 % | Верхние 95 % |
| Ү-пересечение | 0,000316 | 751714,8 | 1684985 |
| АЛТ | 0,010016 | 197,1179 | 1064,335 |
| ACT | 0,000318 | -78889,1 | -35168,8 |
| КК | 0,006846 | 28,18182 | 127,583 |
| X_1^2 | 0,009209 | -14,3835 | -2,78019 |
| X_2^2 | 0,00032 | 407,2754 | 914,4152 |
| X_3^2 | 0,007559 | -0,27087 | -0,05738 |

Таблица 4

Параметры модели ЛДГ у особей женского пола и их статистические оценки

| Параметр модели | Коэффициенты | Стандартная ошибка | t- статистика |
|--------------------|--------------|-----------------------|------------------|
| Ү-пересечение | 49884,99 | 44658,27 | 1,117038 |
| АЛТ | 3479,812 | 1126,906 | 3,087936 |
| ACT | -5205,95 | 1506,93 | -3,45467 |
| КК | 451,5982 | 206,4263 | 2,187697 |
| X_1^2 | -48,7081 | 15,48904 | -3,14468 |
| X_2^2 | 59,31636 | 17,33279 | 3,422204 |
| X_3^2 | -20,4371 | 9,428454 | -2,1676 |
| Параметр модели | Р-значение | Нижние 95 % | Верхние 95 % |
| Ү-пересечение | 0,2964 | -53097,2 | 152867,2 |
| АЛТ | 0,014936 | 881,163 | 6078,461 |
| ACT | 0,008635 | -8680,94 | -1730,96 |
| КК | 0,060137 | -24,4218 | 927,6182 |
| X_1^2 | 0,013708 | -84,4259 | -12,9903 |
| X_2^2 | 0,009058 | 19,34686 | 99,28585 |
| X_3^2 | 0,062051 | -42,1791 | 1,30497 |

Уравнение модели изменения активности ЛДГ у особей мужского пола (табл. 3) имеет следующий

$$Y = 630,7263X_{1} - 57028,9X_{2} + 77,88242X_{3} -$$

$$-8,58184X_{1}^{2} + 660,8453X_{2}^{2} - 0,16412X_{3}^{2} + 1218350;$$

$$17 \le X_{1} \le 40;$$

 $17 \le X_2 \le 45$; $10 \le X_3 \le 19$; $170 < Y \le 480$.

Уравнение модели изменения активности ЛДГ у особей женского пола (табл. 4) имеет вид:

$$Y = 3479,812X_1-5205,95X_2+451,5982X_3-48,7081X_1^2+59,31636X_2^2-20,4371X_3^2+49884,99;$$

 $17 \le X_1 \le 40$;

 $17 \le X_2 \le 45$; $10 \le X_3 \le 19$;

 $170 < Y \le 480$.

Поверхность отклика, построенная по уравнению регрессии (табуляция выполнялась в пределах экспериментальных данных, рис. 1 и 2), позволяет сделать вывод, что у подопытных животных мужского пола при употреблении напитка с лимонником китайским прогнозируется повышение значений ЛДГ, а у подопытных животных женского пола – значения ЛДГ в пределах допустимой нормы.

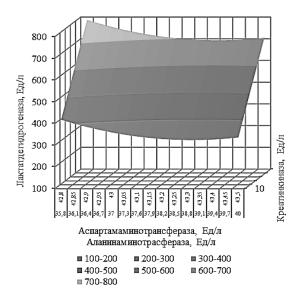


Рис. 1. Поверхность отклика предсказанного содержания ЛДГ у особей мужского пола

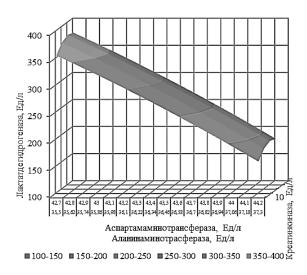


Рис. 2. Поверхность отклика предсказанного содержания ЛДГ у особей женского пола

Применение математической модели позволяет наглядно охарактеризовать ферментативные системы и их взаимозависимость и прогнозировать по одному или нескольким показателям системы целостность организма при различных патологических состояниях, в том числе в результате воздействия ксенобиотиков. Таким образом, теоретически обоснована возможность применения в качестве биомаркёра повреждения клеточных мембран изменение активности ЛДГ у лабораторных животных, принимающих напиток с лимонником китайским. У лабораторных животных наблюдалось снижение ЛДГ в пределах нормы, что свидетельствует о биологической безопасности напитка для организма человека.

Список литературы

- 1. Котова, Т.В. Описание профиля потребителя энергетических напитков г. Кемерово / Т.В. Котова, Н.Н. Зоркина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2012. № 4 (15). С. 91–102.
- 2. Котова, Т.В. Анализ потребительских предпочтений при выборе энергетических напитков / Т.В. Котова, Н.А. Петрик // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. − 2012. − № 6 (17). − С. 83–87.
- 3. Кацерикова, Н.В. Информационная модель качества печенья функционального назначения / Н.В. Кацерикова, А.Н. Солопова // Кондитерское производство. 2010. № 1. С. 29–32.
- 4. Кацерикова, Н.В. Разработка творожных изделий с кунжутом геродиетического направления / Н. В. Кацерикова, А. Н. Солопова, Ю. С. Липатова // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 3 (22). С. 97–101.
- 5. Rhyua, M.R. Aqueous extract of Schizandra chinensis fruit causes endothelium-dependent and -independent relaxation of isolated rat thoracic aorta / M.R. Rhyua, E.-Y. Kima, B.-K. Yoonb et al. // Phytomedicine. 2006. Vol. 13. P. 651–657.

THE INFORMATIONAL SAFETY MODEL OF A TONIC (ENERGY) DRINK WITH SCHIZANDRA CHINENSIS

T.V. Kotova^{1,*}, A.N. Solopova¹, V.M. Poznyakovskiy²

¹Plekhanov Russian University of Economics, Kemerovo institute (branch), 39, Avenue Kuznetsk, Kemerovo, 650092, Russia

²Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

*e-mail: t kotova@inbox.ru

Received: 17.04.2015 Accepted: 28.04.2015

The article presents the results of the study in determining the safety of tonic (energy) drinks with the help of three-factor regression analysis using a mathematical model of quality. The study has been performed on adult Wistar rats of both sexes in accordance with the requirements to the content and the humane treatment of experimental animals. The animals consumed the water solution of *Schizandra chinensis* extract at the rate of 4 mcg per 100 g of the body weight. The purpose of the study is to assess the risk of toxic or side effects when consuming the drink with *Schizandra chinensis* basing on the results obtained during pre-clinical trials with animal models using a mathematical model of changes of lactate dehydrogenase (LDH) activity in quantitative indices of the activity of alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), creatinekinase (CK). The risk of damage to the cell membranes has been estimated by the quantitative content of the glycolytic enzyme LDH, the activity of which increases above the reference values of 170-480 U/l when having toxic damages of cells and tissues of heart, kidney, liver and brain. The regression equations have been obtained which describe the change in LDH activity depending on $X_1 - ALT$, $X_2 - AST$, $X_3 - CK$ with laboratory animals of both sexes taking a drink with *Schizandra chinensis*. The significance of all coefficients of the regression equations has been shown, since their values are between the lower and upper limits of the confidence interval. The possibility of using the change in LDH activity in laboratory animals taking a drink with *Schizandra chinensis* as biomarkers of damage to the cell membranes has been theoretically proved. There has been LDH decrease within the normal range in laboratory animals, indicating the biological safety of the beverage to the human body.

Tonic (energy) drinks, safety, biomarkers, three-factor model of biological safety, regression equation.

References

- 1. Kotova T.V., Zorkina N.N. Opisanie profilja potrebitelja jenergeticheskih napitkov g. Kemerovo [The description of the energy beverage consumer profile of Kemerovo]. *Tehnologija i tovarovedenie innovacionnyh pishhevyh produktov* [Technology and the study of merchandise of innovative foodstuffs], 2012, no. 4 (15), pp. 91-102.
- 2. Kotova T.V., Petrik N.A. Analiz potrebitel'skih predpochtenij pri vybore jenergeticheskih napitkov [Consumer preferences in choosing energy beverages]. *Tehnologija i tovarovedenie innovacionnyh pishhevyh produktov* [Technology and the study of merchandise of innovative foodstuffs], 2012, no. 6 (17), pp. 83-87.
- 3. Solopova A.N., Kacerikova N.V. Informacionnaja model' kachestva pechen'ja funkcional'nogo naznachenija [The cookie's quality information model of the functionality with spice and honey-nut stuffing]. *Konditerskoe proizvodstvo* [Confectionary manufacture]. 2010, no. 1, pp. 29-32.
- 4. Kacerikova N.V., Solopova A.N., Lipatova Ju.S. Razrabotka tvorozhnyh izdelij s kunzhutom gerodieticheskogo napravlenija [Development of the cottage cheese gerodietary products with sesame]. *Tekhnika i tekhnologiia pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology]. 2011, no. 3, pp. 97-101.
- 5. Rhyua M.R., Kima E.-Y., Yoonb B.-K., et al. Aqueous extract of Schizandra chinensis fruit causes endothelium-dependent and -independent relaxation of isolated rat thoracic aorta. *Phytomedicine*. 2006, vol. 13, pp. 651-657.

Дополнительная информация / Additional Information

Котова, Т.В. Информационная модель безопасности тонизирующего (энергетического) напитка с лимонником китайским / Т.В. Котова, А.Н. Солопова, В.М. Позняковский // Техника и технология пищевых производств. -2015. - Т. 37. - № 2. - С. 110–115.

Kotova T.V., Solopova A.N., Poznyakovskiy V.M. The informational safety model of a tonic (energy) drink with Schizandra chinensis. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 110–115. (In Russ.)

Котова Татьяна Вячеславовна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров, Кемеровский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», 650992, Россия, г. Кемерово, пр. Кузнецкий, 39, тел.: +7 (3842) 75-27-76, e-mail: t kotova@inbox.ru

Солопова Алла Николаевна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры вычислительной техники и информационных технологий, Кемеровский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», 650992, Россия, г. Кемерово, пр. Кузнецкий, 39,

тел.: +7 (3842) 75-75-00, e-mail: allaslp@mail.ru

Позняковский Валерий Михайлович

заслуженный деятель науки Российской Федерации, д-р биол. наук, профессор, директор НИИ, руководитель отдела гигиены питания и экспертизы товаров НИИ переработки и сертификации пищевой продукции ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Tatiana V. Kotova

Cand. Tech. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Commodity Research and Expertise of Goods, Plekhanov Russian University of Economics, Kemerovo institute (branch), 39, Avenue Kuznetsk, Kemerovo, 650092, Russia, phone: +7 (3842) 75-27-76, e-mail: t_kotova@inbox.ru

Alla N. Solopova

Cand. Tech. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Engineering and Information Technology, Plekhanov Russian University of Economics, Kemerovo institute (branch), 39, Avenue Kuznetsk, Kemerovo, 650092, Russia, phone: +7 (3842) 75-75-00, e-mail: allaslp@mail.ru

Valeriy M. Poznyakovskiy

Honored Worker of Science of the Russian Federation, Dr.Sci.(Biol.), Professor, Director of Research Institute, Head of Food Hygiene Research Institute of expertise and products processing and certification of food products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia,

phone: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru



УДК 579.8

НЕРЕШЁННЫЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЩЕЙ МИКРОБИОЛОГИИ

В.А. Марьин¹, Д.В. Харитонов^{1,*}, И.В. Харитонова²

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», 115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, 35

> ²ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

> > *e-mail: vnimi5@rambler.ru

Дата поступления в редакцию: 31.03.2015 Дата принятия в печать: 06.04.2015

В основе общей микробиологии, по мнению авторов, лежат три фундаментальных Закона Природы: 1. Закон экспоненциального роста микроорганизмов. 2. Закон прямой пропорциональности, который сейчас большинству микробиологов неизвестен. 3. Закон экспоненциального уменьшения со временем концентрации выживших пассивных (покоящихся) микроорганизмов в биологических пробах (например, в замороженных сухих бактериальных концентратах) при хранении их в неизменных условиях, исключающих рост клеток. Только Первый из перечисленных трёх Законов признан всеми микробиологами. Остальные два Закона сейчас официально не признаны. В работе обоснована необходимость признания микробиологами всех трёх Законов Природы, которые все вместе являются фундаментальной основой общей микробиологии. Живые клетки растущей культуры микроорганизмов состоят из активных (растущих) и пассивных (покоящихся) клеток: $(X_{\text{общ}}})_{\text{о}} = [(X_{\text{акт}})_{\text{o}} + (X_{\text{пас}})_{\text{о}}]$. В экспоненциально растущей культуре растут только активные клетки. Пассивные клетки не растут, поэтому известное уравнение экспоненциального роста всех живых клеток культуры $(X_{\text{общ}}})_{\text{о}} \cdot e^{\mu t}$ не соблюдается: $(X_{\text{общ}}})_{\text{о}} \cdot e^{\mu t} + (X_{\text{пас}})_{\text{о}}] \cdot e^{\mu t}$. Выведено новое уравнение экспоненциального роста всех живых клеток культуры, учитывающее непрерывную пассивацию активных клеток: $(X_{\text{общ}}})_{\text{о}} \cdot e^{\mu t}$, где μ = const, μ = con

активных клеток в культуральной среде. В экспоненциально растущей культуре величина α_t непрерывно уменьшается со временем, поэтому естественный рост культуры не является и не может быть строго экспоненциальным. Необходимость внесения предложенных уточнений и изменений в Закон экспоненциального роста микроорганизмов обусловлена неизвестным ранее явлением пассивации (образования покоящихся форм) активных клеток экспоненциально растущей культуры микроорганизмов на всём протяжении её роста. Кратко рассмотрен Закон прямой пропорциональности — основной закон жизнедеятельности микроорганизмов. Согласно Закону прямой пропорциональности прирост концентрации микроорганизмов в культуральной среде прямо пропорционален одновременному приросту в ней концентрации метаболита ΔM_t и одновременной убыли в ней концентрации субстрата ($-\Delta S_t$), а также одновременному приросту титруемой кислотности культуральной среды ΔA_t (при культивировании лактобактерий): $\Delta X_t[KOE/mл] = K_C \cdot (-\Delta S_t)[r/л] = K_M \cdot \Delta M_t[r/л] = K_A \cdot \Delta A_t^0 T]$. (Сформулирован В.А. Марьиным в 2002 г. Экспериментально обоснован в 2003 г.). Заново сформулирован и детально обоснован непризнанный в настоящее время микробиологами Третий фундаментальный Закон общей микробиологии, упомянутый выше: $(X_{nac})_t = (X_{nac})_0 \cdot e^{-\lambda t}$. Обращено внимание микробиологов на открытие во ВНИМИ новой фазы роста микроорганизмов — фазы линейного роста (В.А. Марьин, 2002 г.).

Общая микробиология, три фундаментальных Закона, новая фаза линейного роста.

Введение

Многовековое здание механики основано на трёх фундаментальных Законах Исаака Ньютона, которые известны каждому школьнику. Достраиваемое сейчас здание общей микробиологии также основано, по нашему мнению, на трёх фундаментальных Законах Природы, которые указаны ниже.

- 1. Закон экспоненциального роста микроорганизмов: $(X_{\text{общ}})_{\text{t}} = (X_{\text{общ}})_{\text{o}} \cdot e^{\mu t}$. (Открыт A. Phelps в 1936 г.) Фундаментальный Закон экспоненциального роста микроорганизмов признан микробиологами со дня открытия, а два других официально не признанных фундаментальных Закона Природы, перечисленные ниже, в настоящее время Законами Природы не считаются.
- Закон прямой пропорциональности: $\Delta X_t [\text{KOE/M}\pi] \quad = \quad \bar{K_C} \cdot (-\Delta S_t) [r/\pi] \quad = \quad K_M \cdot \Delta M_t [r/\pi] \quad = \quad$ $= K_A \cdot \Delta A_1^0 T$]. (Сформулирован В.А. Марьиным в 2002 г. Теоретически и экспериментально обоснован им в 2003 г. Публикации Автора прошли незамеченными, поэтому большинству микробиологов этот Закон сейчас практически неизвестен.) Закон прямой пропорциональности - это основной закон жизнедеятельности микроорганизмов, согласно которому прирост концентрации растущих клеток в культуральной среде (ΔX_t) прямо пропорционален одновременному приросту в той же среде концентрации продуцируемого растущими клетками метаболита (ΔM_t) , а также одновременной убыли концентрации потреблённых микроорганизмами компонентов субстрата ($-\Delta S_t$) и одновременному приросту титруемой кислотности (ΔA_t) культуральной среды.

Чтобы облегчить микробиологам изучение, оценку и критический анализ различных аспектов Второго фундаментального Закона общей микробиологии — Закона прямой пропорциональности, мы опубликовали в сборнике научных трудов ВНИМИ (2012 г.) подробное теоретическое и экспериментальное обоснование нового Закона [1]. Рекомендуем ознакомиться с ним всем биологам и микробиологам.

3. Закон экспоненциального снижения со временем концентрации выживших пассивных клеток микроорганизмов (X_{nac}) в биологической пробе (бактериальном концентрате) при хранении её в неизменных условиях, исключающих рост клеток: (X_{nac})₁ = (X_{nac})₀ · $e^{-\lambda t}$. Официально не признан биологами и окончательно не сформули-

рован. Многие микробиологи считают его не Законом Природы, а частной закономерностью процесса отмирания клеток микроорганизмов по экспоненциальному закону. Они ошибочно отождествляют два разных проявления единого процесса выживания и отмирания пассивных клеток.

Перед детальным рассмотрением ниже «непризнанного» Третьего фундаментального Закона общей микробиологии необходимо сразу же отметить различие между понятиями выживания и отмирания клеток, чтобы устранить путаницу, которую допускают даже опытные и авторитетные исследователи:

«Если относительное число выживших клеток откладывать в логарифмическом масштабе, а время в линейном, то часто получается прямая линия (рис. 38, I); это означает, что процесс гибели микроорганизмов идёт по экспоненциальному закону. Кривые выживания столь часто имеют экспоненциальный характер, что некоторые авторы пришли к мысли о существовании некоего общего процесса, лежащего в основе всех стерилизующих средств [528]. Однако нет сомнения, что процесс гибели далеко не всегда подчиняется экспоненциальной зависимости [286]».(Ссылки внутри цитаты оставлены нами без изменений) [2].

Исследователи верно отметили, что «кривые выживания (клеток) имеют экспоненциальный характер», и отсюда сделали ошибочный вывод, что «процесс гибели микроорганизмов идёт по экспоненциальному закону». Однако в действительности процесс гибели микроорганизмов не идёт по экспоненциальному закону.

Выживание клеток и гибель (отмирание) клеток — это два разных проявления единого процесса выживания и отмирания клеток. Образно говоря, это разные стороны одной монеты. Бегло отметим, что концентрация в биологической пробе выживших при хранении клеток экспоненциально снижается со временем, а концентрация погибших (мёртвых) клеток одновременно возрастает, причём не по экспоненциальному закону. Пассивные клетки «по экспоненциальному закону» выживают (а не отмирают)!

В конце XX века из-за отмеченной путаницы между понятиями отмирания и выживания клеток Третий фундаментальный Закон общей микробиологии после многолетнего обсуждения так и не был признан биологами. Тем не менее, и сейчас микро-

биологи успешно используют в своих исследованиях «частные закономерности» официально не существующего Третьего Закона микробиологии. Это означает, что непризнанный Третий Закон попрежнему жив и, по мнению авторов, безусловно, будет жить!

Таким образом, только один из трёх фундаментальных Законов Природы, которые все вместе, по нашему мнению, являются фундаментальной основой общей микробиологии, официально признан микробиологами и введён в научный оборот. Вот уже почти 80 лет здание общей микробиологии стоит, образно говоря, на одной ноге. Давно пора микробиологам поставить общую микробиологию на более основательный, устойчивый и надёжный фундамент!

Цель данной работы – привлечь внимание микробиологов во всём мире к нерешённым фундаментальным проблемам общей микробиологии, о которых многие даже не подозревают. За последние 15 лет в результате исследований, проведенных нами во ВНИМИ, предложены новые решения основных нерешённых фундаментальных проблем общей микробиологии. Однако найденные решения, опубликованные в трудах ВНИМИ и других изданиях, до сих пор остаются неизвестными и непризнанными. Поэтому отмеченные выше проблемы попрежнему остаются нерешёнными для подавляющего большинства микробиологов.

В первую очередь сообществу микробиологов необходимо вернуться к детальному рассмотрению всех трёх перечисленных выше Законов Природы, включая и Закон экспоненциального роста. В данной работе нами впервые рассмотрена необходимость уточнения общепризнанной формулировки Закона экспоненциального роста микроорганизмов и сформулировано изменённое уравнение Закона, учитывающее непрерывную пассивацию (образование покоящихся форм) экспоненциально растущих клеток культуры.

Микробиологам необходимо впервые рассмотреть и изучить открытый в XXI веке фундаментальный Закон прямой пропорциональности (Второй фундаментальный Закон микробиологии), который является основным законом роста и жизнедеятельности микроорганизмов (В.А. Марьин, 2002 г.) [3, 4].

Микробиологам следует также в очередной раз вернуться к детальному рассмотрению непризнанного Третьего фундаментального Закона общей микробиологии, который в конце прошлого века неоднократно анализировали и обсуждали, но так и не решились его официально признать. По нашему мнению, необходимо заново изучить результаты экспериментальных и теоретических исследований, включая те, которые проанализированы в нашей работе, и после затянувшегося полувекового раздумья принять обоснованное верное решение, т.е. официально признать Третий закон фундаментальным Законом Природы.

Наконец, сообществу микробиологов необходимо впервые рассмотреть и официально признать открытие новой фазы роста микроорганизмов — фазы линейного роста (В.А. Марьин, 2002 г.) [5, 6]. Следует также внести во все новые учебники по общей микробиологии предложенные и обоснованные ранее две дополнительные принципиально новые схемы последовательности фаз роста периодической культуры микроорганизмов. Каждая из этих двух новых схем включает новую фазу линейного роста культуры [7, 8]. Тем самым будет устранена систематическая ошибка всех современных учебников и ранее опубликованных монографий по общей микробиологии, в которых единственным режимом роста периодической культуры микроорганизмов «по старинке» ошибочно принято считать режим экспоненциального роста культуры.

Объект и методы исследования

В данной статье проанализированы и подытожены результаты теоретических и экспериментальных исследований во ВНИМИ фундаментальных проблем Общей микробиологии за последние 15 лет.

Кроме того, детально рассмотрены опубликованные результаты исследований российских и зарубежных учёных, связанных с изучением проблемы выживания клеток микроорганизмов в различных биологических пробах, например, в сухих, замороженных или жидких охлаждённых бактериальных концентратах в процессе их хранения. Предложено дополнительное обоснование фундаментальности официально пока не признанного Третьего фундаментального Закона общей микробиологии – Закона экспоненциального снижения со временем концентрации выживших пассивных (покоящихся) клеток в биологической пробе при хранении её в неизменных условиях, исключающих рост клеток. Проанализированы конкретные примеры использования Третьего закона в практике микробиологических исследований.

Результаты и их обсуждение

Комплексный единый процесс роста, жизнедеятельности и отмирания микроорганизмов (клеток) в культуральной среде представляет собой совокупность четырёх различных взаимосвязанных процессов.

- 1. Процесс роста (размножения) клеток растущей культуры микроорганизмов.
- 2. Процесс потребления субстрата растущими микроорганизмами.
- 3. Процесс продуцирования метаболита растущими микроорганизмами.
- Процесс отмирания пассивных клеток растущей культуры микроорганизмов со временем.

Скорость каждого из четырёх указанных выше процессов обусловлена фундаментальным постулатом природы: скорость микробиологического процесса, связанного с ростом, жизнедеятельностью и выживанием микроорганизмов в изучаемой биологической пробе (бактериальном концентрате), при неизменности основных физикохимических параметров биологической пробы прямо пропорциональна изменяющейся общей концентрации микроорганизмов ($X_{\rm общ}$) в биологической пробе [3].

Этот фундаментальный постулат, по нашему мнению, лежит в основе системы четырёх концептуальных (основополагающих) уравнений: (1), (2), (3), (4), из которых, как показано ниже, вытекают все фундаментальные законы и закономерности роста, жизнедеятельности и отмирания микроорганизмов [3].

Каждое из приведенных ниже четырёх концептуальных уравнений давно известно микробиологам, которые не считали необходимым как-то выделить их из множества известных теоретических уравнений, не считали их концептуальными (основополагающими) и, как правило, рассматривали их отдельно, а не как единую основополагающую систему. Например, в фундаментальной монографии С.Дж. Перта [9] четыре (концептуальных) уравнения приведены и рассмотрены им раздельно, в различных главах. Система обозначений, использованная С.Дж. Пертом, не совпадает с общепринятой, поэтому концептуальные уравнения приведены также и в его редакции. Ниже указаны номер главы и раздела в монографии С.Дж. Перта (в русском переводе), а также принятая С.Дж. Пертом нумерация уравнения и страница, на которой оно приведено:

$$\begin{array}{rcl} dX_{o\text{Gu}}/dt &= \ \mu \ X_{o\text{Gu}} \\ dX/dt &= \ \mu \cdot X \ (\text{p. 4.1, c. 37}), \end{array} \tag{1}$$

$$- dS/dt = q X_{o6m}$$

$$dS/dt = q \cdot X (\pi. 2.16, c. 18),$$
(2)

$$dM/dt = \gamma X_{o6m}$$
 (3)
 $dP/dt = q_P \cdot X \text{ (n. 16.1, c. 191),}$

$$\begin{array}{lll} -\,dX_{nac}/dt & = & \lambda \, X_{nacc} \\ dy_{\nu}/dt = -\,k \, \cdot \, y_{\nu} \, \left(\pi. \, \, 7.1, \, c. \, \, 75 \right). \end{array} \label{eq:dxnac} \tag{4}$$

где: $dX_{\text{обш}}/dt$ – скорость увеличения общей концентрации клеток растущей культуры микроорганизмов в культуральной среде; (-dS/dt) - скорость одновременного уменьшения концентрации компонентов субстрата в той же среде, потребляемых растущими клетками; dM/dt - скорость одновременного увеличения концентрации метаболита в той же среде, продуцируемого растущими клетками; $(-dX_{nac}/dt)$ – скорость уменьшения концентрации (X_{пас}) пассивных клеток в биологической пробе; μ – удельная скорость роста клеток, q^{-1} ; q – удельная скорость потребления субстрата растущими клетками, q^{-1} ; γ – удельная скорость продуцирования метаболита растущими клетками, ч-1; λ - удельная скорость отмирания пассивных клеток, \mathbf{q}^{-1} ; $(\mathbf{X}_{\mathbf{akr}})_{t}$ – концентрация активных (растущих) клеток в культуральной среде через t часов культивирования; $(X_{nac})_t$ – концентрация *пассивных* (покоящихся) клеток в биологической пробе через t часов хранения пробы.

Покажем, как из первого концептуального уравнения (1) вытекает уравнение Закона экспоненциального роста микроорганизмов (6). Одновременно проанализируем обоснованность предложенных в нашей статье изменений в формулировке и трактовке общепризнанного уравнения (6) фундамен-

тального Первого закона общей микробиологии, которое оставалось неизменным с момента его открытия А. Фелпсом.

$$dX_{oom}/dt = \mu X_{oom}. \tag{1}$$

$$dX_{oom}/X_{oom} = \mu dt, \qquad (5)$$

$$(X_{\text{общ}})_{t} = (X_{\text{общ}})_{o} \cdot e^{\mu t}$$
 – известное уравнение Закона экспоненциального роста. (6)

В 1936 г. микробиологи считали, что все живые клетки экспоненциально растущей культуры являются активными (растущими) клетками на всём протяжении фазы экспоненциального роста культуры. Отметим, что только при этом условии приведенный выше теоретический вывод уравнения (6) и само уравнение (6) можно считать абсолютно верными. (Как показано нами ниже, это обязательное условие абсолютно невыполнимо).

При объединении первого и второго концептуальных уравнений и последующем их интегрировании получим фундаментальную классическую формулу Ролэна, открытую в 1869 г.:

$$dX_{oom}$$
/ $\mu = X_{oom} dt = -dS/q$,

отсюда:

$$\begin{array}{lll} \Delta X_{\text{odim}} \, / \, \mu &= -\Delta S \, / \, q \\ \Delta X_{\text{odim}} = - \, \Delta S \cdot (\mu / q) = \, Y \cdot (- \, \Delta S) \ , \end{array} \eqno(7)$$

где
$$Y = (\mu/q) - \phi$$
ормула Ролэна. (8)

Интегрируя систему первых трёх концептуальных уравнений получим *исходное уравнение* нового фундаментального Закона прямой пропорциональности [1]:

$$(\Delta X_{\text{общ}})_t \; = \; Y \! \cdot \! (- \, \Delta S_t) \; = \; Z \! \cdot \! \Delta M_t$$

В 1975 г. С.Дж. Перт в своей фундаментальной монографии, посвящённой основам культивирования микроорганизмов и клеток, впервые кратко сообщил, что активные микроорганизмы культуральной среды могут терять способность к росту и становиться пассивными (покоящимися) живыми клетками. Пассивные клетки не растут, т.е. не размножаются, но в отличие от мёртвых клеток могут превращаться в нормальные растущие клетки [9]. К сожалению, эти сведения в монографии С.Дж. Перта так и не были им использованы для создания новой теории пассивации и активации живых клеток в процессе роста культуры микроорганизмов.

Исследования, проведенные нами через 25 лет в ВНИМИ, показали, что любая растущая культура микроорганизмов одновременно содержит активные (растущие) и пассивные (покоящиеся) клетки. Поэтому общая концентрация живых клеток в культуральной среде в самом начале экспоненциального роста культуры, $(X_{\text{обш}})_{\text{о}}$ равна сумме концентраций активных $(X_{\text{акт}})_{\text{о}}$ и пассивных $(X_{\text{пас}})_{\text{о}}$ клеток в культуральной среде:

$$(X_{oom})_o = (X_{akr})_o + (X_{mac})_o$$
 (9)

В экспоненциально растущей культуре экспоненциально возрастает концентрация только активных (растущих) клеток, пассивные клетки не растут. Следовательно, режим роста всех живых клеток культуры, включая пассивные клетки, не является строго экспоненциальным вопреки известному уравнению (6):

$$\begin{array}{lll} (X_{\text{общ}})_{t} &= (X_{\text{акт}})_{o} \cdot e^{\mu t} + (X_{\text{паc}})_{o} & \neq \\ & \neq \left[(X_{\text{акт}})_{o} + (X_{\text{пac}})_{o} \right] \cdot e^{\mu t} \end{array} \tag{10}$$

Так как пассивные клетки растущей культуры микроорганизмов **не растут**, то $dX_{\text{пас}}/dt=0$. Поэтому скорость роста культуры в целом $dX_{\text{общ}}/dt$ равна скорости роста только активных клеток культуры $(dX_{\text{акт}}/dt)$:

$$\begin{array}{lll} dX_{o6\text{III}}/dt &= dX_{a\text{KT}}/dt \,\, + \,\, dX_{nac}/dt &= \\ &= \,\, dX_{a\text{KT}}/dt \,\, + \,0 \, = \,\,\, dX_{a\text{KT}}/dt & \end{array} \tag{11}$$

$$dX_{\text{общ}}/dt = dX_{\text{акт}}/dt = \mu \cdot X_{\text{акт}} -$$
уточнённое первое концептуальное уравнение (1a)

Следует отметить, что уравнение (1) было сформулировано великим микробиологом Жаком Моно в середине прошлого века, когда о пассивных клетках микробиологи ещё ничего не знали. Поэтому и концептуальное уравнение (1) (выбранное автором в 2003 г. из творческого наследия Ж. Моно [3]) тоже не учитывало неизвестное тогда явление непрерывной пассивации активных клеток культуральной среды при экспоненциальном росте культуры, открытое нами только 11 лет спустя в 2014 г. [11].

Для практического использования уравнения (1a) его необходимо дополнительно преобразовать, так как величину параметра $X_{\text{акт}}$ трудно определить общепринятыми методами.

При этом микробиологи могут достаточно точно и оперативно определить общую концентрацию живых клеток ($X_{\text{общ}}$) в культуральной среде, поэтому преобразуем уравнение (1) в уравнения (12 и 13):

$$\begin{array}{lll} dX_{\text{общ}}/dt &=& \mu \; X_{\text{акт}} = \; \mu \; (\; X_{\text{акт}}/\; X_{\text{общ}}) \; \cdot \; X_{\text{общ}} = \\ &=& \alpha \; \mu \; \cdot X_{\text{общ}} = \; \mu_{\text{эфф}} \; \cdot \; X_{\text{общ}} \end{array} \tag{12}$$

$$dX_{\text{общ}}/dt = \alpha \ \mu \cdot X_{\text{общ}} = \mu_{\text{эфф}} \cdot X_{\text{общ}} -$$
 обновлённое первое концептуальное уравнение (13)

где
$$\alpha = \left(\left. X_{\text{акт}} \, / \, X_{\text{общ}} \right) \, = \, \mu_{\text{эфф}} / \, \mu \, < 1,0,$$
 так как

$$X_{akt} < X_{obii}$$
 (14)

Обновлённое автором первое концептуальное уравнение (13) в отличие от всех теоретических уравнений, опубликованных микробиологами ранее в статьях и монографиях в России и за рубежом (до декабря 2014 г.), впервые в мире в явном виде учитывает влияние непрерывной пассивации части растущих клеток культуральной среды на скорость роста культуры микроорганизмов.

В 2014 г. нами также впервые установлено, что относительная доля активных клеток α в культуральной среде экспоненциально растущей культуры микроорганизмов максимальна в самом начале фазы экспоненциального роста культуры и постепенно уменьшается (до нуля) в конце фазы экспоненциального роста. [11]. В середине прошлого века микробиологи-исследователи неоднократно отмечали постепенное уменьшение величины μ на всём протяжении фазы экспоненциального роста. Однако в действительности уменьшалась величина $\mu_{\rm эфф} = \alpha \mu$ из-за постепенного уменьшения относительной доли активных клеток α в культуральной среде. Удельная скорость роста клеток μ при этом оставалась неизменной: μ = const.

Во время начальной стадии экспоненциального роста скорость уменьшения величины α сравнительно невелика и её (в начале экспоненциального роста) можно условно считать относительно неизменной [12]. При этом условии разделим переменные и проинтегрируем уравнение (13):

$$dX_{\text{общ}}/X_{\text{общ}}=\alpha~\mu\cdot dt~$$
 - обновлённое уравнение (5) (15)

$$(X_{\text{общ}})_{t} = (X_{\text{общ}})_{o} \cdot e^{\alpha \mu \cdot t} -$$
обновлённое уравнение Закона экспоненциального роста (16)

где $\alpha \cdot \mu = \mu_{9\varphi\varphi} = \text{const}$ (условно, в самом начале фазы экспоненциального роста).

Таким образом, реальная закономерность изменения параметра $(X_{\text{обш}})_t$ в уравнении (15) очень близка к экспоненциальной только в самом начале фазы экспоненциального роста культуры. С увеличением продолжительности экспоненциального роста скорость уменьшения величины $(\alpha \cdot \mu = \mu_{\text{эфф}})$ заметно возрастает и поэтому реальный режим роста культуры будет всё больше отличаться от строго экспоненциального [11].

Сопоставим уравнение (15) с уравнением (5). Эти оба уравнения полностью совпадут, т.е. станут тождественными, только при обязательном условии, что величина $\alpha=1,0$. Однако это условие невыполнимо из-за открытого нами в 2014 г. явления непрерывной пассивации активных клеток на всём протяжении фазы экспоненциального роста микроорганизмов. При $\alpha=1,0$ пассивация активных клеток растущей культуры отсутствует, что невозможно, так как противоречит однозначно установленным результатам экспериментов [11].

Вернёмся к уравнению (16). В конце фазы экспоненциального роста величина $\mu_{9\varphi\varphi}$ быстро снижается (до нуля), согласно выведенной нами ранее новой формуле Жака Моно (J. Monod) [11]:

$$\begin{array}{l} \mu_{^3\varphi\varphi}\;(=\;\alpha\cdot\mu)\;=\;\mu\cdot S\:/\:(\;K_S+S)\;=\\ =\mu\:/\:(\;K_S\:/S\:+1)-\text{новая формула Жака Моно} \end{array} \eqno(17)$$

где $\mu = \mu_{max} = const.$

В заключительной стадии фазы экспоненциального роста культуры коэффициент $e^{\alpha\mu \cdot t}$ (в обновлённом уравнении Закона экспоненциального роста микроорганизмов) быстро уменьшается (до 1,0),

а $\mu_{\nu \phi \phi} \to 0$. Скорость роста культуры перестаёт возрастать, и режим роста культуры перестаёт быть экспоненциальным.

Тем не менее, несмотря на все отмеченные нами случаи отклонения режима экспоненциального роста микроорганизмов от идеального, строго экспоненциального режима, Закон экспоненциального роста был и остаётся фундаментальным Законом Природы. Наблюдаемые в микробиологических исследованиях отклонения от этого закона побуждают нас не отвергать его по формальным причинам, не делать необдуманный вывод, что этот Закон «не так идеален, как мы ошибочно считали, и его следует отменить», а наоборот, ещё глубже вникать в суть этого фундаментального Закона Природы и уточнять границы его применимости.

Точно так же следует поступать и при рассмотрении ещё не признанного Третьего фундаментального Закона общей микробиологии, который упрощённо можно было бы назвать Законом экспоненциального снижения выживаемости пассивных микроорганизмов в биологической пробе со временем при хранении.

В основе процесса отмирания и выживания микробных клеток пассивной культуры микроорганизмов лежит четвёртое концептуальное уравнение (4) и вытекающие из него уравнения (19) и (20). Эти уравнения регламентируют экспоненциальное снижение (уменьшение) концентрации (X_{пас})_t выживших клеток данного вида микроорганизмов в биологической пробе после t часов хранения и однотипное экспоненциальное снижение выживаемости В_t пассивных (покоящихся) клеток в биологической пробе после t часов хранения. (Это же концептуальное уравнение (4) лежит и в основе более сложного процесса отмирания клеток в растущей культуре микроорганизмов, который мы рассмотрим в отдельной публикации.)

$$-\,dX_{\text{пас}}/dt = \lambda \cdot X_{\text{пас}} -$$
четвёртое концептуальное уравнение отмирания пассивных микроорганизмов (4),

где $X_{\text{пас}}$ – концентрация пассивных клеток данного вида микроорганизмов в жидкой охлаждённой, сухой или замороженной пробе, т.е. в условиях, исключающих рост клеток, λ – удельная скорость отмирания пассивных клеток, $[\mathbf{q}^{-1}]$, t – продолжительность процесса выживания пассивных клеток в режиме хранения.

Знак «минус» (—) в левой части концептуального уравнения (4) обусловлен тем, что параметры $X_{\text{пас}}$ и t изменяются в противоположных направлениях: при увеличении t параметр $X_{\text{пас}}$ уменьшается, (— $dX_{\text{пас}}/dt$) > 0. При неизменности температуры и других основных физико-химических параметров пробы величина λ остаётся неизменной биологической константой, характеризующей процесс выживания клеток в неизменных (заданных) условиях хранения. Чем больше величина λ , тем больше скорость отмирания клеток и тем меньше выживаемость клеток при хранении в условиях, исключающих рост клеток.

Известно, что скорость распада ядер атомов радиоактивного изотопа (-dN/dt>0) также описывается уравнением (4), хотя процессы радиоактивного распада и выживания пассивных клеток в принципе различны. Следовательно, подчинение двух разных природных процессов одной и той же фундаментальной закономерности не означает, что эти процессы должны быть однотипны. Отметим, что скорость радиоактивного распада ($-dN/dt = \lambda \cdot N$) и константа скорости радиоактивного распада λ не зависят от температуры изотопа, тогда как биологическая константа удельной скорости отмирания пассивных клеток λ остаётся неизменной только при неизменной температуре биологической пробы.

Возвращаясь к концептуальному уравнению (4), после разделения переменных и интегрирования получим уравнение (19) Закона экспоненциального снижения со временем концентрации выживших пассивных клеток в биологической пробе (бактериальном концентрате) при неизменных условиях хранения.

$$\ln \left[(X_{\text{nac}})_t / (X_{\text{nac}})_o \right] = -\lambda \cdot t \tag{18}$$

$$(X_{nac})_t = (X_{nac})_o \cdot e^{-\lambda t}$$
 — концентрация выживших пассивных клеток в пробе после t ч хранения, (19)

$$B_t = (X_{nac})_t/(X_{nac})_o = e^{-\lambda t}$$
 — выживаемость пассивных клеток после t ч хранения, (20)

$$\ln B_t = \ln [(X_{\text{nac}})_t / (X_{\text{nac}})_o] = -\lambda \cdot t,$$
 (21)

$$(X_{\text{пас}})_{\text{o}} - (X_{\text{паc}})_{\text{t}} = -\Delta(X_{\text{пас}})_{\text{o}} = (X_{\text{паc}})_{\text{o}} \cdot (1 - e^{-\lambda t}) -$$
 прирост концентрации мёртвых клеток за t час. (22)

где — $d(X_{\text{пас}})_{\text{o}}/dt$ — скорость уменьшения концентрации данного вида пассивных микроорганизмов выживших в биологической пробе при хранении её в неизменных условиях, при которых не происходит роста клеток; $(X_{\text{пас}})_{\text{o}}$ и $(X_{\text{паc}})_{\text{t}}$ — концентрации живых клеток в пробе в момент начала хранения, (t=0), и, соответственно, через t часов хранения; λ — удельная скорость отмирания клеток данного вида микроорганизмов в пробе при неизменных (заданных) условиях её хранения, \mathbf{q}^{-1} ; \mathbf{B}_{t} — выживаемость данного вида микроорганизмов в пробе через t часов хранения, безразмерная величина $(0 < B_{\text{t}} < 1)$.

Удельная скорость отмирания пассивных клеток (λ) аналогична удельной скорости роста активных клеток культуры (μ) и имеет ту же размерность [ч⁻¹]. Бегло отметим, что параметры λ и $T_{0,5}$ взаимосвязаны уравнением (23), аналогично тому, как связаны друг с другом параметры μ и G (см. уравнение 24):

$$\lambda \cdot T_{0,5} = \ln 2 = 0,693 - для выживающих пассивных клеток (см. уравнение (12)) (23)$$

$$\mu \cdot G = \ln 2 = 0,693 - для экспоненциально растущих активных клеток (24)$$

Согласно уравнениям (19) и (20) концентрация $(X_{nac})_t$ выживших пассивных клеток в биологиче-

ской пробе и их выживаемость B_t экспоненциально уменьшаются со временем. В уравнениях (19) и (20) сомножитель $e^{-\lambda t}$ не имеет размерности, так как размерность параметров $(X_{nac})_o$ и $(X_{nac})_t$ одинакова. Поэтому показатель степени $(-\lambda \cdot t)$ также является безразмерной величиной. Если параметр t имеет размерность $[\,^4]$, то величина удельной скорости отмирания клеток λ должна иметь размерность $[\,^4]_c$, т.е. ту же размерность, что и три биологические константы трёх первых концептуальных уравнений: μ , q и γ .

Исследователь должен чётко сознавать, что если в процессе хранения часть клеток перестанет быть пассивной (т.е. начнёт размножаться), то об экспоненциальном снижении концентрации выживших пассивных микроорганизмов не может быть и речи. (Концентрация живых клеток может не снижаться, а возрастать).

Аналогичным образом, если температуру хранения не будут поддерживать неизменной, а на каком-то отдельном этапе она будет (предположим) возрастать, то это приведёт к возрастанию величины удельной скорости отмирания клеток λ и на этом отдельном этапе изменится скорость процесса выживания клеток.

В результате первоначальная экспоненциальная зависимость $(X_{nac})_t$ от t изменится на отмеченном этапе процесса хранения и будет искажена общая экспоненциальная зависимость $(X_{nac})_t$ от t за весь период хранения.

В наши дни непризнанный Закон экспоненциального снижения со временем концентрации выживших пассивных клеток в биологических пробах известен в виде частной закономерности экспоненциального снижения численности микроорганизмов при пастеризации и термической стерилизации. Область применения Третьего закона в целом выходит далеко за рамки режимов пастеризации и стерилизации. Однако за пределами этих рамок он, как правило, не применяется. Например, практически неизвестно, что выживание микроорганизмов в охлаждённых или замороженных средах, кисломолочных продуктах, лекарственных препаратах, бактериальных концентратах и т.д., в том числе полученных путём криогенного замораживания и лиофильной сушки, подчиняется этому Закону.

Всё сказанное выше позволяет сделать вывод, что существует единая фундаментальная закономерность экспоненциального снижения со временем выживаемости различных видов микроорга-

низмов в изучаемых пробах в разных средах при разных температурах хранения и разных видах бактерицидного воздействия окружающей среды, которую следует рассматривать не как частную закономерность процесса термической стерилизации, а как фундаментальный Закон Природы.

При хранении охлаждённых жидких кисломолочных продуктов, а также сухих или замороженных биологических проб (все живые клетки пассивны, не растут) практически значимым критерием, кроме периода полувыживания $T_{0,5}$, является также период десятикратного уменьшения концентрации выживших пассивных клеток $T_{0,1}$ в продукте (пробе) во время хранения. Применение критерия $T_{0,1}$ позволяет использовать в расчётах десятичные логарифмы, вместо натуральных и тем самым облегчает расчёты.

Рассчитаем соотношения: $T_{0,5} \ / \ T_{0,1}$, а также $t \ / \ T_{0,1}$:

$$\begin{array}{l} (\lambda \cdot T_{0,5}) \, / \, (\; \lambda \cdot T_{0,1}) = \; ln \; 2 \, / \; ln \; 10 = \; lg \; 2 \, / \; lg \; 10 = \\ = \; lg \; 2 = \; 0,3 \; = \; T_{0,5} \, / \; T_{0,1} \; ; \end{array}$$

$$T_{0.5} = 0.3 T_{0.1}$$
 (25)

$$-\lambda \cdot t = \ln \left[(X_{\text{nac}})_t / (X_{\text{nac}})_0 \right] = \ln B_t, \quad (21)$$

$$\lambda \cdot T_{0,1} = \ln [(X_{\text{nac}})_{0} / (X_{\text{nac}})_{t}] = \ln 10.$$
 (22)

Разделим уравнение (21) на уравнение (22):

$$\begin{array}{l} \left(-\,\lambda\cdot\,t\;\right)/\left(\lambda\cdot\,T_{0,1}\right) = -\,t\,/\,T_{0,1} = \ln\,B_t\,/\,\ln 10 = \\ = lg\;B_t\,/\,lg\;10 = lg\;B_t = lg\;\left[\left(X_{\text{\tiny \Piac}}\right)_t/\left(X_{\text{\tiny \Piac}}\right)_o\right] = \\ = -\,t\,/\,T_{0,1}, \end{array} \tag{23}$$

$$T_{0,1} = t / lg [(X_{nac})_o / (X_{nac})_t] = t / (-lg B_t);$$

аналогично

$$-\lg B_t = \lg [(X_{nac})_0 / (X_{nac})_t] = t / T_{0.1}$$
 (24)

Если экспериментально изучена зависимость $(X_{\text{пас}})_t$ от t, то по уравнению (24) можно рассчитать $T_{0,1}$. Для примера рассчитаем продолжительность периода десятикратного снижения выживаемости пассивных клеток бифидобактерий $(T_{0,1})$ при хранении их в жидкой сывороточной среде при 4 °C по экспериментальным данным Γ .И. Новик с сотр. [12], приведенным в табл. 1.

На рис. 1 графически представлены экспериментальные зависимости (23) и (24) по данным табл. 1.

Таблица 1

Выживаемость бифидобактерий в жидкой сывороточной среде при 4 °C

| III D. h:C.h 701 | Продолжительность хранения (t), суток при 4 °C | | | | | | | |
|--------------------------------|--|--------------|--------|--------|--------|--|--|--|
| Штамм <i>B. bifidum</i> 791 | 0 | 30 | 60 | 100 | 130 | | | |
| $(X_{nac})_t \cdot 10^{-8}$ | 200 | 81 | 7,5 | 3,0 | 0,5 | | | |
| | Ì | Расчетные да | нные | | | | | |
| $(X_{nac})_o / (X_{nac})_t$ | 1 | 2,469 | 26,67 | 66,67 | 400 | | | |
| $lg (X_{nac})_o / (X_{nac})_t$ | 0 | 0,3925 | 1,426 | 1,824 | 2,602 | | | |
| lg B _t | 0 | -0,3925 | -1,426 | -1,824 | -2,602 | | | |

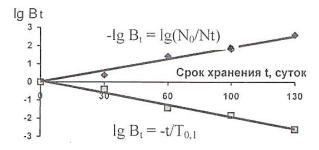


Рис. 1. Зависимость логарифма выживаемости (lg B_t) бифидобактерий в жидкой сывороточной среде от продолжительности хранения (t) пассивной культуры при 4 °C (нижняя прямая)

В рассматриваемом примере точка с координатами: t=130 суток, $lg\ B_t=-2,602$ (из табл. 1) лежит на усреднённой нижней прямой графика (рис. 1), поэтому эти значения можно использовать для расчёта.

$$\begin{split} T_{0,1} &= -\ t\ /\ lg\ B_t =\ t\ /\ (-lg\ B_t) = \\ &= 130\ /\ 2,6 = 50\ cytok = 1200\ ^{4}, \\ T_{0,5} &= 0,3\cdot T_{0,1} = 15\ cytok = 360\ ^{4}, \\ \lambda &= \ln\ 10\ /\ T_{0,1} = 2,3\ /\ 1200 =\ 1,9\cdot 10^{-3}\ [\mbox{u}^{-1}], \\ -lg\ B_t &= t\ /\ T_{0,1}\ . \end{split}$$

Обе логарифмические зависимости, приведенные на рис. 1, прямолинейны, что свидетельствует об экспоненциальном характере снижения выживаемости B_t бифидобактерий при хранении их в жидкой сывороточной среде. Рост бифидобактерий в условиях хранения отсутствует, живые клетки пассивированы. Жидкая сывороточная среда при $4\,^{\circ}$ С является для бифидобактерий не питательной, а инертной средой. В противном случае рост бифидобактерий привёл бы к нарушению прямолинейности зависимости на рис. 1.

На рис. 2 приведены бегло упомянутые (в начале статьи) Дж. Мейнеллом [2] кривые выживания клеток и кратко проанализирован процесс выживания пассивных клеток лиофильно высушенного во ВНИМИ бактериального концентрата *L. acidophilus* в режиме хранения его при неизменной температуре (–18 °C) [13].

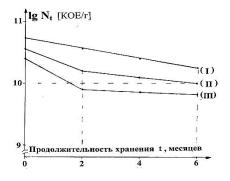


Рис. 2. Кривые выживания бактериальных клеток лиофильно высушенных проб бакконцентратов *L. acidophilus* при хранении их при — 18 °C

Верхняя кривая выживания пассивных клеток сухого бактериального концентрата L. acidophilus при хранении полностью соответствует теоретической закономерности (4). При этом продолжительность периода полувыживания (То,5) ацидофильных палочек в режиме хранения при -18 °C, по результатам эксперимента составила 3,7 месяца (= 27 084 ч). Другими словами, через любые 3,7 месяца хранения (подряд) концентрация живых клеток в сухом бактериальном концентрате уменьшалась в 2 раза. Экспериментально определив продолжительность $T_{0.5}$, легко рассчитать по уравнению (19) удельную отмирания λ пассивных L. acidophilus в выбранных условиях хранения бактериального концентрата:

$$\lambda \cdot T_{0.5} = 0,693,\tag{23}$$

$$\lambda = 0,693/T_{0,5} = 0,693/27084 \text{ y} =$$

$$= 2,56 \cdot 10^{-5} [\text{y}^{-1}]$$
(25)

Напомним, что удельная скорость отмирания клеток бифидобактерий в жидкой среде при 4 °C, рассчитанная нами по результатам экспериментов Г.И. Новик с сотр., была в 74 раза выше. В жидкой среде, при более высокой температуре (4 °C) клетки бифидобактерий отмирали во много раз быстрее, чем клетки ацидофильных палочек при –18 °C в сухом замороженном бакконцентрате. Отчасти различие скоростей отмирания клеток могло быть обусловлено спецификой отличий изучаемых микроорганизмов. Однако основной причиной улучшения выживаемости клеток стало, безусловно, снижение температуры хранения и сопутствующее изменение агрегатного состояния бакконцентрата.

Как правило, стабильный режим выживания клеток лактобактерий по экспоненциальному закону при производстве и хранении лиофильно высушенного бактериального концентрата наступает не сразу, а через 1-2 месяца после начала хранения бакконцентрата. Это очевидно из двух нижних кривых выживания клеток (II и III) однотипных бакконцентратов L. acidophilus, выработанных с использованием других защитных сред. По нашему мнению, отмеченное явление обусловлено тем, что в первые месяцы хранения с более высокой скоростью отмирают клетки, получившие повреждения на стадии замораживания и высушивания влажного бактериального концентрата и тем самым снизившие свою жизнеспособность. Последующее выживание основного количества живых клеток, оставшихся неповрежденными (или с незначительными повреждениями), как правило, протекает по экспоненциальному закону.

Согласно нормативной документации концентрация живых клеток в сухом бактериальном концентрате ацидофильных палочек должна быть не менее 1·10¹⁰ КОЕ/г. Поэтому срок хранения бактериального концентрата лактобактерий существенно возрастает при увеличении исходной концентрации в нем живых клеток. В связи с этим, наряду с запланированным совершенствованием защитных сред, во ВНИМИ будут продолжены исследования

по повышению урожайности питательных сред для культивирования лактобактерий и бифидобактерий при производстве сухих и жидких бактериальных концентратов.

По «экспоненциальному закону» происходит выживание пассивных клеток лактобактерий в сухих кисломолочных продуктах при хранении. По этому же закону протекает выживание споровых форм микроорганизмов при высоких температурах пастеризации и стерилизации. Кроме того, по Третьему закону протекает процесс выживания пассивных клеток под действием токсичных для клеток веществ, причём в условиях, когда термическая пастеризация и стерилизация отсутствуют. Во всех

приведенных примерах микроорганизмы практически полностью находятся в пассивной (покоящейся) форме. Детальное рассмотрение этих процессов выходит за рамки данной публикации, и они будут проанализированы в отдельной статье.

Сейчас микробиологи в своих исследованиях всё чаще успешно используют частные закономерности временно не признанного фундаментального Третьего закона общей микробиологии. Поэтому единичные (случайные или ошибочные) расхождения, причины которых нам ещё предстоит выяснить, не могут рассматриваться сообществом микробиологов как недопустимые отклонения, дезавуирующие Закон Природы.

Список литературы

- 1. Марьин, В.А. Некоторые фундаментальные особенности роста микроорганизмов / В.А. Марьин, Д.В. Харитонов // Научное обеспечение молочной промышленности: сборник научн. трудов ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии. М.: Интеллект-Центр, 2012. С.146–159.
- 2. Мейнелл, Дж. Экспериментальная микробиология. Теория и практика / Дж. Мейнелл, Э. Мейнелл; пер. с англ. М.: МИР, 1967. 347 с.
- 3. Марьин, В.А. Новый закон роста микроорганизмов / В.А. Марьин // сб. научных трудов, посв. 80-летию Н.Н. Липатова. ГНУ ВНИМИ. М., 2003. С. 142-146.
- 4. Марьин, В.А. Закон прямой пропорциональности сопряжённых изменений концентрации биомассы, субстрата и метаболита в процессе роста микроорганизмов / В.А. Марьин // Научное обеспечение молочной промышленности (ВНИ-МИ-75 лет): сб. научн. трудов. М., 2004. С. 211–216.
- 5. Марьин, В.А. Новая фаза роста микроорганизмов фаза линейного роста / В.А. Марьин // Нано- и биотехнология производства продуктов функционального назначения: сб. докл. межд. науч.- практ. конф. Россельхозакадемии. Краснодарский НИИ хранения и переработки с.-х продукции. 2007. С. 176—177.
- 6. Марьин, В.А. Фаза линейного роста основная фаза роста молочнокислых микроорганизмов / В.А. Марьин, Е.И. Райдна // Кисломолочные продукты технологии и питание: сб. тез. Региональной конф. Международной молочной федерации, 17.05.2007. М., 2007. С. 319–320.
- 7. Марьин, В.А. Двадцатикратное увеличение урожайности жидкого и сухого концентрата бифидобактерий (до 5·10¹¹ КОЕ/г) обогащением питательной среды комплексом макро- и микроэлементов / В.А. Марьин // Принципы пищевой комбинаторики − основа моделирования поликомпонентных пищевых продуктов: сб. мат. всеросс. науч.-практ. конф. − Углич. ГНУ ВНИИМС Россельхозакадемии. 8−9. 09. 2010. − С. 162−165.
- 8. Марьин, В.А. Исследование схем последовательности фаз роста периодической культуры бифидобактерий или лактобактерий / В.А. Марьин, Д.В. Харитонов // Техника и технология пищевых производств. 2010. № 4. С. 24–28.
 - 9. Перт, С.Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток / С.Дж. Перт. М.: «Мир», 1978. С. 16, 75.
- 10. Марьин, В.А. Линейный рост и пассивация активных клеток растущей культуры микроорганизмов / В.А. Марьин, Д.В. Харитонов // Техника и технология пищевых производств. -2014. -№ 4. -C. 97–104.
- 11. Марьин, В.А. Строго экспоненциальный рост микроорганизмов теоретически невозможен, реально неосуществим / В.А.Марьин, Д.В. Харитонов // Труды Белорусского государственного университета. Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. Минск, 2015. Т.10. Ч.2. С. 87.
- 12. Сохранение жизнеспособности и физиологических свойств бифидобактерий при криоконсервации и лиофилизации / Г.И. Новик, Н.И. Астапович, Н.Г. Кадникова, Н.Е. Рябая // Микробиология. 1998. Т. 67. № 5. С. 637—642.
- 13. Раскошная, Т.А. Совершенствование биотехнологии бактериального концентрата ацидофильных молочнокислых палочек для производства кисломолочных продуктов: автореф. ... дис. канд. техн. наук / Т.А. Раскошная. М.: ГНУ ВНИ-МИ, 2012. 20 с.

THE UNSOLVED FUNDAMENTAL PROBLEMS OF GENERAL MICROBIOLOGY

V.A. Mary'in¹, D.V. Kharitonov^{1,*}, I.V. Kharitonova²

¹All-Russian Dairy Research Institute, 35, Lusinovskaya str., Moscow, 115093, Russia

²Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

*e-mail: vnimi5@rambler.ru

Received: 31.03.2015 Accepted: 06.04.2015

According to the authors three fundamental Laws of Nature: 1. The Law of exponential growth of microorganisms; 2. The Law of direct proportionality which is unknown now to the most of microbiologists; 3. The Law of exponential reduction in the course of time of survived passive (latent) microorganisms in biological samples (e.g. in dry bacterial concentrates) under their permanent storage conditions making cell growth impossible are the basis of general microbiology. All microbiologists recognize only the First law out of the three Laws listed. The remaining two Laws are not recognized officially so far. This work substantiates the necessity to recognize all three Laws of Nature as only the three make the fundamental base of general microbiology. Living cells of microorganism growing culture comprise active (growing) and passive (latent) cells: $(X_{gen})_o = (X_{act})_o + (X_{pas})_o$. Only active cells are growing in the exponentially growing culture. Passive cells are not growing and therefore the known equation of exponential growth of all living cells of the culture $(X_{gen})_t = (X_{gen})_o \cdot e^{\mu t}$ is not really observed: $(X_{gen})_t = (X_{act})_o \cdot e^{\mu t} + (X_{pas})_o \neq [(X_{act} + X_{pas})_o] \cdot e^{\mu t}$. A new equation of exponential growth of all living cells of the culture considering a continuous passivation of active cells has been derived: $(X_{gen})_t =$ $(X_{gen})_0 \cdot e^{\alpha \mu \cdot t}$, where $\mu = const.$, α_t means the part of active cells in the cultural media. In the exponentially growing culture the value α_t is gradually reducing with time and so the natural growth of the culture is not and can't be strictly exponential. The necessity to introduce the proposed clarifications and changes in the Law of exponential growth of microorganisms is stipulated by the earlier unknown phenomenon of passivation (formation of latent forms) of active cells of exponentially growing culture of microorganisms during the whole period of its growth. The Law of direct proportionality - the basic law of microorganisms' vital activity - has been considered in brief. According to the Law of direct proportionality the increase of microorganism concentration in the cultural medium is directly proportional to a simultaneous increase of metabolite ΔM₁ concentration and a simultaneous decrease of substrate (- ΔS_t) concentration in it as well as a simultaneous increase of titratable acidity of the cultural medium ΔA_t (under lactic acid bacteria cultivation): $\Delta X_t[CFU/ml] = K_c \cdot (-\Delta S_t)[g/l] = K_M \cdot \Delta A_t[^{\circ}T]$. (Formulated by Maryin V.A. in 2002. Experimentally substantiated by him in 2003). Newly formulated and substantiated in detail has been unrecognized now by microbiologists the Third Fundamental Law of general microbiology mentioned above: $(X_{pas})_t = (X_{pas})_o \cdot e^{-\lambda t}$. Microbiologists' attention is attracted to the discovery of the new phase of microorganisms' growth - the phase of linear growth at All-Russian Dairy Research Institute, (Mary'in V.A. 2002).

General microbiology, three functional Laws, new phase of linear growth.

References

- 1. Mar'in V.A., Kharitonov D.V. Nekotorye fundamental'nye osobennosti rosta mikroorganizmov [Some fundamental features of growth of microorganisms]. *Trudy GNU VNIMI Rossel'khozakademii "Nauchnoe obespechenie molochnoi promyshlennosti"* [Proc. GNU VNIMI Rossel'khozakademii "Scientific providing the dairy industry"]. Moscow, 2012, pp. 146-159.
- 2. Meynell, G.G., Meynell, E. *Theory and practice in experimental bacteriology*. Cambridge, Univ. Press, 1965. 300 p. (Russ. ed.: Meynell, G.G., Meynell, E. *Eksperimental'naia mikrobiologiia. (Teoriia i praktika)*. Moscow, Mir Publ., 1967. 347p.).
- 3. Mar'in V.A. Novyi zakon rosta mikroorganizmov [New law of growth of microorganisms]. *Trudy posviashchennye 80-letiiu N.N. Lipatova* [Proc. of the devoted to N.N. Lipatov's 80 anniversary]. Moscow, 2003, pp. 142-146.
- 4. Mar'in V.A. Zakon priamoi proportsional'nosti sopriazhennykh izmenenii kontsentratsii biomassy, substrata i metabolita v protsesse rosta mikroorganizmov [The law of direct proportionality of the interfaced changes of concentration of biomass, a substratum and metabolite in the course of growth of microorganisms]. *Trudy nauchnogo sbornika "Nauchnoe obespechenie molochnoi promyshlennosti (VNIMI-75 let)"* [Proc. of the scientific collection "Scientific support of the dairy industry (VNIMI-75)"]. Moscow, 2004, pp. 211-216.
- 5. Mar'in V.A. Novaia faza rosta mikroorganizmov faza lineinogo rosta [New growth phase of microorganisms a phase of linear growth]. *Trudy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Nano- i biotekhnologiia proizvodstva produktov funktsional'nogo naznacheniia"* [Proc. of the international scientific and practical conference "Nano and biotechnology of production of products of a functional purpose"]. Krasnodar, 2007, pp. 176-177.
- 6. Mar'in V.A., Raydna E.I. Faza lineinogo rosta osnovnaia faza rosta molochnokislykh mikroorganizmov [Phase of linear growth the main growth phase of lactic microorganisms]. *Trudy Regional'noi konferentsii Mezhdunarodnoi Molochnoi Federatsii "Kislomolochnye produkty tekhnologii i pitanie"* [Proc. of Regional conference of the International Dairy Federation "Fermented milk products technologies and food"]. Moscow, 2007, pp. 319-320.
- 7. Mar'in V.A. Dvadtsatikratnoe uvelichenie urozhainosti zhidkogo i sukhogo kontsentrata bifidobakterii (do 5•10¹¹ KOE/g) obogashcheniem pitatel'noi sredy kompleksom makro- i mikroelementov [A twenty-fold increase in the yield of liquid and dry concentrate bifidobacteria (up to 5•10¹¹ CFU/g) enrichment culture medium complex macro-and micronutrients]. *Materialy vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Printsipy pishchevoi kombinatoriki osnova modelirovaniia polikomponentnykh pishchevykh produktov»* [Proc. of national Scientific Conference "Microbial biocatalysts and their role in nano-and biotechnology], 2010, pp. 162-165.
- 8. Mar'in V.A., Kharitonov D.V. Issledovanie skhem posledovatel'nosti faz rosta periodicheskoi kul'tury bifidobakterii ili laktobakterii [Investigation of Growth Phase Sequence Schemes of Periodic Culture of Bifidobacterium and Lactobacillus]. *Tekhnika i tekhnologiia pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology]. 2010, vol. 19, no. 4, pp. 24-28.
- 9. Pirt S.J. *Principles of microbe and cell cultivation*. Oxford; London; Edinburg; Melbourne: Blackwell Sci. Publ., 1975. 363 p. (Russ. ed.: Pirt S.J. *Osnovy kul'tivirovaniia mikroorganizmov i kletok*. Moscow, Mir Publ., 1978. 374 p.).
- 10. Mar'in V.A., Kharitonov V.D. Lineinyi rost i passivatsiia aktivnykh kletok rastushchei kul'tury mikroorganizmov [Linear growth and passivation of active cells of microorganism growing culture]. *Tekhnika i tekhnologiia pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology]. 2014, vol. 35, no. 4, pp. 97-104.
- 11. Mar'in V.A., Kharitonov D.V. Strogo eksponentsial'nyi rost mikroorganizmov teoreticheski nevozmozhen, real'no neosushchestvim [Strictly exponential growth of microorganisms is theoretically impossible, really impracticable]. *Trudy Belorusskogo gosu*darstvennogo universiteta. Fiziologicheskie, biokhimicheskie i molekuliarnye osnovy funktsionirovaniia biosistem [Proceedings of the Belarusian State University. Series of Physiological, Biochemical and Molecular Biology Sciences]. 2015, vol. 10, part 2, pp. 87.
- 12. Novik G.I., Astapovich N.I., Kadnikova N.G., Riabaia N.E. Sokhranenie zhiznesposobnosti i fiziologicheskikh svoistv bifidobakterii pri kriokonservatsii i liofilizatsii [Preserving the viability and physiological properties of bifidobacteria during cryopreservation and lyophilization]. *Mikrobiologiia* [Microbiology]. 1998, no. 5, pp. 637-642.
- 13. Raskoshnaia T.A. Sovershenstvovanie biotekhnologii bakterial'nogo kontsentrata atsidofil'nykh mo-lochnokislykh palochek dlia proizvodstva kislomolochnykh produktov. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk. [Improvement of biotechnology of a bacterial concentrate of acidophile lactic sticks for production of fermented milk products. Cand. tech. sci. autoabstract diss.]. Moscow, 2012. 20 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Марьин, В.А. Нерешённые фундаментальные проблемы общей микробиологии / В.А. Марьин, Д.В. Харитонов, И.В. Харитонова // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 37. – № 2. – С. 115–125.

Mary'in V.A., Kharitonov D.V., Kharitonova I.V. The unsolved fundamental problems of general microbiology. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 115–125. (In Russ.)

Марьин Виктор Анатольевич

канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», 115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, 35, тел.: +7 (495) 236-35-95, e-mail: vnimi5@rambler.ru

Харитонов Дмитрий Владимирович

д-р техн. наук, директор ФГБНУ «Всероссийский научноисследовательский институт молочной промышленности», 115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, 35, тел.: +7 (499) 236-32-23, e-mail: vnimi5@rambler.ru

Харитонова Инна Витальевна

аспирант, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

Viktor A. Mar'yin

Cand.Tech.Sci., Leading Research Fellow, All-Russian Dairy Research Institute, 35, Lusinovskaya str., Moscow, 115093, Russia, phone: +7 (495) 236-35-95, e-mail: vnimi5@rambler.ru

Dmitriy V. Kharitonov

Dr. Sci. (Eng.), Chief, All-Russian Dairy Research Institute, 35, Lusinovskaya str., Moscow, 115093, Russia, phone: +7 (499) 236-32-23, e-mail: vnimi5@rambler.ru

Inna V. Kharitonova

Postgraduate Student, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia



УДК 663.14

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ПОСТАВЩИКОВ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

У.С. Федосеева¹, Л.И. Полякова^{2,*}

ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

²OOO «Бочкаревский пивоваренный завод», 659445, Россия, Алтайский край, Целинный район, с. Бочкари, ул. Молодежная, 1 А

*e-mail: fus@bochkari.ru

Дата поступления в редакцию: 05.02.2015 Дата принятия в печать: 25.02.2015

Необходимость обеспечения безопасности пищевой продукции вынуждает производителей работать с поставщиками, которые способны удовлетворить требованиям организации по качеству и безопасности поставляемой продукции или услуг, так как многие проблемы безопасности пищевых продуктов ведут свое начало от поставщиков. Работа посвящена определению методов оценки поставщиков на основе принципов НАССР и программы предварительных условий, обеспечивающих выполнение требований международного стандарта ISO 22000:2005. Разработана методика, позволяющая производить оценку и выбор поставщиков в рамках системы менеджмента безопасности пищевой продукции. По разработанной методике в качестве примера рассмотрена процедура выбора поставщика по оказанию дератизационных услуг. Варьируя критериями выбора, предлагаемая методика может быть использована как универсальная предприятиями разнообразного профиля для оценки любых поставщиков — сырья, оборудования, услуг. Применяя детальный выбор поставщиков, предприятия могут нивелировать такие риски, как увеличение стоимости и снижение качества, укреплять взаимное доверие и предотвращать нежелательные конфликты. Потребление качественных продуктов и услуг стимулирует поставщиков к выявлению неиспользованных факторов, резервов и возможностей, поиску улучшения своей деятельности. Методика оценки и выбора поставщиков внедрена и успешно функционирует в ООО «Бочкаревский пивоваренный завод» в рамках системы менеджмента безопасности пищевой продукции, сертифицированной по международному стандарту ISO 22000:2005.

Система менеджмента безопасности пищевой продукции, оценка и выбор поставщиков, аутсорсинговые процессы.

Введение

Сегодня потребитель выбирает не только качественный, но и безопасный пищевой продукт. Про-

изводители пищевой продукции, в свою очередь, заинтересованы работать с поставщиками, которые способны удовлетворить требованиям организации

по качеству и безопасности поставляемой продукции или услуг, так как многие проблемы безопасности пищевых продуктов ведут свое начало от поставщиков. Производителям пищевой продукции важно понимать, какими критериями необходимо и достаточно руководствоваться при выборе поставщиков, чтобы гарантировать безопасность выпускаемой продукции.

Обеспечивая безопасность выпускаемой продукции, многие производители внедряют и поддерживают системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Общепризнанным регламентирующим документом в этой области является международный стандарт ISO 22000:2005 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организации, участвующей в пищевой цепочке», который в 2005 году впервые утвержден международной организацией по стандартизации (ISO) [1].

Цель международного стандарта ISO 22000: 2005 – гармонизировать на глобальном уровне требования к менеджменту безопасности пищевой продукции для участников бизнес-деятельности внутри пищевой цепочки, начиная от производителей кормов и пищевого сырья до оптовых и розничных торговцев. Стандарт применим ко всем организациям независимо от размера, которые любым образом вовлечены в пищевую цепочку. Он требует, чтобы организация посредством своей системы менеджмента безопасности пищевой продукции выполняла все применимые законодательные и нормативные требования, относящиеся к безопасности пищевой продукции.

Внедрение и поддержание системы менеджмента безопасности пищевой продукции на основе ISO 22000:2005 позволяет организациям получать статус «надежного поставщика» и «партнера» у своих клиентов, а также повысить степень доверия клиентов к фирме.

Международный стандарт ISO 22000:2005 объединяет ключевые элементы:

- интерактивная коммуникация;
- системный менеджмент;
- программы предварительных условий (prerequisite programmes PRP);
- принципы HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) [1].

Принципы НАССР (анализ рисков и определение критических контрольных точек) и программы предварительных условий создают основу для возможности производства безопасной продукции.

Элемент «системный менеджмент» подразумевает, что система менеджмента безопасности пищевой продукции может быть наиболее результативной только в рамках структурированной системы менеджмента организации. В этой связи международный стандарт ISO 22000:2005 согласован с ISO 9001 [2].

В рамках элемента «интерактивная коммуникация» международный стандарт ISO 22000:2005 устанавливает требования к внешней коммуникации: организация должна обеспечить по всей пищевой цепочке информацию по вопросам, касаю-

щимся безопасности пищевой продукции, и для этого внедрить и поддерживать в рабочем состоянии результативные мероприятия для общения:

- с поставщиками и подрядчиками;
- с потребителями или клиентами, в особенности в отношении информации о продукции (включая инструкции относительно предназначенного использования, специфические требования к хранению и, если это уместно, информацию о сроках годности), информации об обращении с запросами, контрактами или заказами, включая поправки, и обратной связи от потребителей, включая жалобы потребителей;
- с законодательными и регулирующими органами:
- с другими организациями, которые оказывают влияние на результативность или актуализацию системы менеджмента безопасности пищевой продукции или которые окажутся под влиянием результативности или актуализации этой системы [1].

Предъявляются требования к коммуникации с поставщиками услуг. Если организация решает передать осуществление каких-либо процессов, которые могут влиять на соответствие конечной продукции требованиям, сторонней организации (применить аутсорсинг), она должна обеспечить управление такими процессами. Управление аутсорсинговыми процессами должно быть идентифицировано и документировано в рамках системы менеджмента безопасности пищевой продукции [1].

Таким образом, организация должна установить процедуру коммуникации с поставщиками (сырья и материалов, оборудования, услуг и др.). При этом необходимо учесть, что в программах предварительных условий, функционирующих в рамках системы менеджмента безопасности пищевой продукции, к поставщикам также предъявляются определенные требования. Так, Техническая спецификация ISO/TS 22002-1 «Программы предварительных условий для безопасности пищевых продуктов. Часть 1. Производство пищевых продуктов» устанавливает требования к выбору и управлению поставщиками. А именно должна быть установлена процедура для выбора, одобрения и мониторинга поставщиков. Используемая процедура должна быть обоснована путем выполнения оценки потенциальной опасности, включая потенциальный риск для конечного продукта, и должна включать оценку способности поставщика удовлетворять ожиданиям и требованиям качества и безопасности продукта, описание того, как оцениваются поставщики, мониторинг работы поставщика для обеспечения непрерывного подтверждения статуса [3].

Цель настоящего исследования — определение методов оценки поставщиков в организациях, обеспечивающих выполнение требований международного стандарта ISO 22000:2005.

Объект и методы исследования

Объектом исследования являлись научные данные отечественных и зарубежных источников информации. В качестве методов исследований использовались теоретические методы:

- метод анализа и селекции информационных источников;
- обобщение и систематизация информационных данных.

Результаты и их обсуждение

Являясь неотъемлемой частью системы менеджмента безопасности пищевой продукции, процедура выбора поставщиков в организации должна быть определена и документирована. Должен быть разработан внутренний документ организации, который в соответствии с ISO 22000:2005 и ISO/TS 22002-1 устанавливает требования к процедуре оценки поставщиков. Организация должна документировать результаты оценки поставщиков и необходимые действия, вытекающие из оценки.

В документе должны быть отражены:

- типы поставщиков, на которых распространяется процедура выбора;
 - методы выбора поставщиков;
- ответственные лица, осуществляющие процедуру выбора, и ответственное лицо, которое на основании результатов оценки утверждает список одобренных поставщиков;
- сроки проведения процедуры выбора, а также периодичность, с которой производится повторная оценка.

Организация определяет продукцию и услуги, которые оказывают влияние на безопасность выпускаемой продукции. В этот перечень должны входить поставщики:

- сырья и материалов, контактирующих с продукцией, в том числе упаковочных материалов;
 - технологического оборудования;
- услуг (услуги по дезинсекции и дератизации, по медицинским осмотрам сотрудников, перевозчики сырья и готовой продукции и др.).

Организация может также установить необходимость оценки таких поставщиков, как, например, поставщики моющих и дезинфицирующих средств для производства, специальной санитарной одежды. По решению организации процедура выбора может распространяться абсолютно на всех поставщиков.

Перечень продукции и услуг, влияющих на безопасность выпускаемой продукции, должен актуализироваться один раз в год или чаще:

- при изменении законодательных или собственных требований в области безопасности пищевой продукции;
 - при изменении технологии;
 - при появлении новых поставщиков.

Методика оценки поставщиков заключается в присвоении поставщику определенной категории (статуса), которая указывает на уровень качества и безопасности предоставляемой продукции или услуг. Она состоит из трех основных этапов:

- определение критериев оценки поставщика;
- определение категорий поставщика;
- оценка способности поставщика поставлять продукцию (услугу) в соответствии с требованиями организации.

При определении критериев для оценки поставщика учитывают вид поставляемой продукции или услуги; степень влияния поставляемой продукции или услуги на безопасность пищевой продукции (риски пищевой безопасности должны быть учтены); первичная или повторная оценка произволится

Основными критериями для оценки поставщика являются следующие (курсивом выделены критерии, которые не используются для оценки и выбора новых поставщиков).

1. Уровень качества продукции или услуг в сравнении с собственными или рыночными требованиями.

- Соответствует ли произведенная продукция по качеству и безопасности нормативной документации, принятым на рынке стандартам и собственным требованиям организации?
- Соответствуют ли возможные объемы поставки требованиям организации?
- Существует ли система менеджмента качества или безопасности пищевой продукции или интегрированная система менеджмента? Имеется ли возможность проводить аудит системы менеджмента поставщика?
- Какие меры по обеспечению качества и безопасности выполняются?
- Каков уровень брака в гарантийный период?

2. Политика ценообразования/адаптация к изменениям на рынке.

- Соответствует ли цена уровню качества поставляемой продукции, существенным условиям контракта?
- Предоставляются ли льготы заказчикам?
- Предъявляются ли требования о повышении цены в случае наличия похожей на монополию ситуации?
- Каково поведение при необходимости повышения цен; соразмерны ли такие требования?

3. Место размещения предприятия/организационно-транспортные условия.

 Каковы расстояния и транспортные пути к поставщику?

4. Контракты.

- Имеется ли возможность при подписании контракта выдвинуть существенные условия относительно качества и безопасности продукции в соответствии с собственными требованиями организации?
- Соблюдаются ли условия подписанных контрактов, в частности, по качеству и безопасности поставляемой продукции, по срокам поставки?

5. Сервис / сотрудничество.

- Существует ли надежная (возможно, региональная) сервисная сеть?
- Насколько общительны и открыты сотрудники?
- Каковы перспективы дальнейшего развития предприятия с учетом намерений организации о долгосрочной политике закупки?
- Какова компетентность, квалификация сотрудников в отдельных структурных подразделениях и на отдельных иерархических ступенях?

- Проявляют ли сотрудники большой интерес, работая для своих заказчиков?
- Какова скорость реагирования на претензии (по качеству и безопасности продукции, срокам поставки и др.)?

6. Состояние производственного оборудования.

- В каком состоянии находится производственное оборудование?
- Применяются ли современное оборудование и технологические процессы, соответствующие современному уровню техники?

7. Стратегическое / относительное значение поставшика.

 Имеет ли поставщик монопольное или господствующее положение на рынке?

Для каждого критерия определяется коэффициент взвешивания — это значимость данного критерия в оценке поставщика. В зависимости от представляемой важности критерия коэффициент взвешивания может принимать значение от 0 до 5, он должен быть зафиксирован и не меняться при оценке другого поставщика.

При оценке поставщика ему по каждому критерию присваивают оценку от 0 до 3 — это фактическое исполнение поставщиком заданного критерия, при этом:

оценка 1 = недостаточно / плохо;оценка 2 = среднего качества / достаточно;оценка 3 = хорошо / надежно.

Балл для каждой категории критериев получают перемножением оценки на коэффициент взвешивания.

Для расчета максимальных баллов необходимо наибольший коэффициент взвешивания умножить на максимальную оценку и умножить на количество категорий. Пример: имея 7 критериев при максимальной оценке равной 3, и максимальном коэффициенте взвешивания 5, величина максимальных баллов будет равна 3·5·7=105.

Степень выполнения равна сумме баллов, разделенной на максимальные баллы и умноженной на 100.

Категории поставщика позволяют объективно принять решение о выборе поставщика или отказе поставщику. Например:

- при степени выполнения 90–100 поставщику присваивается категория A, что означает «Способен к качеству, в наибольшей степени удовлетворяет требованиям»;
- при степени выполнения 75–89 поставщику присваивается категория В, т.е. «Условно способен к качеству, соответствует требованиям»;
- категория С присваивается поставщику при степени выполнения 0–74, что означает «Не способен к качеству, не соответствует требованиям».

Учитывая влияние на безопасность выпускаемой продукции, организация может самостоятельно определить при какой степени выполнения поставщик соответствует категориям A, B, C. Организация устанавливает также с какой категорией поставщиков она может работать. Например:

- организация работает только с поставщиком категории A;
- организация работает с поставщиком категории А и категории В до тех пор, пока не будет найден взамен поставщик категории А;
- организация работает с поставщиками сырья категории А, поставщиками оборудования и услуг категорий А и В;
- организация устанавливает, что для поставщиков сырья категория A присваивается при степени выполнения 90-100, а для поставщиков оборудования -80-100.

В соответствии с процедурой оценки и выбора поставщиков организация осуществляет первичную оценку и повторяет ее с установленной периодичностью.

Для иллюстрации предлагаемой методики приведем пример выбора поставщика услуг. В последнее время наблюдается широкое распространение применения аутсорсинга, так как аутсорсер — это эксперт в оказании переданных ему функций. Для производителей пищевой продукции основными важными функциями, влияющими на безопасность продукции, являются:

- охрана предприятия;
- проведение периодических медицинских осмотров и гигиеническое обучение;
- дератизация, дезинсекция, фумигация производственных, бытовых помещений и территории;
- лабораторные исследования сырья и готовой продукции;
- поверка контрольно-измерительного оборудования;
- перевозка и хранение сырья и готовой протукции;
 - мойка и дезинфекция автотранспорта;
 - обращение с отходами.

Рассмотрим пример выбора поставщика по оказанию дератизационных услуг. Для рассматриваемого примера примем, что категория А соответствует степени выполнения 85–100, В: 70–84, С: 0–69. Примем также, что поставщик находится в одном населенном пункте с организацией и имеет конкурентов (т.е. не является монополистом), имеет приемлемый уровень качества оказываемых услуг, но по более высокой цене, чем у конкурентов. Производится первичная оценка. В табл. 1 приведены результаты.

Степень выполнения равна 87 %, что соответствует категории А «Способен к качеству». В приведенном примере поставщик одобрен.

Результаты выбора поставщика дератизационных услуг

| № | H | | Оценка | l | Коэффициент | Г |
|-----------|--|---|--------|---|----------------------------|-------|
| Π/Π | Наименование критерия | 1 | 2 | 3 | взвешивания | Баллы |
| 1 | Уровень качества оказываемых услуг в сравнении с собственными требованиями • Имеется ли лицензия на оказание дератизационных услуг? • Соответствуют ли услуги по качеству нормативной документации и собственным требованиям организации? • Соответствуют ли возможные объемы поставки услуг требованиям организации? Имеется ли возможность оказания экстренных услуг? • Существует ли система менеджмента качества? Имеется ли возможность проводить аудит системы менеджмента поставщика? | | | + | 5 | 15 |
| 2 | Уровень качества применяемых препаратов • Соответствует ли качество применяемых препаратов нормативной документации и собственным требованиям организации? | | | + | 5 | 15 |
| 3 | Политика ценообразования/адаптация к изменениям на рынке • Соответствует ли цена уровню качества поставляемых услуг, существенным условиям контракта? • Предоставляются ли льготы заказчикам? | | + | | 5 | 10 |
| 4 | Место размещения предприятия / организационно-транспортные условия • Каковы расстояния и условия доставки на территорию организации сотрудников поставщика? | | | + | 4 | 12 |
| 5 | Контракты • Имеется ли возможность при подписании контракта выдвинуть существенные условия относительно качества и безопасности продукции в соответствии с собственными требованиями организации? | | | + | 5 | 15 |
| 6 | Сервис/сотрудничество Какова компетентность, квалификация сотрудников? Насколько общительны и открыты сотрудники? Каковы перспективы дальнейшего развития предприятия с учетом намерений организации о долгосрочной политике закупки? | | | + | 5 | 15 |
| 7 | Стратегическое / относительное значение поставщика ■ Имеет ли поставщик монопольное или господствующее положение на рынке? | | | + | 3 | 9 |
| | | | | | Максимальный б Сумма ба | |

Выволы

Таким образом, преимуществами предлагаемой методики оценки и выбора поставщиков являются:

- простота;
- универсальность применения (варьируя критериями выбора, предлагаемая методика может быть использована предприятиями разнообразного профиля для оценки любых поставщиков сырья, оборудования, услуг и др.);
- объективность оценки (при оценке поставщиков коэффициент взвешивания критерия является константой).

Применяя детальный выбор поставщиков, пред-

приятия могут нивелировать такие риски, как увеличение стоимости и снижение качества, укреплять взаимное доверие и предотвращать нежелательные конфликты. Потребление качественных продуктов и услуг стимулирует поставщиков к выявлению неиспользованных факторов, резервов и возможностей, поиску улучшения своей деятельности.

Методика оценки и выбора поставщиков внедрена и успешно функционирует в ООО «Бочкаревский пивоваренный завод» в рамках системы менеджмента безопасности пищевой продукции, сертифицированной по международному стандарту ISO 22000:2005.

Список литературы

- 1. ISO 22000:2005. «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организации, участвующей в пищевой цепочке».
 - 2. ISO 9001:2008 .«Системы менеджмента качества. Требования».
- 3. ISO/TS 22002-1. «Программы предварительных условий для безопасности пищевых продуктов. Часть 1. Производство пищевых продуктов».
 - 4. Мортимор, Т. НАССР. Практические рекомендации / Т. Мортимор, К. Уоллес. СПб.: Профессия, 2014. 520 с.

- 5. Мейес, Т. Эффективное внедрение НАССР. Учимся на опыте других / Т. Мейес, Т. Мортимор. СПб.: Профессия, 2005. 288 с.
- 6. Доценко, В.А. Практическое руководство по санитарному надзору за предприятиями пищевой и перерабатывающей промышленности, общественного питания и торговли / В.А. Доценко. СПб.: Профессия, 2011. 832 с.
- 7. Васильева, И.В. Разработка плана НАССР для обеспечения безопасности производства кваса / И.В. Васильева, Т.А. Унщикова, С.В. Степанов // Техника и технология пищевых производств. 2013. № 2. С. 111.

SYSTEM OF SUPPLIERS' ASSESSMENT IN FOOD SAFETY MANAGEMENT

U.S. Fedoseyeva¹, L.I. Polyakova^{2,*}

¹Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

> ²Bochkarevsky Brewery Ltd, 1 A, st. Molodezhnaya, Bochkarev village, Altay, 659445, Russia,

> > *e-mail: fus@bochkari.ru

Received: 05.02.2015 Accepted: 25.02.2015

The need to ensure food safety compels manufacturers to work with suppliers that can meet their organization's requirements for quality and safety of supplied products or services, as suppliers cause many food safety problems. This work is devoted to the determination of methods for assessing the suppliers based on HACCP principles and the program of prerequisites to ensure the compliance with the requirements of the international standard ISO 22000:2005. The technique enabling to asses and select the suppliers within the food safety management has been developed. Based on the developed technique, the procedure for selecting a deratization service provider has been considered as an example. Varying the selection criteria, the proposed technique can be used as a universal profile for various companies to assess any supplier of raw materials, equipment and services. Applying detailed selection of suppliers, companies can neutralize such risks as increased cost and reduced quality, strengthen mutual trust and prevent undesirable conflicts. Consumption of quality products and services encourages suppliers to identify unused factors, reserves and capacity, and to find the ways for improving their activities. Methodology for the assessment and selection of suppliers has been implemented and successfully operates at «Bochkarevsky Brewery» Ltd within the system of food safety management that is certified according to the international standard ISO 22000:2005.

System of food safety management, assessment and selection of suppliers, outsourcing processes.

References

- 1. ISO 22000:2005. Sistemy menedzhmenta bezopasnosti pishchevoi produktsii. Trebovaniia k organizatsii, uchastvuiushchei v pishchevoi tsepochke [ISO 22000:2005(E), first edition, 2005-09-01. Food safety management systems Requirements for any organization in the food chain].
- 2. ISO 9001:2008. Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniia [ISO 9001:2008. Quality management systems Requirement].
- 3. ISO/TS 22002-1. Programmy predvaritel'nyh uslovii dlja bezopasnosti pishevyh produktov. CHast' 1. Proizvodstvo pishevyh produktov [ISO/TS 22002-1:2009. Prerequisite programmes on food safety Part 1: Food manufacturing].
- 4. Mortimor T., Uolles K. *HACCP. Prakticheskie rekomendatsii* [HACCP.Practical recommendations]. St. Petersburg, Professija Publ., 2014. 520 p.
- 5. Meies T., Mortimor T. *Effektivnoe vnedrenie HACCP. Uchimsia na opyte drugikh* [Effective introduction of HACCP. We study on experience of others]. St. Petersburg, Professija Publ., 2005. 288 p.
- 6. Dotsenko V.A. *Prakticheskoe rukovodstvo po sanitarnomu nadzoru za predpriiatiiami pishchevoi i pererabatyvaiushchei promyshlennosti, obshchestvennogo pitaniia i torgovli* [Practical guidance on sanitary inspection behind the enterprises of food and processing industry, public catering and trade]. St. Petersburg, Professija Publ., 2011. 832 p.
- 7. Vasilyeva I.V., Unshikova T.A., Stepanov S.V. Razrabotka plana HACCP dlia obespecheniia bezopasnosti proizvodstva kvasa [Development of haccp plan to ensure the safety of kvass production]. *Tekhnika i tekhnologiia pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2013, no. 2(29), pp. 111-116.

Дополнительная информация / Additional Information

Федосеева, У.С. Методология оценки поставщиков в системе менеджмента безопасности пищевой продукции / У.С. Федосеева, Л.И. Полякова // Техника и технология пищевых производств. -2015. - Т. 37. - № 2. - С. 125-131.

Fedoseyeva U.S., Polyakova L.I. System of suppliers' assessment in food safety management. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 125–131. (In Russ.)

Федосеева Ульяна Сергеевна

аспирант кафедры технологии бродильных производств и консервирования ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-55

Полякова Людмила Ивановна

директор департамента контроля и обеспечения качества, OOO «Бочкаревский пивоваренный завод», 659445, Россия, Алтайский край, Целинный район, с. Бочкари, ул. Молодежная, 1A, тел.: +7 (38596) 32-594, e-mail: fus@bochkari.ru

Ulyana S. Fedoseyeva

Postgraduate Student of the Department of Department of Zymurgy and Food Preservation Technology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-55

Lvudmila I. Polvakova

Director of the Department of Control and Quality Assurance, «Bochkarevsky Brewery» Ltd, 1 A, st. Molodezhnaya, Bochkarev village, Altay, 659445, Russia, phone: +7 (38596) 32-594, e-mail: fus@bochkari.ru



УДК 663.14

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ПРОЦЕССЕ ПИВОВАРЕНИЯ

У.С. Федосеева*, В.А. Помозова

ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

*e-mail: fedoseeva.bpz@gmail.com

Дата поступления в редакцию: 05.02.2015 Дата принятия в печать: 20.04.2015

Использование инструментов статистического анализа - простой и эффективный способ управления технологическим процессом. Статистические инструменты дают возможность получать достоверные данные о процессе, корректировать и улучшать его, тем самым повышая качество продукции. На основе семи простых инструментов контроля качества предложен алгоритм анализа и улучшения процесса производства пива. Алгоритм включает в себя определение параметров качества пива, нуждающихся в управлении; определение характера распределения изучаемых величин; определение статистической управляемости процесса; изучение причин, при которых распределение величины не является нормальным; определение факторов статистической неуправляемости процесса; определение возможности и пути улучшения процесса. Вкус и аромат пива определяется многими параметрами. Высшие спирты играют важную роль в органолептическом восприятии пива, так как некоторые из спиртов являются необходимыми компонентами пива, другие в концентрациях, превышающих порог ощущения, отрицательно сказываются на запахе продукта и придают ему нежелательный привкус. С помощью разработанного алгоритма по показателю содержания высших спиртов исследован процесс брожения пива с экстрактивностью 12.5 % на примере данных OOO «Бочкаревский пивоваренный завод» (Алтайский край, Россия). Инструмент контроля качества (гистограмма) использовался для оценки дифференциального распределения изучаемой величины. Доказано нормальное распределение содержания высших спиртов в пиве. Проведен анализ процесса брожения с помощью контрольных карт Шухарта. Построены контрольная карта размахов и контрольная карта индивидуальных значений содержания высших спиртов в пиве. Для интерпретации хода технологического процесса по контрольным картам применены критерии для особых причин. Показано, что процесс брожения статистически управляем, особые причины не обнаружены. Предлагаемый алгоритм анализа и улучшения процесса производства пива прост в использовании и дает возможность изучать и улучшать процесс.

Качество пива, высшие спирты, инструменты контроля качества, гистограмма, контрольная карта Шухарта.

Введение

В последние годы бурное развитие получили системы и инструменты менеджмента качества. Статистические инструменты при этом имеют большое значение, так как позволяют оценить состояние технологических процессов и выявить отклонения от установленных требований, определяют возможные направления воздействия для корректировки и улучшения процесса. Основной задачей статистического управления процессом являет-

ся недопущение отклонений параметров процессов от установленных стандартов и в меньшей мере обнаружение уже допущенного отклонения от стандарта. Эффективность применения на практике инструментария статистического анализа подтверждена многими предприятиями, которые достигли успеха в области обеспечения высокого уровня качества продукции.

Из всего множества инструментов управления качеством выделяют 7 методов, которые в научно-

технической литературе имеют название «Семь инструментов контроля качества» [1]:

- гистограмма;
- диаграмма разброса;
- диаграмма Парето;
- стратификация (расслоение);
- графики;
- диаграмма Исикавы (причинно-следственная диаграмма);
 - контрольная карта.

Гистограмма используется для предварительной оценки дифференциального распределения изучаемой случайной величины, однородности экспериментальных данных, сравнения разброса данных с допустимым, природы и точности изучаемого процесса. Гистограмма - это столбчатый график, позволяющий наглядно представить характер распределения случайных величин в выборке. Такие инструменты, как диаграмма разброса, диаграмма Исикавы, графики, диаграмма Парето, позволяют выявить причинно-следственные связи изучаемых величин. Диаграмма разброса позволяет без математической обработки экспериментальных данных о значениях двух переменных на основе графического представления этих данных оценить характер и тесноту связи между ними. Диаграмма Парето – это способ графического представления опытных данных о результатах различных видов деятельности, процессов, облегчающий принятие решения о наиболее важных причинах получения этих результатов. Стратификация (расслоение) это один из наиболее простых, эффективных и распространенных методов выявления причин несоответствий, влияния различных факторов на показатели качества процесса. Расслоение данных заключается в разделении результатов процесса на группы, внутри которых эти результаты получены в определенных условиях протекания процесса. Данные, разделенные на группы по признаку условий их формирования, называют слоями (стратами), а сам процесс разделения на слои - стратификацией данных. Стратификация данных производится часто по следующим признакам: оборудование; человеческий фактор; исходные материалы; методы работы; условия и способы измерений. Применение графиков придает наглядность и облегчает понимание закономерностей, которые эти данные отражают. Часто используют следующие виды графиков: график в виде ломаной линии; столбчатый график; круговой график; ленточный график; «радиационная» диаграмма. Диаграмму Исикавы или причинноследственную диаграмму используют для выявления и систематизации факторов, влияющих на определенный результат процесса, вызывающих какуюлибо проблему при его реализации [1].

Цель контрольных карт — обнаружить неестественные изменения в данных из повторяющихся процессов и дать критерии для обнаружения отсутствия статистической управляемости. Контрольная карта — это графический способ представления и сопоставления информации, основанной на последовательности выборок, отражающих текущее состояние процесса, с границами, установленными на основе

внутренне присущей процессу изменчивости [3].

Преимущество этих методов – простота, но вместе с тем они сохраняют связь со статистикой, что позволяет использовать их при принятии решений, основанных на фактах. Инструменты контроля качества дают возможность получить эти факты – достоверную информацию о состоянии изучаемых процессов. Эти методы можно рассматривать и как отдельные инструменты, и как систему методов.

Цель настоящей работы – разработать алгоритм для анализа и улучшения процесса производства пива.

Объект и методы исследования

Для исследования выбран объект – пиво с экстрактивностью начального сусла 12,5 %.

Анализ содержания высших спиртов в пиве проводился на газовом хроматографическом комплексе «Хромос Γ X-1000».

Для анализа технологического процесса использовались статистические методы: гистограмма и контрольная карта Шухарта.

Результаты и их обсуждение

Технологический процесс производства пива является достаточно сложным, качество готового продукта определяется множеством факторов, которые необходимо учитывать и управлять ими для достижения требуемого результата.

С точки зрения потребителя понятие «качество пива» является достаточно субъективным и во многом зависит от индивидуальных предпочтений. Тем не менее общепризнанным стандартом хорошего пива является напиток, в котором соблюдается баланс между горечью, кислотностью, сладостью, содержанием алкоголя, концентрацией эфиров и приятным хмелевым ароматом и имеется достаточное количество диоксида углерода, придающего пиву приятную свежесть и способствующего пенообразованию [2].

При употреблении пива возникают вкусовые ощущения, которые переходят из одного в другое и быстро теряют свою остроту. Вкусовые ощущения протекают в три стадии — начальную, оценивающую и завершающую. Общая вкусовая картина этих стадий должна быть сбалансирована. Полнота вкусового ощущения зависит от температуры пива (чем оно холоднее, тем ниже полнота ощущения), от содержания диоксида углерода, от личных предпочтений дегустатора.

В формировании вкуса большое значение имеет аромат. Аромат может быть хмелевым или иметь эфирно-спиртовые ноты. Выразительность последнего зависит от содержания высших спиртов, эфиров и альдегидов. Кроме того, на первой стадии возникает ощущение более или менее выраженной полноты вкуса, которая зависит от массовой доли сухих веществ начального сусла и цветности пива. Полнота вкуса обусловлена, с одной стороны, степенью сладости сахаров, оставшихся в пиве после брожения, а также декстринами и спиртом, а с другой – количеством и размерами коллоидных частиц. Спустя некоторое время после начала дегу-

стации оценивается «игристость» пива, которая зависит от значения рН пива, содержания растворенных буферных веществ и фосфатов, от качества солода и состава пивоваренной воды. Непосредственное влияние на вкус пива оказывает также содержание диоксида углерода: чем оно выше (в пределах 0.38-0.50 %), тем дольше сохраняется вкус пива, однако высокое содержание CO_2 при несбалансированном составе пива (при недостаточном содержании коллоидов и низкой вязкости) может приводить к появлению резкого вкуса.

Завершающая стадия оценки вкуса определяется по горечи. Кроме того, на третьей стадии вкус пива может характеризоваться кисловатым или даже слегка кисловатым оттенком. Вкус пива считается завершенным, когда отличные друг от друга вкусовые ощущения гармонично переходят от одного к другому [6].

В пиве содержится большое количество компонентов, которые оказывают влияние на вкус и аромат:

- главные вкусовые составляющие, их концентрация более чем в два раза превышает порог ощущения (этанол, диоксид углерода, горькие хмелевые вещества);
 - вторичные вкусовые составляющие имеют

концентрацию, которая в один-два раза превышает порог ощущения. Это наиболее важные вкусовые вещества пива (изоамиловый спирт, изоамилацетат, этилкаприлат, этилацетат и др.);

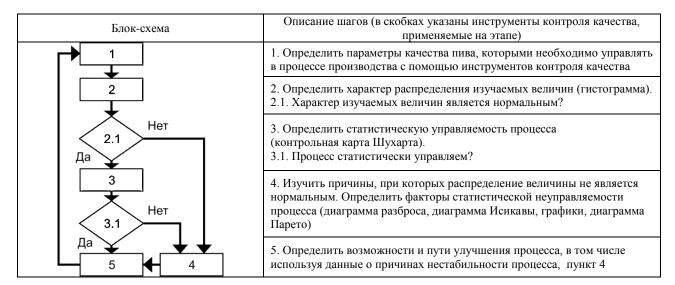
– фоновые вкусовые вещества, концентрация в пиве этих веществ ниже значения порога ощущения от двух до десяти раз (фенилацетат, ацетоин и др.) [2].

Наиболее важными компонентами, влияющими на сенсорный профиль пива, являются: органические спирты, кислоты, эфиры, карбонильные и серосодержащие соединения [2].

Таким образом, с органолептической точки зрения пиво представляет собой сложный комплекс соединений различных классов, каждое из которых вносит определенный вклад в качество пива. Для того чтобы качество пива соответствовало нормативным документам и ожиданиям потребителя, производителю необходимо определить основные компоненты, которые будут формировать отличительный вкус и аромат напитка. Определив их, остается лишь, применяя комплекс инструментов контроля качества, управлять технологическим процессом, анализа и улучшения технологического процесса приведен в табл. 1.

Таблица 1

Алгоритм анализа и улучшения технологического процесса



Прежде чем приступать к статистическому анализу данных, необходимо определить параметры и процессы, которые наибольшим образом влияют на качество готового пива. В первую очередь такими параметрами являются те, которые регламентированы нормативной документацией. В пиве согласно [4] нормируются такие показатели, как объемная доля спирта, кислотность, рН, цвет, массовая доля двуокиси углерода, пенообразование, а также органолептические показатели (прозрачность, аромат, вкус). Производитель вправе выбрать и дополнительные критерии для оценки качества пива. Как правило, потребители отдают предпочтение пиву, которое имеет мягкий вкус и аромат, легко пьется и хорошо утоляет жажду. Рассмотрим в качестве

примера использования алгоритма статистический анализ содержания высших спиртов в пиве, так как некоторые из спиртов являются необходимыми компонентами пива, другие в концентрациях, превышающих порог ощущения, отрицательно сказываются на запахе продукта и придают ему нежелательный привкус [2].

Во время главного брожения образуется около 80 % высших спиртов от общего их количества в зависимости от используемой расы дрожжей, состава сусла и условий брожения. В фазе дображивания происходит лишь незначительное увеличение концентрации [5]. Существуют два пути образования высших спиртов: катаболический и анаболический [2].

Катаболический путь связан с распадом аминокислот, которые поступают в клетку из сусла. В этом случае потребленные дрожжами аминокислоты трансаминируются с образованием α-кетокилот с последующим их декарбоксилированием и восстановлением, в результате чего образуются спирты, содержащие на один атом углерода меньше, чем потребленная аминокислота.

Анаболический путь связан с синтезом аминокислот. В этом случае предпоследней реакцией яв-

ляется образование соответствующей α -кетокилоты из пирувата и ацетил-КоА. Далее, как и в первом случае, происходит декарбоксилирование и восстановление этих α -кетокилот с образованием высших спиртов.

Содержание высших спиртов колеблется от 60 до 150 мг/дм³, при нормальном низовом брожении – от 60 до 90 мг/дм³ [5]. Факторы, оказывающие существенное влияние на содержание высших спиртов в пиве, представлены в табл. 2 [2, 5, 6].

 Таблица 2

 Основные факторы, оказывающие влияние на образование высших спиртов в пиве

| Фактор | Образование высших спиртов возрастает | Образование высших спиртов понижается |
|--|--|---|
| Вид используемых дрожжей | Верхового брожения | Низового брожения |
| Экстрактивность начального сусла | Более 13 % | Менее 13 % |
| Концентрация аминокислот в сусле | Пониженная концентрация аминокислот в сусле (сусло из бедного белком или слабо растворенного солода или при использовании несоложеных материалов) Чрезмерное содержание аминокислот | Высокое количество аминокислот в сусле |
| Температура брожения | Увеличение температуры брожения Температура внесения дрожжей выше 8 °C | Низкие температуры начального сусла Холодное брожение |
| Давление пива во время брожения | | Повышенное давление |
| Перемешивание молодого пива (например, мешалкой или насосом) | Интенсивное перемешивание молодого пива | Отсутствие интенсивного перемешивания молодого пива |
| Аэрация сусла | Интенсивная аэрация сусла | Исключение попадания кислорода в пиво уже после внесения дрожжей |
| Доливы сусла | При многократных доливах сусла | При отсутствии доливов сусла |

В табл. 3 представлены результаты лабораторного анализа содержания высших спиртов в пиве с экстрактивностью начального сусла 12,5 %, проведенного по выборкам из 30 последовательных партий на примере данных ООО «Бочкаревский пивоваренный завод», также приведен скользящий размах значений концентрации высших спиртов — это абсолютное значение разности измерений в последовательных парах.

Далее проводится анализ характера распределения изучаемой величины с помощью инструмента гистограмма (шаг 2, табл. 1) [7].

Первым этапом построения гистограммы является определение наибольшего (L) и наименьшего

(S) значения данных. По данным табл. 3 наименьшим значением является $67,8~{\rm Mr/дm^3},~{\rm наибольшим}~80,3~{\rm Mr/дm^3}.$

При построении гистограммы интервал между наибольшим и наименьшим значениями делят на соответствующие участки. Число участков соответствует корню квадратному из числа данных (N), то есть в нашем случае — корню квадратному из 30. Таким образом, число участков равно 5. Определим ширину участка (h): разность между L и S разделим на число участков и округлим полученное число. Таким образом, ширина участка составит 2,5.

Интервалы участка и частота попадания данных в участок – f приведены в табл. 4.

Таблица 3 Сумма высших спиртов для 30 последовательных выборок партий пива

| № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| Сумма спиртов X , мг/дм ³ | 68,6 | 70,4 | 72,1 | 76,9 | 74,2 | 71,2 | 73,9 | 75,2 | 71,55 | 69,1 |
| Скользящий размах R | | 1,8 | 1,7 | 4,8 | 2,7 | 3 | 2,7 | 1,3 | 3,65 | 2,45 |
| № п/п | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Сумма спиртов X , мг/дм ³ | 72,8 | 69,9 | 67,8 | 72,1 | 72,4 | 75,2 | 74,6 | 77,55 | 74,2 | 72,6 |
| Скользящий размах R | 3,7 | 2,9 | 2,1 | 4,3 | 0,3 | 2,8 | 0,6 | 2,95 | 3,35 | 1,6 |
| № п/п | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| Сумма спиртов X , мг/дм ³ | 76,8 | 80,3 | 77,2 | 77,6 | 79,5 | 75,2 | 74,2 | 73,1 | 76,7 | 74,1 |
| Скользящий размах R | 4,2 | 3,5 | 3,1 | 0,4 | 1,9 | 4,3 | 1 | 1,1 | 3,6 | 2,6 |

Таблица 4

Интервалы участков и частота попадания значений суммы высших спиртов в интервал

| Участок | Интервал | Центральное | Частота попадания |
|----------|-----------|-------------|-----------------------|
| y dactor | участка | значение | данных в участок, f |
| 1 | 67,8–70,3 | 69,05 | 4 |
| 2 | 70,3-72,8 | 71,55 | 7 |
| 3 | 72,8–75,3 | 74,05 | 11 |
| 4 | 75,3–77,8 | 76,55 | 6 |
| 5 | 77,8–80,3 | 79,05 | 2 |

Следующий этап – построение гистограммы (рис. 1).

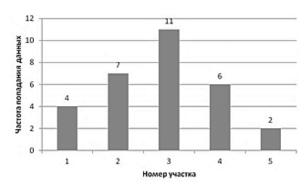


Рис. 1. Гистограмма

Рис. 1 показывает, что гистограмма имеет двустороннюю симметрию, что означает нормальное распределение. Следовательно, можно перейти к следующему этапу — анализу процесса с помощью контрольной карты Шухарта (шаг 3, табл. 1) [3].

Контрольная карта Шухарта представляет собой график значений определенных характеристик подгрупп в зависимости от их номеров. Он имеет центральную линию (CL), соответствующую эталонному значению характеристики, а также контрольные границы относительно центральной линии (UCL – верхняя, LCL – нижняя). Контрольные границы на карте Шухарта находятся на расстоянии 3 σ от центральной линии, где σ – генеральное стандартное отклонение используемой статистики. Границы $\pm 3\sigma$ указывают, что около 99,7 % значений характеристики подгрупп попадут в эти пределы при условии, что процесс находится в статистически управляемом состоянии.

Контрольные карты Шухарта бывают двух основных типов: для количественных и альтернативных (качественных) данных. Количественные данные представляют собой наблюдения, полученные с помощью измерения и записи значений некоторой характеристики для каждой единицы. Карты для количественных данных — это классические контрольные карты, применяемые для управления процессами. Для контрольных карт, использующих количественные данные, предполагается нормальное распределение для вариаций внутри выборок, причем отклонения от этого предположения влияют на эффективность карт.

Существуют две ситуации при использовании контрольных карт: стандартные значения не заданы и стандартные значения заданы. Стандартные значения — значения, установленные в соответствии с некоторыми конкретными целями или требованиями.

Для построения контрольной карты Шухарта для индивидуальных значений X суммы высших спиртов и скользящих размахов R, стандартные значения для которых не заданы, использованы данные табл. 3.

Линии контрольной карты для скользящих размахов R:

- центральная линия CL рассчитывается как среднеарифметическое значений R (табл. 3),

$$CL = 2,6, (1)$$

- верхняя контрольная граница

$$UCL = D_4 CL = 3,267 \cdot 2,6 = 8,49,$$
 (2)

нижняя контрольная граница

$$LCL = D_3 CL = 0 \cdot 2.6 = 0$$
 (3)

(так как число измерений в подгруппе меньше 7).

Значения множителей D_3 и D_4 взяты из [3]. Карта размахов приведена на рис. 2 и демонстрирует статистически управляемое состояние, это означает, что можно построить контрольную карту индивидуальных значений.

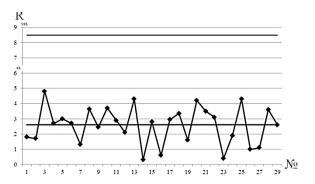


Рис. 2. Контрольная карта скользящих размахов R

Результаты расчета линии контрольной карты индивидуальных значений наносятся на контрольную карту (рис. 3).

Линии контрольной карты индивидуальных значений X:

центральная линия CL = 73.9 (это среднеарифметическое значений X, таблица 3);

- верхняя контрольная граница

$$UCL = CL + E_2 \hat{R} = 73.9 + (2.66 \cdot 2.6) = 80.8$$
 (4)

-нижняя контрольная граница

$$LCL = CL - E_2 \hat{R} = 73.9 - (2.66 \cdot 2.6) = 67.0$$
 (5)

Значение множителя E_2 взято из [3].

Определим зоны внутри контрольных границ шириной σ :

$$\sigma = (UCL - CL) / 3 = 2,3$$
 (6)

Линии зон шириной σ:

$$UCL_{2/3x} = UCL - \sigma = 80.8 - 2.3 = 78.5$$
 (7)

$$UCL_{1/3x} = UCL_{2/3x} - \sigma = 78,5 - 2,3 = 76,2$$
 (8)

$$LCL_{2/3x} = CL - \sigma = 73.9 - 2.3 = 71.6$$
 (9)

$$LCL_{1/3x} = LCL_{2/3x} - \sigma = 71,6 - 2,3 = 69,3$$
 (10)

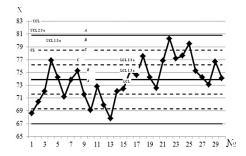


Рис. 3 Контрольная карта индивидуальных значений X

Контрольные карты интерпретированы с помощью критериев для особых причин, которые выявляют проявление особых (неслучайных) причин. Для этого на контрольной карте, помимо верхней и нижней контрольных границ и центральной линии, нанесены линии, которые делят карту на шесть равных зон шириной σ (расчет по формулам 6–10).

Эти зоны обозначаются *А, В, С, С, В, А*, причем зоны *С* расположены симметрично центральной линии. Критерии для особых причин применимы к картам индивидуальных значений и картам средних значений, при условии, что распределение средних и индивидуальных значений является нормальным [3]. Результаты интерпретации представлены в табп. 5.

Таблица 5

Интерпретация процесса с помощью критериев для особых причин

| № кри- терия | Наименования критерия [3] | Пояснение | Результат |
|--------------------|--|---|-------------------|
| 1 | Одна точка вне зоны A | Показывает выход точки на контрольной карте за границу верхнего или нижнего контрольного предела | Отрица- тельно |
| 2 | Девять точек подряд в зоне C или по одну сторону от центральной линии | Показывает наличие серии – такого состояния, когда точки неизменно оказываются по одну сторону от центральной линии | Отрица- тельно |
| 3 | Шесть возрастающих или убывающих точек подряд | Показывает наличие тренда (дрейфа) – непрерывно повышающейся или понижающейся кривой | Отрица- тельно |
| 4 | Четырнадцать попеременно возрастаю- щих и убывающих точек | Показывает периодическую структуру (то подъем, то спад) | Отрица- тельно |
| 5 | Две из трех последовательных точек в зоне A или вне ее | Показывает приближение к контрольным пределам | Отрица- тельно |
| 6 | Четыре из пяти последовательных точек в зоне B или вне ее | Показывает отдаление точек от центральной линии | Отрица- тельно |
| 7 | Пятнадцать последовательных точек в зоне С выше или ниже центральной линии | Показывает приближение к центральной линии, то есть в подгруппах смешиваются данные различных распределений | Отрица- тельно |
| 8 | Восемь последовательных точек по обеим сторонам от центральной линии и ни одной в зоне C | Показывает отдаление точек от центральной линии | Отрица- тельно |

Анализ контрольных карт, приведенный в табл. 5, показал отсутствие специальных причин вариабельности процесса. Это значит, процесс производства пива находится в состоянии статистической управляемости. Эти данные подтверждены органолептической оценкой исследуемых образцов пива. Отмечено, что все они соответствуют типу пива, имеют полный, гармоничный аромат и вкус, аромат от побочных продуктов брожения отсутствует, пиво получило высокую оценку.

Таким образом, разработанный алгоритм позволяет эффективно использовать инструментарий статистического анализа в процессе производства пива. Последовательно используя статистические инструменты можно получить больше данных о процессе и принять эти сведения для улучшения технологического процесса и качества готовой продукции.

Список литературы

- 1. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: учеб. пособие / М.М. Кане, Б.В. Иванов, В.Н. Корешков, А.Г. Схиртладзе. СПб.: Питер, 2008. 560 с.
- 2. Меледина, Т.В. Качество пива: стабильность вкуса и аромата, коллоидная стойкость, дегустация // Т.В. Меледина, А.Т. Дедегкаев, Д.В. Афонин СПб.: ИД «Профессия», 2011. 220 с.
- 3. ГОСТ Р 50779.42-99 (ИСО 8258–91). Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. М., Изд-во стандартов, 2004. 32 с.
 - 4. ГОСТ 31711-2012. Пиво. Общие технические условия.
 - 5. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце. СПб: Профессия, 2001. 867 с.
- 6. Нарцисс, Л. Краткий курс пивоварения / Л. Нарцисс; при участии В. Бака; пер. с нем. А.А. Курленкова. СПб.: Профессия, 2007. 640 с.
- 7. Николаева, Э.К. «Семь инструментов качества» в японской экономике / Э.К. Николаева. М.: Издательство стандартов, 1990. 88 с. (Качество, экономика, общество. Современные проблемы).

TOOLS OF STATISTICAL ANALYSIS IN BREWING

U.S. Fedoseyeva, V.A. Pomozova

Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

*e-mail: fedoseeva.bpz@gmail.com

Received: 05.02.2015 Accepted: 20.04.2015

The use of tools of statistical analysis is an easy and effective way for the management of a technological process. Statistical tools make it possible to obtain reliable data on the process, to correct and improve it, thereby increasing production quality. Based on seven simple instruments of quality control the analysis algorithm and improvements of the process beer production is offered. The algorithm includes determination of beer quality parameters that need management; determination of nature of the studied values distribution; determination of statistical process controllability; studying of the reason at which a value distribution is not normal; definition of factors of statistical process uncontrollability; determination of the opportunity and the way of process improvement. Many parameters are responsible for beer taste and aroma. The highest alcohols play an important role in organoleptic perception of beer as some of alcohols are necessary components of beer, others in concentrations exceeding a feeling threshold have an adverse effect on a product smell and add off-flavor to it. Using the developed algorithm for indication of the content of the highest alcohols, the process of beer fermentation with the extractiveness of 12.5 % has been investigated by the example of the data of the «Bochkarevsky Brewery» Ltd (The Altai Territory, Russia). The instrument of quality control - the histogram - was used for the assessment of differential distribution of the studied value. A normal distribution of highest alcohols in beer has been proved. The analysis of fermentation is carried out by means of control cards of Shukhart. A control card of swings and a control card of individual values of the content of highest alcohols in beer have been constructed. To interpret the course of technological process according to control cards the criteria for special causes are applied. It is shown that fermentation is a statistically operated process, no special causes being found. The offered analysis algorithm and improvements of beer production process is simple in use and makes it possible to study and improve the process.

Beer quality, the highest alcohols, instruments of quality control, histogram, control charts of Shukhart.

References

- 1. Kane M.M., Ivanov B.V., Koreshkov V.N., Shirtladze A.G. *Sistemy, metody i instrumenty menedzhmenta kachestva* [Systems, methods and tools of quality management]. St. Petersburg, Piter Publ., 2008. 560 p.
- 2. Meledina T.V., Dedegkaev A.T., Afonin D.V. *Kachestvo piva: stabil'nost' vkusa i aromata, kolloidnaja stojkost', degustacija* [Quality of beer: stability of taste and flavor, colloidal firmness, tasting]. St. Petersburg, Professija Publ., 2011. 220 p.
- 3. GOST R 50779.42-99 (ISO 8258 91). Statisticheskie metody. Kontrol'nye karty Shuharta [State Standard R 50779.42-99 (ISO 8258 91). Statistical methods. Control cards of Shukhart]. Moscow, Standards Publ., 2004. 32 p.
- 4. GOST 31711-2012. Pivo. Obshhie tehnicheskie uslovija [State Standard 31711-2012. Beer. General specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2011. 12 p.
 - 5. Kunce V. Tehnologija soloda i piva [Tekhnologiya of malt and beer]. St. Petersburg, Professija Publ., 2001. 867 p.
 - 6. Narciss L. Kratkij kurs pivovarenija [Short course of brewing]. St. Petersburg, Professija Publ., 2007. 640 p.
- 7. Nikolaeva E.K. *«Sem' instrumentov kachestva» v japonskoj jekonomike* ["Seven tools of quality" in Japanese economy]. Moscow, Standards Publ., 1990. 88 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Федосеева, У.С. Использование инструментария статистического анализа в процессе пивоварения / У.С. Федосеева, В.А. Помозова // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 37. – № 2. – С. 131–137.

Fedoseyeva U.S., Pomozova V.A. Tools of statistical analysis in brewing. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 131–137. (In Russ.)

Федосеева Ульяна Сергеевна

магистр техники и технологий, аспирант кафедры технологии бродильных производств и консервирования, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47,

тел.: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: fedoseeva.bpz@gmail.com

Помозова Валентина Александровна

д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой технологии бродильных производств и консервирования, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47,

тел.: +7 (3842) 39-68-55

Ulyana S. Fedoseyeva

Master of technique and technology, Postgraduate Student of the Department of Department of Zymurgy and Food Preservation Technology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-55,

e-mail: fedoseeva.bpz@gmail.com Valentina A. Pomozova

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Zymurgy and Food Preservation Technology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-55



УДК 664.848.036

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В МАКРОМИЦЕТАХ

С.Н. Че*, В.И. Бакайтис, И.Э. Цапалова

НОУ ВПО Центросоюза РФ «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26

*e-mail: proscien@sibupk.nsk.su

Дата поступления в редакцию: 26.01.2015 Дата принятия в печать: 25.03.2015

Актуальность исследования обусловлена поиском снижения содержания тяжелых металлов в грибах, так как в макромицетах Сибирского региона зарегистрировано их превышение в несколько раз предельно допустимых концентраций. В статье представлены результаты влияния тепловой обработки на физические характеристики (массу, объем, влажность) и содержание некоторых минеральных элементов, включая тяжелые металлы, в макромицетах, произрастающих в Новосибирской области. Показано, что тепловая обработка макромицетов вызывает изменение физических характеристик – снижение массы, объема и увеличения влажности и уменьшение содержания микроэлементов и тяжелых металлов. Степень изменения изучаемых характеристик определяется видовой принадлежностью макромицетов и временем теплового воздействия. Результатами исследований показано, что снижение массы и объема макромицетов не приводит к увеличению в них концентрации ТМ. При варке грибов в течение 10 мин количество минеральных элементов снижается на 17–66 %; в течение 20 мин происходит уменьшение в 1,5–3,0 раза, причем наибольшие потери приходятся на никель и селен, как у подгруздков белых, так и у лисичек настоящих. Результатами исследований доказано, что тепловую обработку можно рассматривать как фактор детоксикации тяжелых металлов в грибах при времени воздействия не менее 20 мин.

Дикорастущие макромицеты, тяжелые металлы, переработка грибов, детоксикация грибов, минеральные элементы.

Ввеление

В настоящее время в России возрастает уровень техногенного загрязнения природной экосистемы. Из литературных источников известно, что грибы накапливают тяжелые металлы, и к некоторым из них имеют специфическое сродство. Установлено, что свинец максимально поглощается желчным грибом, свинушкой тонкой, козляком, масленком, подосиновиком; цинк - белым грибом, свинушкой, горькушкой, сыроежкой; медь - сыроежкой, свинушкой, горькушкой, сморчком и строчком обыкновенным; кадмий - белым грибом, свинушкой, желчным грибом, сыроежкой и опенком осенним [3, 4, 5, 10, 12]. Поддубный и др. [7] указывают, что большинство видов грибов являются макроконцентратами по отношению к кадмию и могут накапливать его даже тогда, когда его концентрация в субстрате ниже предела обнаружения. Максимальное накопление мышьяка отмечено у грибов с сапротрофным типом питания, но не обнаружено у микоризообразователей и ксилотрофов.

Результатами исследований ряда ученых показано высокое содержание в почве Сибирского региона свинца, меди, кадмия, цинка и других тяжелых металлов, следовательно, существует принципиальная возможность аккумуляции тяжелых металлов (ТМ) макромицетами и дальнейший их перенос по пищевой цепи в организм человека [3, 5, 7, 10, 11, 13].

Проведенный нами мониторинг дикорастущих грибов Новосибирской области показал, что многие районы испытывают высокую техногенную нагрузку, поэтому в грибах зарегистрировано накопление

тяжелых металлов — кадмия, свинца, мышьяка, многократно превышающее допустимые уровни. В источниках литературы показано, что уменьшить избыточное поступление токсичных элементов и радионуклидов в организм с пищей, можно путем снижения их содержания в продуктах при помощи технологических операций. Процесс переработки грибной продукции может включать такие операции, как замачивание, бланширование или варку, соление, маринование [1, 2, 8, 9, 10, 14].

Ранее нами было проведено исследование по снижению содержания тяжелых металлов в грибах с помощью замачивания. На следующем этапе актуальным становится изучение влияния тепловой обработки грибов как фактор детоксикации тяжелых металлов. В настоящее время с целью сохранения пищевой ценности грибов все чаще применяют непродолжительную тепловую обработку (бланширование) в течение 2-5 мин при температуре 80-100 °C, однако для некоторых видов грибов время воздействия увеличивают до 10 мин. В доступных источниках литературы сведений о продолжительности тепловой обработки на изменения содержания тяжелых металлов в дикорастущих грибах недостаточно. В процессе тепловой обработки изменяются физические показатели грибов - масса, объем, влажность, что может существенно изменять концентрацию микроэлементов и тяжелых металлов в сырье.

Целью представленного исследования является изучение продолжительности бланширования на физические показатели, содержание некоторых

микроэлементов и тяжелых металлов в дикорастущих грибах Новосибирской области.

Объект и методы исследования

Объектом исследования являлись свежие дикорастущие грибы, наиболее распространенные в Западной Сибири — подгруздки белые (Russuladelica Fr.) и лисички настоящие (Cantharelluscibarius).

Для выполнения исследований использовали стандартные грибы молодого, среднего и зрелого возраста, отбираемые на заготовительных предприятиях Новосибирской области (Сузунский, Ордынский, Искитимский, Черепановский районы). Идентификацию вида грибов проводили по общепринятым признакам, описанным в специальной литературе [13].

Исследования свежих грибов выполняли в период с 2008 по 2014 гг. на базе научно-исследовательской лаборатории, кафедры экспертизы товаров Сибирского университета потребительской кооперации; аккредитованной испытательной лаборатории пищевых продуктов и продовольственного сырья ФГУ «Новосибирский ЦСМ»; лаборатории ФГУ «ЦЛАТИ по Сибирскому ФО».

Бланширование и варку грибов проводили в соответствии с ТУ 9167-007-01597959-04 «Грибы соленые ферментированные» и ТУ 9167-006-01597959-04 «Грибы соленые отварные и марино-

ванные», при температуре 100 °C в течение 5, 10 и 20 мин, в соотношении массы продукта и воды 1:2. Затем грибы охлаждали холодной проточной водой. Минеральный состав грибов изучали до и после воздействия рассмотренных операций.

Минеральные элементы в съедобных грибах определяли методом спектрометрии с индуктивносвязанной плазмой на приборе марки Орtima 2100. Массу и объем грибов определяли общепринятыми методами. Массовую долю влаги — экспрессметодом на анализаторе влажности «Эвлас-2» путем высушивания навески грибов до постоянной массы при температуре 105 °C.

Результаты исследования обрабатывали с помощью коэффициента Стъюдента зависимых переменных при уровне значимости p = 0.05.

Результаты и их обсуждение

Результаты проведенных нами исследований показали, что при тепловой обработке грибов происходят изменения физических показателей. Так, в период бланширования в течение 5 мин масса подгруздков белых уменьшилась на 12,3 %, лисичек настоящих на 6,5 % (табл. 1). Объем соответственно на 38,2 и 22,6 %. При дальнейшем тепловом воздействии не происходит значительных изменений массы и объема.

Таблица 1

| | | | |
|----------------------|-------------------------|-----------------------|---|
| Изменение физических | показателей дикорастущи | х грибов при тепловой | і обработке ($X \pm \Delta x$, n = 7) |

| Продолжительность | Macca | Объем | Влажность | | | |
|----------------------------|-------------------|------------|------------|--|--|--|
| тепловой обработки, мин | % к свежим грибам | | % | | | |
| Подгруздки белые | | | | | | |
| На начало | 100 | 100 | 88,15±0,15 | | | |
| 5 | 87,70±0,65 | 61,80±0,30 | 96,87±0,20 | | | |
| 10 | 85,23±0,55 | 59,15±0,40 | 97,10±0,20 | | | |
| 20 | 84,72±0,55 | 58,10±0,30 | 97,68±0,15 | | | |
| · | Лисички | настоящие | | | | |
| На начало | 100 | 100 | 65,82±0,15 | | | |
| 5 | 93,50±0,55 | 77,40±0,65 | 78,36±0,15 | | | |
| 10 | 90,28±0,48 | 75,80±0,55 | 82,31±0,21 | | | |
| 20 | 88,37±0,50 | 72,10±0,50 | 84,76±0,25 | | | |

Уменьшение массы грибов в процессе бланширования объясняется экстракцией водорастворимых веществ, усилению которой способствует рыхлая структура тканей и повышение проницаемости протоплазмы клеток под влиянием воздействия на клетки высоких температур [6]. Процесс коагуляции белковых веществ также приводит к уплотнению тканей плодовых тел грибов, в результате чего существенно уменьшается объем бланшированного сырья, что может увеличить концентрацию в нем тм

Анализ изменений минерального состава показал, что в процессе тепловой обработки в течение 5 и 10 мин в лисичках настоящих не выявлено снижение содержания свинца (рис. 1). Однако в подгруздках белых установлено достоверное снижение элемента после тепловой обработки в течение

5 мин на 17,52 %, в течение 10 мин — на 23,19 %. После 20 мин варки содержание свинца уменьшается на 47,28 % в подгруздках белых и на 31,67 % в лисичках.

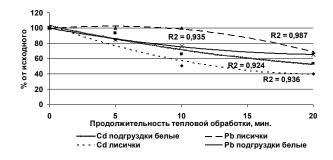


Рис. 1. Динамика кадмия и свинца в дикорастущих грибах в процессе тепловой обработки

Снижение содержания кадмия наблюдается в грибах в процессе непродолжительной тепловой обработки. При бланшировании подгруздков белых было выявлено снижение металла — на 6,53 %, лисичек — на 15,0 %. При увеличении времени воздействия до 10 мин наблюдается уменьшение содержания элемента на 35,0 % в подгруздках белых и 50 % в лисичках. После 20 мин варки наблюдается снижение содержания кадмия в грибах на 47,0—60,0 %.

Содержание мышьяка после 5 мин теплового воздействия не изменяется у подгруздков белых, а в лисичках происходит снижение на 44,42 %. Однако при увеличении продолжительности варки вдвое, происходит уменьшение содержания металла в обоих видах от 50,82 до 62,56 % от исходного количества. При варке в течение 20 мин отмечается снижение содержания мышьяка до 75,97 % (рис. 2).

Процесс бланширования оказывает минимальное воздействие на снижение содержания селена в грибах (табл. 2.). Так, потери элемента не превышают 4,0 % от исходного содержания. В процессе варки в течение 10 мин наблюдается снижение содержания селена до 50,0 %, при увеличении времени теплового воздействия дальнейших изменений не наблюдается.

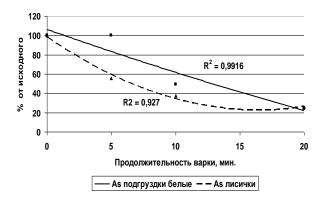


Рис. 2. Динамика мышьяка в дикорастущих грибах в процессе тепловой обработки

Установлено, что содержание железа, цинка и меди не изменяется в процессе варки грибов при температуре 100 °C в течение 5 мин. При увеличении времени воздействия вдвое наблюдается снижение содержания элементов на 15,0–36,0 %, в течение 20 мин на 43,0–59,0 %.

Таблица 2

| | _ | |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Изменения минерального состава | дикорастущих грибов в пр | оцессе тепловой обработки |

| Элемент | Продолжительность тепловой обработки, мин. | | | |
|----------|--|---------------------|-------|--|
| | 5 | 10 | 20 | |
| | Снижение содер | ожания элементов, % | | |
| | Лисичк | и настоящие | | |
| Алюминий | _ | _ | 28,97 | |
| Титан | 9,70 | 18,00 | 34,12 | |
| Марганец | 4,05 | 9,63 | 33,15 | |
| Никель | 22,79 | 65,71 | 83,57 | |
| Селен | 2,73 | 37,45 | 52,10 | |
| | Подгр | уздки белые | | |
| Алюминий | _ | 16,56 | 31,02 | |
| Титан | 14,23 | 26,68 | 42,06 | |
| Марганец | _ | 3,67 | 16,67 | |
| Никель | _ | 34,48 | 59,15 | |
| Селен | | 49,45 | 50,18 | |

Примечание. Прочерк (-) - изменений от исходной концентрации не выявлено.

Следовательно, при бланшировании незначительные потери микроэлементов происходят в лисичках — 3–23 % от исходного значения; в подгруздках белых зарегистрировано снижение только одного элемента — титана. При варке грибов в течение 10 мин количество минеральных элементов снижается на 17–66 %; в течение 20 мин — происходит уменьшение в 1,5–3,0 раза. Наиболее устойчивы к воздействию тепловой обработки среди изучаемых металлов — алюминий и марганец, потеря данных элементов составила 10 и 4 % соответственно.

В литературе имеются сведения о способах уменьшения ТМ в пищевой цепи [2, 4, 6, 9]. Так как почва является начальным звеном, аккумулирующим ТМ, то в сельском хозяйстве проводят мероприятия, направленные на снижение подвижности металлов: известкование, внесение органических удобрений. Следствием этого является снижение подвижности ТМ в почве и, следовательно, в продукции растениеводства.

На сегодняшний день ведущая роль также отводится использованию в рационе животных и человека детоксицирующих препаратов. Исследователями выявлено, что корень пиона и применение гумадапта значительно снижают содержание свинца. Замечено, что многие токсические явления, вызываемые действиями и свинца и кадмия, уменьшаются при одновременном включении в рацион селена.

В подсистеме «сырье – продукт питания» изучено изменение содержания ТМ в процессе тепловой обработки. Т.И. Боковой установлено, что при варке мяса цыплят снижение меди составило 13 %, цинка – 37 %, свинца – 29,4 %, кадмия – 19,5 % [2]. Выявлено, что после термообработки при 300 °С в польском грибе и моховиках происходит снижение ртути [14]. А.И. Щегловым [10] доказано, что кулинарная обработка уменьшает содержание радионуклидов. После варки грибов в течение 15–45 мин с двукратной (или более) сменой воды снижается

концентрация цезия-137 до допустимых величин. Содержание ТМ может существенно снижаться в овощах и картофеле также под действием кулинарной обработки [9]. В результате очистки, промывки, бланшировки содержание свинца и ртути снижается на 80-85 %, а кадмия на 20 %. Снижение содержания свинца при однократной промывке салата может достигать 30 % [1, 8].

Полученные нами экспериментальные данные согласуются с литературными [12].

Заключение

Тепловая обработка макромицетов вызывает изменение физических характеристик - снижение массы, объема и увеличения влажности и уменьшение содержания микроэлементов и тяжелых металлов.

Степень изменения изучаемых характеристик определяется видовой принадлежностью макромицетов и временем теплового воздействия. В частности, с увеличением времени теплового воздействия степень изменения физических характеристик увеличивается, причем в большей степени у подгруздков белых.

Результатами исследований показано, что снижение массы и объема макромицетов не приводит к увеличению в них концентрации ТМ.

Продолжительность варки в течение 5 мин практически не влияет на содержание минеральных элементов в грибах, что объясняется экстракцией водорастворимых веществ, усилению которой способствует рыхлая структура тканей и повышение проницаемости протоплазмы клеток под влиянием воздействия на клетки высоких температур.

При варке грибов в течение 10 мин количество минеральных элементов снижается на 17-66 %; в течение 20 мин происходит уменьшение в 1,5-3,0 раза, причем наибольшие потери приходятся на никель и селен, как у подгруздков белых, так и у лисичек настоящих.

Таким образом, тепловую обработку можно рассматривать как фактор снижения содержания тяжелых металлов в грибах при времени воздействия 20 минут, что обеспечивает снижение металлов в среднем на 30,0-80,0 %.

Список литературы

- 1. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.А. Алексеев. Л.: Агропромиздат, 1987. 142 с.
- 2. Бокова, Т.И. Эколого-технологические аспекты поведения тяжелых металлов в системе «почва растение животное – продукт питания человека» / Т.И. Бокова. – Новосибирск: ГНУ СибНИПТИП, 2004. – 206 с.
- 3. Вяйзенен, Г.Н. Мониторинг тяжелых металлов и радионуклидов в природных экосистемах / Г.Н. Вяйзенен, А.И.Токарь // Пищевые ресурсы дикой природы и экологическая безопасность населения: сб. материалов междунар. конф., 28–29 ноября 2004 г. – Киров, 2004. – С. 114–115.
- 4. Ускоренное выведение тяжелых металлов из организма животных / Г.А. Вяйзен, В.А. Савин, В.А. Гуляев и др. Новгород, 1997. – 300 с.
- 5. Егошина, Т.Л. Особенности аккумуляции тяжелых металлов дикорастущими видами ягод и грибов / Т.Л. Егошина, А.Е. Скопин, Н.А. Шулятьева // Пищевые ресурсы дикой природы и экологическая безопасность населения: сб. материалов междунар. конф., 28–29 ноября 2004 г. – Киров, 2004. – С. 128–131.
- 6. Папилина, В.А. Изменение качества свежих и соленых грибов в процессе хранения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.А. Папилина. – Л., 1983. – 24 с.
- 7. Поддубный, А.В. Макромицеты как индикаторы загрязнения среды тяжелыми металлами / А.В. Поддубный, Н.К. Христофорова, Л.Т. Ковековдова // Микология и фитопатология. -1998.- Т. 32.- Вып. 6.- С. 47-51.
- 8. Соколов, О.А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие: атлас распределения ТМ в объектах окружающей среды / О.А. Соколов, В.А. Черников. – Пущино: ОНТИ РНЦ РАН, 1999. – 164 с.
- 9. Спринчак, Д.В. Детоксикация тяжелых металлов (свинца и кадмия) в системе «почва растение животное»:
- дис. ...канд. биол. наук / Д.В. Спринчак. Новосибирск, 2004. 25 с.

 10. Цветнова, О.Б. Особенности распределения ¹³⁷Сѕ и тяжелых металлов в компонентах древостоя лесных биогеоценозов / О.В. Цветнова, А.И. Щеглов // Сб. науч. тр. – БГИТА. Вып. 5. – Брянск, 2003. – С. 158–161.
- 11. Цветнова, О.Б. Радионуклиды в травяно-кустарничковом ярусе лесных биогеоценозов / О.Б. Цветнова, А.И. Щеглов // Радиационная биология. Радиоэкология. 1999. – Т. 39. – № 4. – С. 462–467.
- 12. Цветнова, О.Б. Грибы биоиндикторы техногенного загрязнения / О.Б. Цветнова, А.И. Щеглов // Природа. 2002. - № 11. - C. 39-46.
- 13. Экспертиза грибов: учеб.-справ. пособие / И.Э. Цапалова, В.И. Бакайтис, Н.П. Кутафьева, В.М. Позняковский; под общ. ред. В.М. Позняковского. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 256 с.
- 14. Mercury loss edible mushrooms after their model thermal treatment / J. Cibulka, E. Curdova, D. Miholova, I. Dtehulova // Crech J. Food Sc. – 1999. – Vol. 17. – № 6. – P. 238–240.

I INFLUENCE OF HEAT TREATMENT ON MACROMYCETE PHYSICAL CHARACTERISTICS AND THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THEM

S.N. Che*, V.I. Bakaytis, I.E. Tsapalova

Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia

*e-mail: proscien@sibupk.nsk.su

Received: 26.01.2015 Accepted: 25.03.2015 The relevance of the study is due to looking for ways to reduce the content of heavy metals in mushrooms, as several times excess of their maximum permissible concentrations is registered in macromycetes of the Siberian region. The article demonstrates the influence of heat treatment on physical characteristics (mass, volume, humidity) and the content of some mineral elements including heavy metals in mushrooms growing in the Novosibirsk region. It is shown that heat treatment of macromycetes causes a change in physical characteristics: mass and volume reduction, increase of humidity and decrease in the content of trace elements and heavy metals. The rate of change of the studied characteristics is determined by the species of macromycetes and time of heat exposure. Results of studies have shown that reducing the mass and volume of macromycetes does not lead to an increase in the concentration of heavy metals. When cooking mushrooms for 10 minutes the amount of mineral elements is reduced by 17-66%; for a 20 minute period this characteristic is 1.5-3.0 times less with the greatest losses occurring in nickel and selenium, with both the white milkycap and the chanterelle. Research results proved that the heat treatment can be considered as heavy metals detoxification factor in mushrooms when the exposure time is not less than 20 minutes.

Wild macromycete, heavy metals, mushroom processing, detoxification of mushrooms, mineral elements.

References

- 1. Alekseev Yu.V. *Tyazhelye metally v pochvakh i rasteniyakh*. [Heavymetals in soils and plants]. Leningrad, Agropromizdat, 1987. 142 p.
- 2. Bokova T.I. *Ekologo-tekhnologicheskie aspekty povedeniya tyazhelykh metallov v sisteme pochva rastenie zhivotnoe product pitaniya cheloveka*. [Ecologo-technological aspects of heavy metals behavior in soil-plant-animal-human food system]. Novosibirsk, GNU SibNIPTIP Publ., 2004. 206 p.
- 3. Vyayzenen G.N., Tokar A.I. Monitoring tyazhelyh metallov i radionuklidov v prirodnykh ekosistemakh [Monitoring of heavy metals and radionuclides in natural ecosystems]. *Trudy mezhd. konf. «Pishhevye resursy dikoj prirody i jekologicheskaja bezopasnost' naselenija»* [Proc. of the International conference «Food Resources of the Wild Nature and Ecological Safety of the Population»]. Kirov, 2004, pp. 114-115.
- 4. Vyayzenen G.N., Savin V.A., Gulyaev V.A., Vyayzen G.A., Tokar A.I., *Uskorennoe vyvedenie tyazhelykh metallov iz organizma zhivotnykh* [Accelerated removal of heavy metals from the body of animals]. Novgorod, 1997. 300 p.
- 5. Egoshina T.L., Skopin A.E., Shulyatyeva N.A., Osobennosti akkumulyacii tyazhelyh metallov dikorastuschimi vidami yagod i gribov [Features of accumulation of heavy metals by wild species of berries and mushrooms] *Trudy mezhd. konf. «Pishhevye resursy dikoj prirody i jekologicheskaja bezopasnost' naselenija»* [Proc. of the International conference «Food Resources of the Wild Nature and Ecological Safety of the Population»]. Kirov, 2004, pp. 128-131.
- 6. Papilina V.A. *Izmenenie kachestva svezhikh i solenykh gribov v processe khraneniya*. Avtoreferat diss. kand. tekhn. nauk [The change of the quality of fresh and salted mushrooms during storage. Cand. tech. sci. abstract diss.]. Leningrad, 1983, 24 p.
- 7. Poddubniy A.V., Hristoforova N.K., Kovekovdova L.T., Makromicety kak indikatory zagryazneniya sredy tyazhelymi metallami [Macromycetes as indicators of pollution by heavy metals]. *Mikologija i fitopatologija* [Mycology and phytopathology], 1998, vol. 32, no. 6, pp. 47-51.
- 8. Sokolov O.A., Chernikov V.A. *Ekologicheskaya bezopasnost i ustoychivoe razvitie: Atlas raspredeleniya TM v ob'ektakh okruzhayushey sredy* [Ecological safety and sustainable development: Atlas of the distribution of heavy metals in environmental objects]. Puschino, ONTI RNC RAN, 1999. 164 p.
- 9. Sprinchak D.V. *Detoksikacija tjazhelyh metallov (svinca i kadmija) v sisteme «pochva rastenie zhivotnoe»*. Diss. kand. biol. nauk [Detoxification of heavy metals (lead and cadmium) in the "soil plant animal" system. Cand. biol. sci. diss.]. Novosibirsk, 2004. 25 p.
- 10. Cvetnova O.B., Scheglov A.I. Osobenosti raspredeleniya Cs i tyazhelykh metallov v komponentakh drevostoya lesnykh biogeocenozov. [Distinctions of the distribution of *Cs* and heavy metals in the tree stratum of the forest biogeocoenosis]. *Trudy BGITA* [Proc. of the BGITA]. Bryansk, 2003. pp. 158-161.
- 11. Cvetnova O.B., Scheglov A.I. Radionuklidy v travyano-kustarnichkovom yaruse lesnykh biogeocenozov. [Radionuclides in the grass-bush layer of the forest biogeocenosis] *Radiocionnaya biologiya*. *Radioekologiya* [Radiation biology. Radio ecology], 1999, vol. 39, no. 4, pp. 462-467.
- 12. CvetnovaO.B., Scheglov A.I., Griby bioindikatory tekhnogennogo zagryazneniya [Mushrooms as biological indicators of the technogenic pollution]. *Priroda* [Nature], 2002, no. 11, pp. 39-46.
- 13. Capalova I.E., Bakaytis V.I., Kutaf'eva N.P., Poznyakovskiy V.M. *Expertiza gribov* [Mushrooms evaluation]. Novosibirsk, Sib. Univ. Publ., 2002. 256 p.
- 14. Cibulka J., Curdova E., Miholova D., Dtehulova I., Mercury loss edible mushrooms after their model thermal treatment. *Crech J. Food Sc.*, 1999, vol. 17, no. 6, pp. 238–240.

Дополнительная информация / Additional Information

- Че, С.Н. Влияние тепловой обработки на физические показатели и содержание тяжелых металлов в макромицетах / С.Н. Че, В.И. Бакайтис, И.Э. Цапалова // Техника и технология пищевых производств. -2015. Т. 37. № 2. С. 138–143.
- Che S.N., Bakaytis V.I., Tsapalova I.E. Influence of heat treatment on macromycete physical characteristics and the content of heavy metals in them. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 138–143. (In Russ.)

Че Светлана Николаевна

канд. техн. наук, младший научный сотрудник Научноисследовательской лаборатории экспертизы товаров НОУ ВПО Центросоюза РФ «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26, e-mail: proscien@sibupk.nsk.su

Бакайтис Валентина Ивановна

д-р техн. наук, профессор, проректор по научной работе НОУ ВПО Центросоюза РФ «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26, тел.: +7 (383) 346-45-39, e-mail: proscien@sibupk.nsk.su

Цапалова Инта Эрнестовна

д-р техн. наук, профессор, старший научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории экспертизы товаров, НОУ ВПО Центросоюза РФ «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26

Svetlana N. Che

Cand.Tech.Sci., Junior Researcher at the Research Laboratory Examination of Goods, Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia, e-mail: proscien@sibupk.nsk.su

Valentina I. Bakaytis

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Vice Rector for Academic Affairs, Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia, phone: +7 (383) 346-45-39, e-mail: proscien@sibupk.nsk.su

Inta E. Tsapalova

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Senior Researcher at the Research Laboratory Examination of Goods, Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia



УДК 658.62.018+633.11

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ)

Г.В. Шуршикова¹, В.И. Котарев², Н.М. Дерканосова^{2,*}, О.А. Василенко², Н.И. Золотарева²

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», 394006, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, 1

²ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1

*e-mail: kommerce05@list.ru

Дата поступления в редакцию: 21.04.2015 Дата принятия в печать: 29.04.2015

Качество продукции зависит от уровня функционально-технологических характеристик сельскохозяйственного сырья, определенного применительно к закономерностям формирования потребительских свойств отдельных пищевых продуктов. Современные условия формирования потребительского рынка определяют необходимость рационального использования потенциала отечественных сырьевых источников. Цель исследования разработка методики комплексной оценки уровня качества сельскохозяйственной продукции, адаптированной на примере функционально-технологических свойств зерна пшеницы применительно к обеспечению потребительских свойств хлебобулочных изделий. Объект исследования - зерно пшеницы 3 класса (Воронежская область). Математический инструмент методики – теория нечетких множеств. Сформирован нечеткий классификатор для оценки свойств зерна; определено множество из шести показателей, формирующих функционально-технологические свойства зерна; значения показателей упорядочены и представлены лингвистическими переменными с трапециевидной функцией принадлежности; даны правила вычисления функций принадлежности. Учтены особенности описания отдельных показателей, например, «качество сырой клейковины». Для образца зерна пшеницы вычислены значения функций принадлежности лингвистических переменных «уровень показателя» для всех показателей и лингвистической переменной Установлено, что исследуемый образец зерна имеет 2 (средний) уровень качества. «уровень качества». Соответственно, может быть рекомендован в производстве хлебопекарной муки для подовых сортов, в том числе батонов, булок, слоеных изделий, продукции диетического назначения, за исключением аглютеновых, а также затяжного печенья, крекера. Определение уровней функционально-технологических свойств направленно сельскохозяйственной продукции позволит использовать сырье ппя продовольственных товаров для отдельного сегмента потребителей (детское, диетическое и другое специализированное питание), конкретных технологий (традиционных, ускоренных и т.д.), видов продукции и тем самым рационально использовать сырьевой потенциал агропромышленного комплекса.

Функционально-технологические свойства, уровень качества, методика оценки уровня функционально-технологических свойств, зерно пшеницы, теория нечетких множеств.

Ввеление

В современных условиях формирования потребительского рынка существенно возрастает роль рационального подхода к использованию потенциала отечественных сырьевых источников.

При этом, несмотря на принятое в международной практике обязательное выполнение только одного вида требования — безопасности, для формирования потребительских свойств пищевых продуктов важное место занимают и показатели качества, в том числе формирующие функциональнотехнологические свойства сельскохозяйственного сырья. Разработка методики комплексной оценки уровня качества с учетом всех функциональнотехнологических свойств относится к первоочередным задачам эффективного использования потенциала агропромышленного комплекса страны.

В соответствии с актуальными направлениями формирования потребительского рынка сельскохозяйственной продукции в работе была поставлена цель — разработка методики оценки уровня функционально-технологических свойств сельскохозяйственной продукции. Методика апробирована на примере зерна пшеницы, как одного из видов сельскохозяйственной продукции, формирующего статус безопасности продовольственного рынка.

С точки зрения формирования потребительских готовой продукции функциональносвойств технологические показатели сельскохозяйственного сырья играют немаловажную роль, обеспечивая такие характеристики, как структура, форма, цвет и внешний вид готовых изделий, выражающиеся как органолептическими, так и физико-химическими показателями. При этом формирование высоких потребительских свойств готовых изделий из одного и того же основного сырья требует его различные функционально-технологические свойства, а иногда и строго противоположные. Так, исследованиями В.Я. Черныха (Центр реологии пищевых сред ФБГНУ НИИ хлебопекарной промышленности) установлены критические контрольные точки функционально-технологических свойств муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта для хлебобулочных изделий [1–4]:

- среднеэквивалентный диаметр частиц муки 100–110 мкм (при максимально возможной степени выравненности грансостава);
- цвет муки отношение количества желтого к суммарному количеству белого и коричневого цветов 0,4-0,5;
 - способность муки к потемнению 10-11 %;
 - количество клейковины, не менее 28 %;
- общая деформация клейковины 75-80 ед. пр. ИДК;
 - «число падения» муки (235 \pm 15) с;
 - валориметрическая оценка теста 45-54 е.в.;
 - разжижение теста 81–120 е.ф.;
 - титруемая кислотность муки не более 3 град.

В то же время для формирования потребительских свойств мучных кондитерских изделий, например, сахарного печенья, требуется значительно меньшее содержание клейковины — 26 % с ограничительной нормой «не более».

Таким образом, качество продукции зависит от уровня функционально-технологических свойств сельскохозяйственного сырья, определенного применительно к конкретным закономерностям формирования их потребительских свойств. При этом одни характеристики, как правило, имеют решающее значение, вторые — второстепенное, несмотря на то, что и те и другие соответствуют требованиям нормативных документов. В связи с чем разработка подходов к градации сельскохозяйственной продукции как сырья с позиций обеспечения потребительских свойств готовых изделий отвечает принципам рационального подхода к ресурсам АПК.

Целью настоящего исследования явилась разработка методики комплексной оценки уровня качества сельскохозяйственной продукции, адаптированной на примере функционально-технологических свойств зерна пшеницы применительно к обеспечению потребительских свойств хлебобулочных изделий.

Объект и методы исследования

Объект исследования – зерно пшеницы 3 класса по ГОСТ Р 52554-2006. Исследования зерна пшеницы проводились стандартизированными методиками – по ГОСТ 10987-76, ГОСТ 27676-88, ГОСТ 10846-91, ГОСТ Р 54478-2011, ГОСТ Р 54895-2912.

Математический инструмент предложенной методики – теория нечетких множеств. Методика предусматривает последовательное выполнение **четырех этапов**.

9man 1

Определяем множество показателей, характеризующих свойства зерна. Каждому показателю поставим в соответствие переменную X_i (i=I,..., n), где n — число показателей. Показатели определяются таким образом, что рост каждого отдельного показателя сопряжен с повышением или со снижением (если, например, речь идет о показателях безопасности) уровня качества зерна.

Эman 2

Определяем классификатор для оценки свойств зерна как разновидность так называемой «серой» шкалы Поспелова [5], представляющей собой полярную (оппозиционную) шкалу, в которой переход от свойства A+ к свойству A- происходит плавно. Шкалы удовлетворяют условиям:

- а) взаимной компенсации между свойствами A+ и A- (чем в большей степени проявляется A+, тем в меньшей степени проявляется A-, и наоборот);
- б) наличия нейтральной точки A_0 , интерпретируемой как точка наибольшего противоречия, в которой оба свойства присутствуют в равной степени.

Эman 3

Оценку показателя в смысле влияния его на уровень качества будем проводить в зависимости от его значения с использованием лингвистической переменной. Введем лингвистическую переменную b_i = «значение показателя X_i ». Универсальным множеством для переменной b_i является отрезок [n,m], где n — минимальное, m — максимальное значение показателя, а множеством значений переменной b_i — терм-множество B_i . Примем, что каждая лингвистическая переменная имеет трапециевидную функцию принадлежности, которая может быть определена четверкой чисел $x = (a_1, a_2, a_3, a_4)$, т.е. функция принадлежности каждого терма B_{ij} имеет вид (1).

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < a_1; \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & \text{если } a_1 \leq x < a_2; \\ 1, & \text{если } a_2 \leq x \leq a_3; \\ \frac{x - a_4}{a_3 - a_4}, & \text{если } a_3 < x \leq a_4; \\ 0, & \text{если } x > a_4. \end{cases} \tag{1}$$

Определяем терм-множество для каждого показателя, будем использовать терм-множество из трех элементов-значений, т.е. $B_i = \{B_{i1}, B_{i2}, B_{i3}\}$:

 B_{i1} — «низкий уровень показателя X_i »;

 B_{i2} – «средний уровень показателя X_i »;

 B_{i3} – «высокий уровень показателя X_i ».

9man 4

Определяем соответствие множества значений показателей, характеризующих уровень качества X_i (i=1,...,n), где n – число показателей к высказываниям об уровне качества $H = \{H_1, H_2, H_3\}$.

Для формирования правила перехода от оценок показателей к лингвистическим переменным надо определить вес (важность) показателя по степени вклада в уровень качества, т.е. сопоставить каждому показателю X_i его вес r_i , определяющий вклад показателя в уровень качества. Если веса показателей упорядочены, т.е. имеется информация о том, что $r_1 \geq r_2 \geq \ldots \geq r_n$ и больше никакой информации об этих величинах нет, то вес определяется по правилу Фишберна [4]:

$$r_i = \frac{2(n-i+1)}{(n-1)n}. (2)$$

Если показатели равно предпочтительны или системы предпочтений нет, то будем считать, что они обладают равным весом:

$$r_i = 1/n. (3)$$

При выбранной системе весов показателей правило перехода от значений показателей качества к весам термов лингвистической переменной g имеет вид [6]:

$$p_k = \sum_{i=1}^n r_i \mu_{ki}, \qquad k = 1, 2, 3.$$
 (4)

Вычислив наблюдаемые веса каждого терма лингвистической переменной H_i , получим значения самой переменной h по формуле

$$h = \sum_{k=1}^{3} p_k \overline{h}_k, \tag{5}$$

где \bar{h}_k — середина промежутка, который является носителем терма $H_k \in (a_{k1}, a_{k4}]$.

Результаты и их обсуждение

Апробируем методику градации сельскохозяйственной продукции по уровням качества на примере зерна пшеницы третьего класса. Исследования партий зерна пшеницы проводили в Воронежском филиале Федерального центра оценки безопасности и качества зерна и продуктов его переработки [7].

В соответствии с ГОСТ Р 52554-2006 зерно пшеницы делится на классы. Но в границах класса и классов можно выделить дополнительные градации, которые позволят направленно использовать конкретные партии зерна, например, для формирования потребительских свойств муки для хлебобулочных, мучных кондитерских, макаронных изделий и крупяной продукции.

9man 1

В соответствии с ГОСТ Р 52554-2006 определим перечень показателей, характеризующих уровни качества (табл. 1) и класс зерна пшеницы. Значение показателя измеряется, либо определяется на качественном уровне по стандартизированным методикам. Анализ требований ГОСТ Р 52554-2006 обусловил выбор шести показателей качества, так как именно эти показатели и определяют, к какому классу относится зерно. В число показателей, определяющих уровень качества, не включены сорная, зерновая примесь, головневые, мараные, синегузочные зерна, зараженность вредителями, так как эти показатели при выполнении допустимых уровней фактически не влияют на функциональнотехнологические свойства зерна пшеницы. Кроме того, из показателей качества условно исключена массовая доля влаги, т.к. аналогично при выполнении требования по допустимому уровню влажность больше относится к факторам, сохраняющим свойства зерна и обусловливающим его экономические характеристики. Таким образом, заключение о фактическом уровне качества основывается на значениях 6 показателей качества. Каждому показателю поставим в соответствие переменную X_i (i=1,...,n), где n=6 – число показателей. Показатели определяются таким образом, что рост каждого отдельного показателя сопряжен с повышением качества зерна; если для какого-либо показателя наблюдается противоположная тенденция, то при анализе он заменяется на сопряженный. Например, если рассматривать показатель «качество клейковины» или «число падения», то при достижении определенной величины рост показателя рассматривается как снижение качества зерна. Применительно к функционально-технологическим свойствам зерна пшеницы для хлебопечения критическими точками соответственно для показателей можно признать 75 ед. прибора ИДК и 250 с.

Показатели качества зерна пшеницы

| Показатель | Обозначение показателя X_i в классификационной схеме | Наименование класса | Допустимые значения по ГОСТ Р 52554-2006 |
|---|--|---------------------|--|
| Массовая доля белка, % на СВ, не менее | | 1 класс | 14,5 |
| | | 2 класс | 13,5 |
| | X_I | 3 класс | 12,0 |
| | <u> </u> | 4 класс | 10,0 |
| | | 5 класс | Не ограничивается |
| | <u> </u> | 1 класс | 32,0 |
| Массовая доля сырой | | 2 класс | 28,0 |
| клейковины, %, не менее | X_2 | 3 класс | 23,0 |
| | | 4 класс | 18,0 |
| | | 5 класс | Не ограничивается |
| | <u> </u> | 1 класс | Группы I – 45–75 |
| Качество сырой клейко- | <u> </u> | 2 класс | Группы I – 45–75 |
| вины, единицы прибора | X_3 | 3 класс | Группы II – 20–100 |
| ИДК, не ниже | | 4 класс | Группы II – 20–100 |
| | Γ | 5 класс | Не ограничивается |
| | | 1 класс | 200 |
| *** | X_4 | 2 класс | 200 |
| Число падения, с, не менее | | 3 класс | 150 |
| ne mence | | 4 класс | 80 |
| | | 5 класс | Не ограничивается |
| | | 1 класс | 60 |
| 0 | | 2 класс | 60 |
| Стекловидность, %, не менее | X_5 | 3 класс | 40 |
| ne mence | | 4 класс | Не ограничивается |
| | | 5 класс | Не ограничивается |
| Натура, г/л, не менее | | 1 класс | 750 |
| | | 2 класс | 750 |
| | X_6 | 3 класс | 730 |
| | Γ | 4 класс | 710 |
| | | 5 класс | Не ограничивается |

Этап 2 Таблица 2

Сформируем классификатор в виде нечеткого лингвистического описания на отрезке [0,1] [4]. Введем лингвистическую переменную h= «значение уровня качества зерна 3 класса». Универсальным множеством для переменной g является отрезок [0,1], а множеством значений переменной h- терм-множество $H=\{H_1,H_2,H_3\}$, где H_i определяется следующим образом:

 H_1 = «1 уровень качества», самый высокий уровень качества, например, с точки зрения функционально-технологических свойств для хлебобулочных изделий;

 H_2 = «2 уровень качества»;

 H_3 = «3 уровень качества», самый низкий.

Каждый терм из множества Н является именем нечеткого подмножества на отрезке [0,1]. Будем рассматривать эти нечеткие подмножества как трапециевидные нечеткие числа (формула 1).

Составим таблицу функций принадлежности каждого терма (табл. 2), используя формулу функции принадлежности трапециевидного нечеткого числа $x = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ (1).

Функции принадлежности для терм-множества h

| Терм H_k | Функции принадлежности нечеткого множества Н |
|--|---|
| H_1 =«1 уровень качества» $H_1 \in [0; 0,4]$ | $\mu_1 = \begin{cases} 1, & \text{если } 0 \le h \le 0,2; \\ 5(0,4-h), & \text{если } 0,2 < h \le 0,4 \end{cases}$ |
| H_2 =<2 уровень качества» $H_2 \in (0,2; 0,8]$ | $\mu_2 = \begin{cases} 1\text{-}5(0\text{,}4-\text{h}), & \text{если } 0\text{,}2 < h \leq 0\text{,}4; \\ 1, & \text{если } 0\text{,}4 < h \leq 0\text{,}6 \\ 5(0\text{,}8-h), & \text{если } 0\text{,}6 < h \leq 0\text{,}8 \end{cases}$ |
| H_3 =«3, низший, уровень качества» $H_3 \in (0,6;1]$ | $\mu_3 = \begin{cases} 1\text{-}5(0,8-h), & \text{если } 0,6 < h \leq 0,8; \\ 1, & \text{если } 0,8 < h \leq 1 \end{cases}$ |

В формулах функций принадлежности отброшены интервалы, на которых функция принимает нулевое значение.

9man 3

Определим терм-множество из трех элементов для каждого показателя X_i , т.е. $B_i = \{B_{i1}, B_{i2}, B_{i3}\}$:

 B_{i1} — «низкий уровень показателя X_i »;

 B_{i2} – «средний уровень показателя X_i »;

 B_{i3} – «высокий уровень показателя X_i ».

В табл. З значения показателей упорядочены по термам. Терм представлен четверкой чисел $x = (a_1, a_2, a_3, a_4)$, что соответствует трапециевидной функции принадлежности. Четверка определяется либо на основании экспертного опроса, либо формально.

Так, в связи со спецификой показателя качества сырой клейковины (X_3) низкий и средний уровень определяется парами чисел $x=(a_1,\ a_2,\ a_3,\ a_4)$, см. табл. 3.

Для формального определения четверки чисел можно использовать ряд коэффициентов. Так, если значение показателя пропорционально значению уровня качества, то ряд коэффициентов \mathbf{k}_{J} представлен последовательностью (0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1). Таким образом, получить диапазоны для лингвистической переменной можно по формуле, например, для B_{11} (на примере массовой доли белка для зерна пшеницы 3 класса):

$$a_1 = X_{1min} + 0 \cdot (X_{1max} - X_{1min}) = 12,0;$$

 $a_2 = X_{1min} + 0 \cdot (X_{1max} - X_{1min}) = 12,0;$
 $a_3 = X_{1min} + 0,2 \cdot (X_{1max} - X_{1min}) = 12,3;$
 $a_4 = X_{1min} + 0,4 \cdot (X_{1max} - X_{1min}) = 12,6.$

Это правило использовалось для определения значений термов B_{i1} , что показано в табл. 3.

Таблица 3

Оценки допустимых значений показателей в форме лингвистических переменных для зерна 3-го класса

| | | Терм и значения коэффициентов | | |
|------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Показатель X_i | Значение | B_{i1} (0; 0; 0,2; 0,4) | B_{i2} (0,2; 0,4; 0,6; 0,8) | B_{i3} (0,6; 0,8; 1,0; 1,0) |
| X_1 | От 12,0 до 13,5 % на СВ | 12,0; 12,0; 12,3; 12,6 | 12,3; 12,6; 12,9; 13,2 | 12,9; 13,2; 13,5; 13,5 |
| X_2 | От 23 до 28 % | 23,0; 23,0; 24,0; 25,0 | 24,0; 25,0; 26,0; 27,0 | 26,0; 27,0; 28,0; 28,0 |
| X_3 | От 20 до 100 единиц прибора ИДК | 20,0; 20,0; 25,0; 30,0 или | 25,0; 30,0; 40,0; 45,0 или | 40,0; 45,0; 75,0; 80,0 |
| | • • | 100,0; 100,0; 95,0; 90,0 | 95,0; 90,0; 80,0; 75,0 | |
| X_4 | От 150 до 200 с | 150; 150; 160; 170 | 160; 170; 180; 190 | 180; 190; 200; 200 |
| X_5 | От 40 до 60 % | 40; 40; 44; 48 | 44; 48; 52; 56 | 52; 56; 60; 60 |
| X_6 | От 730 до 750 г/л | 730; 730; 734; 738 | 734; 738; 742; 746 | 742; 746; 750; 750 |

Этап 4 Таблица 4

Определим значения функции принадлежности μ_{ij} , где i – индекс показателя (i=1...6), j – индекс терма (j=1...3), расчеты по формуле (1). Результаты по одному из образцов представлены в табл. 4, графическая иллюстрация на рис. 1. В последней строке табл. 4 вычислены веса термов p_k , k=1,2,3 по формуле (4) при условии, что все показатели равно предпочтительны, т. е., в свою очередь обладают равным весом: $r_i = 1/n = 1/6$, для i=1...6. В этом случае вес терма есть среднее арифметическое значений функции принадлежности μ_{ik} терма B_{ik} .



Рис. 1. Пример значения функции принадлежности лингвистической переменной по показателю «Массовая доля белка, %»

Первичная обработка показателей качества для образца пшеницы

| Показатель | | Значения функции принадлежности μ_{ik} | | |
|--|-------------------------|--|------------|------------|
| X_i | Фактическое значение | μ_{il} | μ_{i2} | μ_{i3} |
| X_I | 12,5 | 0,33 | 0,67 | 0 |
| X_2 | 25,0 | 0 | 1 | 0 |
| X_3 | 81,0 | 0 | 1,0 | 0 |
| X_4 | 193,0 | 0 | 0 | 1,0 |
| X_5 | 55,0 | 0 | 0,25 | 0,75 |
| X_6 | 745 | 0 | 0,25 | 0,75 |
| Вес терма p_k лингвистической переменной h : $p_k = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \mu_{ki}, k = 1, 2, 3.$ | | 0,055 | 0,528 | 0,417 |

Далее вычислим значение функции принадлежности лингвистической переменной h=«Уровень качества» для образца в соответствии с формулами (4) и (5) (табл. 5). Переход от веса терма p_k к значению лингвистической переменной h обусловлен тем, что самый высокий, первый уровень качества (H_1 = «1 уровень качества») достигается при значениях B_{i3} — «высокий уровень показателя X_i », поэтому $p_i = p_k$, j = 3 - k + 1, $k = 1 \dots 3$.

| D ~ | U | U 1 | | ~ |
|------------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|--------------------|
| Вычисление значений | пингвистическои п | eneмeннои $h = \ll vr$ | ловень качества» л | пя ооразна пшенины |
| BBI IIICHCIIIIC SIIG ICIIIII | JIIIII DIICIII ICCROII II | openion in wy | DODOTTO RUITOTTOUN A | от образца пшеницы |

| Вес терма p_j лингвистической переменной h^* | Множество-носитель <i>j</i> -го терма лингвистической переменной h | Середина промежутка H_j , $ar{h}_j$ | $h_j = p_j \overline{h}_j$ |
|---|--|---|----------------------------|
| Bec $p_1 = 0,417$ | $H_1 \in [0; 0,4]$ | 0,2 | 0,0834 |
| Bec p_2 = 0,528 | $H_2 \in (0,2; 0,8]$ | 0,5 | 0,2640 |
| Bec p_3 = 0,055 | $H_3 \in (0,6;1]$ | 0,8 | 0,0440 |
| $h = \sum_{j=1}^{3} p_j \overline{h}_j =$ | | | 0,3914 |

Примечание. * см. последнюю строку табл. 4.

Используя табл. 1, найдем значения функций принадлежности $\mu_k(\mathbf{h})$, если $\mathbf{h}=0.3914$ (см. рис. 2):



Рис. 2. Пример определения уровня качества по значениям функций принадлежности лингвистической переменной

для H_1 =«1, самый высокий уровень качества»:

$$\mu_1(0.3914) = 5 \cdot (0.4 - 0.3914) = 0.043;$$

для $H_2 = \ll 2$ уровень качества»:

$$\mu_2(0,3914) = 1 - 5 \cdot (0,4 - 0,3914) = 0,957;$$

для H_3 =«3, самый низкий уровень качества»:

$$\mu_3(0,3914) = 0.$$

Результаты расчетов показывают, что исследуемый образец зерна имеет 2 (средний) уровень качества с достаточно высоким значением функции принадлежности. Соответственно, может быть рекомендован для производства хлебопекарной муки для подовых сортов хлебобулочных изделий, в том числе батонов, булок, слоеных изделий, для хлебобулочных изделий диетического назначения, за исключением аглютеновых, а также затяжного печенья, крекера.

Таким образом, предложенная методика позволяет проводить градацию сельскохозяйственного сырья по функционально-технологическому назначению и, соответственно, реализовывать механизм рационального использования потенциала сырьевого ресурса по целевому назначению.

Список литературы

- 1. Болтенко, Ю.А. Разработка реологических критериев управления свойствами пшеничного теста и качеством хлебобулочных изделий: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Болтенко Юрий Алексеевич. М.: МГУПП, 2010. 177 с.
- 2. Черных, В.Я. Регулирование состояния углеводно-амилазного комплекса хлебопекарной муки: учеб. пособие / В.Я. Черных, М.А. Ширшиков. М.: ИК МГУПП, 2003. 138 с.
- 3. Черных, В.Я. Управление хлебопекарными свойствами пшеничной муки / В.Я. Черных // Хлебопекарное и кондитерское производство. -2014. № 10. -C. 12-14
- 4. Черных, В.Я. Методология управления реологическими свойствами полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного производства / В.Я. Черных, Е.В. Жирнова // Хлебопечение России. -2015. -№ 1. -C.14-17.
- 5. Поспелов, Д.С. «Серые» и/или «черно-белые» [шкалы] / Д.С. Поспелов // Прикладная эргономика. Специальный выпуск «Рефлексивные процессы». 1994. № 1.– С. 29–33.
 - 6. Конышева, Л.К. Основы теории нечетких множеств / Л.К. Конышева, Д.М. Назаров. СПб: Питер, 2011. 192 с.
- 7. Статистическая оценка хлебопекарного потенциала зерна пшеницы / Н.М. Дерканосова, М.Д. Горожанина, Л.Ш. Довлатов, Л.П. Попова // Хлебопродукты. 2014. № 2. С. 58–61.

METHODS FOR COMPLEX EVALUATION OF THE QUALITY LEVEL OF AGRICULTURAL PRODUCTS (BY THE EXAMPLE OF WHEAT GRAIN)

G.V. Shurshikova¹, V.I. Kotarev², N.M. Derkanosova^{2,*}, O.A. Vasilenko², N.I. Zolotareva²

¹Voronezh State University, 1, Universitetskaya pl., Voronezh, 394006, Russia

> ²Voronezh State Agricultural University named after Emperor Peter I, 1, ul. Mitchurina, Voronezh, 394087, Russia

> > *e-mail: kommerce05@list.ru

Received: 21.04.2015 Accepted: 29.04.2015

The product quality depends on the level of functional and technological characteristics of agricultural raw materials as determined in relation to the laws of formation of consumer properties of certain foods. Current conditions of forming the consumer market determine the need for the rational use of the potential of domestic raw material sources. The purpose of the research is to develop a comprehensive method for evaluating the quality level of agricultural products adapted by the example of functional and technological properties of wheat in relation to the provision of consumer properties of bakery products. The object of the study is wheat grain of class 3 (the Voronezh region). The mathematical tool of this method is the theory of fuzzy sets. Fuzzy classifier for grain property evaluation has been developed; the set of six indices that form the functional and technological properties of grain has been determined; the values of indices have been arranged and presented by linguistic variables with trapezoidal membership function; the rules for calculating the membership functions are given. Features for describing individual indices, for example, «the quality of raw gluten», have been considered. For the sample of wheat grain, the values of membership functions of linguistic variables «index level» for all indices and linguistic variable «quality level» have been calculated. It has been determined, that the studied sample of grain has the second (medium) quality level. Therefore, it can be recommended for the production of bread flour for special sorts, including long loaves, small loaves, flaky pastry, dietetic products, except gluten-free, flaky cookies and biscuits. Evaluation of the level of functional and technological properties of agricultural products enables to use raw materials for the production of foods for a certain segment of consumers (children, dietary and other special food), specific technologies (traditional, accelerated, etc.), and types of products and thereby to exploit efficiently the resource potential of agro-industrial complex.

Functional and technological properties, quality level, method for evaluation the level of functional and technological properties, wheat grain, the theory of fuzzy sets.

References

- 1. Boltenko Y.A. *Razrabotka reologicheskikh kriteriev upravleniia svoistvami pshenichnogo testa i kachestvom khlebobulo-chnykh izdelii.* Diss. kand. tekhn. nauk [Developing of rheologic standarts of management of properties wheat pastry and quality of bakery. Cand. tech. sci. diss.]. Moscow, 2010. 177 p.
- 2. Chernykh V.Ya., Shirshikov M.A. *Regulirovanie sostoianiia uglevodno-amilaznogo kompleksa khlebopekarnoi muki* [Regulation of state of carbohydrate-amylase complex of bread flour], Moscow, Moscow State University of Food Production Publ., 2003. 138 p.
- 3. Chernykh V.Ya., Zhirnova E.V. Upravlenie khlebopekarnymi svoistvami pshenichnoi muki [Management of baking properties of wheat flour]. *Konditerskoe i khlebopekarnoe proizvodstvo* [Confectionary and bread baking]. 2014, no. 10, p. 12-14.
- 4. Chernykh V.Ya., Zhirnova E.V. Metodologiia upravleniia reologicheskimi svoistvami polufabrikatov i gotovykh izdelii khlebopekarnogo proizvodstva [Management methodology of rheological properties of semi-finished and finished products for bakery production]. *Khlebopechenie Rossii* [Baking in Russia]. 2015, no. 1, p. 14-17.
- 5. Pospelov D.S. «Serye» i/ili «cherno-belye» (shkaly) ["Gray" and/or "Black and White" (scales)]. *Prikladnaia ergonomika*. *Spetsial'nyi vypusk «Refleksivnye protsessy»* [Applied ergonomics. Special edition "Reflexive prozesses"]. 1994, no. 1, p. 29-33.
- 6. Konysheva L.K., Nazarov D.M. *Osnovy teorii nechetkikh mnozhestv* [Fundamentals of theory of fuzzy sets]. St. Petersburg, Piter Publ., 2011. 192p.
- 7. Derkanosova N.M., Gorozhanina M.D., Dovlatov L.Sh., Popova L.P. Statisticheskaia otsenka khlebopekarnogo potentsiala zerna pshenitsy [Statistical assessment of baking potential of grain of wheat]. *Khleboprodukty* [Bread products]. 2014, no. 2, p. 58-61.

Дополнительная информация / Additional Information

Методика комплексной оценки уровня качества сельскохозяйственной продукции (на примере зерна пшеницы) / Г.В. Шуршикова, В.И. Котарев, Н.М. Дерканосова и др. // Техника и технология пищевых производств. -2015. - Т. 37. - № 2. - С. 143–150.

Shurshikova G.V., Kotarev V.I., Derkanosova N.M., Vasilenko O.A., Zolotareva N.I. Methods for complex evaluation of the quality level of agricultural products (by the example of wheat grain). *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 143–150. (In Russ.)

Шуршикова Галина Владимировна

канд. техн. наук, доцент кафедры информационных технологий и математических методов в экономике ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», 394006, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, 1

Котарев Вячеслав Иванович

д-р с.-х. наук, профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров, ректор ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1, тел.: +7 (473) 253-86-31

Дерканосова Наталья Митрофановна

д-р техн. наук, профессор, декан факультета технологии и товароведения, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра І», 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1, тел.: +7 (4732) 55-87-97, e-mail: kommerce05@list.ru

Василенко Ольга Александровна

канд. техн. наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра І», 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1, тел.: +7 (4732) 55-87-97

Золотарева Наталья Ивановна

аспирант факультета технологии и товароведения, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, д.1

Galina V. Shurshikova

Cand.Tech.Sci., Associate Professor of the Department of Information Technology and Mathematical Methods in Economics, Voronezh State University, 1, Universitetskaya pl., Voronezh, 394006. Russia

Vyacheslav I. Kotarev

Dr. Sci. (Agr.), Professor of the Department of Technology and Commodity Research, Rector, Voronezh State Agricultural University named after Emperor Peter I, 1, ul. Mitchurina, Voronezh, 394087, Russia, phone: +7 (473)253-86-31

Natalia M. Derkanosova

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Dean of the Faculty of Technology and Commodity Research, Voronezh State Agricultural University named after Emperor Peter I, 1, ul. Mitchurina, Voronezh, 394087, Russia, phone: +7 (4732) 55-87-97,

e-mail: kommerce05@list.ru

Olga A. Vasilenko

Cand.Tech.Sci., Associate Professor of the Department of Technology and Commodity Research, Voronezh State Agricultural University named after Emperor Peter I, 1, ul. Mitchurina, Voronezh, 394087, Russia, phone: +7 (4732) 55-87-97

Natalya I. Zolotareva

Postgraduate Student of the Faculty of Technology and Commodity Research, Voronezh State Agricultural University named after Emperor Peter I, 1, ul. Mitchurina, Voronezh, 394087, Russia



УДК 642.5:334.73

РАЗРАБОТКА НАПРАВЛЕНИЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИТАНИЯ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

С.Ю. Глебова*, О.В. Голуб, Т.М. Рыбакова

НОУ ВПО Центросоюза РФ «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26

*e-mail: suhinsu@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 23.03.2015 Дата принятия в печать: 10.04.2015

Общественное питание представляет собой одно из важных социально-экономических условий развития общества и направлено на удовлетворение материальных и иных потребностей обслуживаемого населения. Основная задача предприятий общественного питания - повышение качества производимой продукции и предоставляемых услуг, что можно достичь при условии контроля всех технических, административных и человеческих факторов, влияющих на качество реализуемой продукции и ее безопасность. Решение данной задачи является особенно актуальным для сельской местности из-за удаленности предприятий питания от крупных промышленных центров, недостаточного кадрового обеспечения, низких доходов населения и т.д. Цель данной работы – разработка направлений модернизации предприятий общественного питания, находящихся далеко от крупных индустриальных центров. Объект исследования – предприятие общественного питания в сельской местности. При анализе теоретических положений применялись методы систематизации, моделирования, сравнения, обобщения. На примере конкретного предприятия питания потребительской кооперации рассмотрены вопросы его модернизации с целью улучшения эффективности его работы и повышения комфортности проживания на селе. Показаны особенности проведения на селе изменений формата предприятия, его реконструкции, кейтеринга и ассортимента. Предлагаемые мероприятия разрабатывались с учетом федеральных целевых программ по устойчивому развитию сельских территорий, современных технологий производства и обслуживания по доведению высококачественной готовой продукции общественного питания и услуг до потребителей. Практическая значимость работы заключается в разработке проекта реконструкции столовой с расстановкой торгово-технологического оборудования и расширении ассортимента выпускаемой продукции за счет включения в меню новых блюд из местного дикорастущего

Общественное питание, сельская местность, новые технологии производства и обслуживания.

Введение

В настоящее время в России действует федеральная целевая программа «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014-2017 годы и на период до 2020 года», к основным целям которой относятся создание комфортных условий жизнедеятельности в сельской местности; содействие созданию высокотехнологичных рабочих мест на селе; активизация участия граждан, проживающих в сельской местности, в реализации общественно значимых проектов; формирование позитивного отношения к сельской местности и сельскому образу жизни и др. [1]. Указанные цели будут достигаться путем решения ряда задач, в том числе повышением уровня комплексного обустройства населенных пунктов, расположенных в сельской местности, объектами социальной и инженерной инфраструктуры; поощрением и популяризацией достижений в сфере развития сельских территорий

Общественное питание занимает важное место в решении проблемы сокращения значительного разрыва в уровне и качестве жизни в сельской местности по сравнению с городскими территориями. При этом в рассматриваемом аспекте отмечается ряд

проблем — отсутствие общей концепции совершенствования и развития сферы, невысокий уровень внедрения новых технологий на основе использования прогрессивных форм обслуживания и современного оборудования и т.д. [2].

На периферии потребительские общества продолжают играть важную роль, поскольку представляют собой прежде всего не кооперативы, а работающие в сельской местности специфические торговые организации, выполняющие в том числе социальные функции обеспечения товарами первой необходимости жителей отдаленных сел [3]. К последним относятся и предприятия общественного питания

Однако, в последние годы столовые, работающие в сельской местности, утратили свое первоначальное значение — накормить трудящихся. В современных условиях они выполняют и многие другие функции благодаря развитию общества (например, досуговые как для местного населения, так и для туристов). Одним из инструментов формирования функций, например, является реконструкция действующих предприятий общественного питания с внедрением новых технологий производства и обслуживания.

Существует несколько направлений реконструкций: расширение площади всего предприятия в целом; перепланировка отдельных производственных цехов и помещений с обеспечением поточности технологических процессов; изменение существующего соотношения площадей различных групп помещений внутри предприятия путем увеличения площадей одних и уменьшения других помещений; перевод предприятия на работу с кулинарными полуфабрикатами; изменение состава помещений при перепрофилировании предприятия; внедрение новых для данного предприятия методов обслуживания, например, перевод отдельных предприятий на работу в вечернее время по более высокому классу. Вместе с реконструкцией зачастую проводят и техническое перевооружение предприятия [4]. Выбор того или иного направления реконструкции зависит от задач, поставленных перед владельцем заведения, и инвестиций, которые он готов вложить.

Таким образом, проведение исследований для решения проблем в деятельности предприятий общественного питания в сельской местности является своевременным и актуальным.

Цель работы — разработка направлений модернизации типовых предприятий питания в сельской местности путем внедрения современных технологий производства и обслуживания в общественном питании.

Объект и методы исследования

Объект исследований – предприятия общественного питания в сельской местности на примере столовой Тасеевского райпо Красноярского крайпотребсоюза.

По данным Всероссийской переписи населения 2010 г., численность населения села Тасеево составила 8038 человек [5].

Столовая находится в с. Тасеево, являющемся административным центром Тасеевского района, расположенным в 340 км к северо-востоку от г. Красноярска. Она осуществляет производство готовой продукции на сырье (для его переработки организованы заготовочные цеха — мясо-рыбный и овощной); тепловую обработку мясо-рыбных и овощных полуфабрикатов в горячем цехе, совмещенном с холодным; кратковременное хранение сырья в складских помещениях. Вместимость зала столовой до модернизации — 60 мест, после — 100.

При анализе теоретических положений применялись методы систематизации, моделирования, сравнения, обобщения.

Результаты и их обсуждение

Предприятия общественного питания в сельской местности создавались задолго до рыночных отношений, имеют большой стаж работы в условиях ограничения в финансировании и построены в основном по типовым проектам предприятий обще-

ственного питания советских времен, отвечающих требованиям СНиП II-Л.8-71 «Предприятия общественного питания. Нормы проектирования» (действовали до 1990 г.). Основным видом деятельности таких столовых являлось и является обеспечение горячим питанием как местного населения, так и приезжих. Производство и поставка продукции общественного питания осуществляется непосредственно в зале предприятия либо в пунктах питания сельхозрабочих, строителей и т.п. К дополнительным услугам столовых относится организация банкетов, праздничных вечеров как в помещении, так и вне.

Однако, на наш взгляд, в настоящее время предприятия общественного питания в сельской местности выполняют намного больше функций (часть из которых представлена на рис. 1).



Рис. 1. Функции предприятий общественного питания в сельской местности

Развитие предприятий общественного питания в сельской местности возможно только при установлении для каждого конкретного предприятия объективных проблем и определении путей их решения. Так, например, в табл. 1 представлены результаты SWOT-анализа внутренних и внешних факторов столовой Тасеевского райпо Красноярского крайпотребсоюза, влияющих на ее деятельность. Рассматриваемые факторы в большинстве характерны и для других предприятий общественного питания, расположенных в сельской местности.

Матрица SWOT-анализа столовой в сельской местности

| Сильные стороны (S) | Слабые стороны (W) |
|---|---|
| длительный опыт работы предприятия; выгодное местоположение – в центре, рядом с рынком; наличие необходимых помещений и пристроек для расширения производства; сохранение материально-технического оснащения; наличие высококвалифицированного персонала, умеющего готовить не только продукцию массового производства, но и сложные порционные блюда; длительный опыт работы с заготовителями местного сырья; наличие собственной дополнительной точки сбыта готовой продукции и полуфабрикатов – кооперативного магазина; приемлемая стоимость готовой продукции; наличие автономной системы водоснабжения, в том числе благодаря имеющемуся колодцу в центре столовой; отсутствие конкурентов; наличие туристских объектов | низкая оборачиваемость места в зале; низкий объем производства; низкий уровень обслуживания; ограниченное время работы; отсутствие привычки у местных жителей питаться вне дома [2]; невысокий уровень внедрения новых технологий на основе использования прогрессивных форм обслуживания и современного оборудования [2]; здание деревянное старой постройки, что осложняет капитальный ремонт систем вентиляции и канализации; недостаток молодых высококвалифицированных кадров; удаленность от мест повышения квалификации и технического обслуживания оборудования; недостаток материальных средств на проведение капитальных мероприятий по модернизации |
| Возможности (О) | Угрозы (Т) |
| изменение формата предприятия: график работы; предоставляемые услуги; новые формы обслуживания; новое меню; новый дизайн; культура потребления алкогольной продукции; реконструкция предприятия: увеличение количества посадочных мест; совершенствование организации и появление новых рабочих мест; возможность внедрения современной технологии производства быстрозамороженной/охлажденной кулинарной продукции; появление новых типов производства; развитие кейтеринга; расширение ассортимента блюд из местного дикорастущего сырья | низкая покупательская способность населения [2]; экономический и финансовый кризис [2]; изменения в нормативных актах, требованиях к помещению и пр.; высокий уровень миграции населения |

Анализируя выявленные факторы, выделяют направления модернизации предприятия. Так, для рассматриваемой столовой осуществлены соответствующие мероприятия для решения ряда возможностей.

Перевод столовой в новый формат – столовая, работающая вечером по типу кафе, с присвоением нового названия. Данное направление модернизации позволило:

- 1. Увеличить время работы предприятия. Если до реконструкции столовая работала с 9 до 17 ч, после реконструкции с 9 до 22 ч. Изменение графика работы позволяет привлечь дополнительное количество потребителей в вечернее время, поскольку предприятие работает по типу кафе.
- 2. Расширить предоставляемые услуги. В вечернее время посетителям предлагается широкий выбор развлекательных услуг (живая музыка, караоке, просмотр футбольных матчей, анимация и т.д.); проведение банкетов, праздничных вечеров и т.д.
- 3. Внедрить новые для столовой формы обслуживания. До реконструкции предприятие предлагало посетителям только питание в форме самообслуживания через буфетчика. После реконструкции в дневное время потребителям предоставляется возможность более быстрого выбора блюд, благодаря установленной линии самообслуживания. В

вечернее время раздача закрывается и предприятие начинает работать по типу кафе с обслуживанием официантами. Отпуск алкогольной продукции осуществляется через барную стойку барменом.

- 4. Разработать новое меню с включением более сложных порционных и фирменных блюд, предлагаемых в вечернее время.
- 5. Разработать новый дизайн предприятия. После реконструкции обновлен фасад и вывеска здания, изменен дизайн обеденных залов путем приобретения новой комфортной торговой мебели, столовой посуды и приборов, а также инвентаря для барной стойки.
- 6. Привить культуру потребления алкогольной продукции. В вечернее время дополнительно рекомендуется организовать работу бара с продажей горячих и холодных безалкогольных и алкогольных напитков. После реконструкции и установки барной стойки, появления квалифицированного бармена осуществляются приготовления различных напитков на глазах у посетителей с оригинальным оформлением и подачей, проведения тематических мероприятий, связанных с историей и правилами потребления, дегустацией алкогольной продукции и т.д.

Реконструкция столовой проводилась по направлениям, представленным на рис. 2.

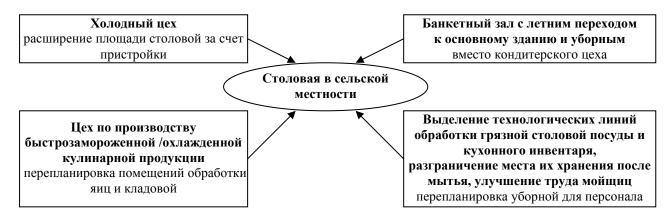


Рис. 2. Направления реконструкции столовой

Реконструкция как направление модернизации столовой позволила:

- 1. Увеличить количество посадочных мест за счет организации дополнительного банкетного зала.
- 2. Совершенствовать организацию рабочих мест в холодном и горячем цехах, цехе быстрозамороженной / охлажденной кулинарной продукции, моечной столовой посуды и кухонного инвентаря, отпуска готовой продукции, а также привести в соответствие с требованиями технологического проектирования перепланировку горячего цеха.

До реконструкции в горячем цехе готовились как горячие, так и холодные блюда. В связи с переходом столовой на новый формат необходимы рабочие места для холодных закусок и десертов. Следовательно, после реконструкции возможна организация холодного цеха в соответствии с регламентируемым СанПиН 2.3.6.1079-01 «Санитарноэпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья» температурно-влажностным режимом (в холодный период 19–21 °С, влажность 60–40 %; в теплый период 20–22 °С) [6].

В связи с переходом столовой на новый формат назначение горячего цеха будет сводиться не только к приготовлению блюд партиями, но и заказных порционных блюд, что повлечет за собой организацию дополнительного рабочего места для порционирования и оформления горячих блюд и закусок.

После реконструкции также возможно создание цеха быстрозамороженной / охлажденной кулинарной продукции, где организованы 4 рабочих места: для изготовления мелкокусковых и рубленых мясных полуфабрикатов, для изготовления рыбных полуфабрикатов, для изготовления овощных полуфабрикатов, для упаковки и заморозки полуфабрикатов в аппарате интенсивного охлаждения и шоковой заморозки.

Моечная кухонной посуды и моечная столовой посуды на предприятиях зачастую совмещены в одном помещении, что допускается при небольшом количестве мест в зале. Однако, условия работы очень стеснительны для мойщицы и размещения чистой посуды. Перепланировка помещения позволила не только увеличить площадь моечной столовой посуды, совмещенной с моечной кухонной посуды и инвентаря, но и зонировать линию обработ-

ки кухонной посуды и линию обработки столовой посуды с соответствующим оборудованием.

Время обслуживания посетителей в столовых без раздаточной составляет 20-30 мин. Если наблюдается скопление посетителей, оборачиваемость места в зале резко снижается, поскольку сдерживающим фактором при обслуживании является отсутствие готовой продукции на витринах и напечатанное в одном экземпляре меню, вызывающее затруднение при чтении пожилыми людьми. Исследования оборачиваемости мест в залах сельских столовых показали, что дневная оборачиваемость в среднем равна 3-5, т.е. в течение работы торговых залов одно место оборачивается 3-5 раз, однако норма для столовых составляет 7-9. Эту оборачиваемость можно увеличить за счет установки раздаточной линии в зале столовой для выкладки всей продукции на глаза посетителю. Это не только ускорит процесс выбора посетителем блюд, обслуживания посетителя, но и частично снимет необходимость длительного чтения меню. При установке раздаточной линии следует руководствоваться направлением движения посетителей, т.е. от входной двери в зал.

Сначала посетители берут подносы, хлеб и приборы, затем холодные блюда и закуски — на охлаждаемом прилавке-витрине. Поскольку ассортимент супов ограничен, прилавок для супов не предусмотрен. Супы будут отпускаться через мармит универсальный или мармит вторых блюд. Расчет посетителей будет осуществляться через кассовый модуль. Рекомендуемая последовательность расстановки оборудования раздаточной линии в зале столовой-кафе представлена на рис. 3.



Рис. 3. Рекомендуемая последовательность расстановки оборудования раздаточной линии в зале столовой-кафе

В вечернее время (после 17 ч) раздачу рекомендуется закрывать для обслуживания посетителей официантами. Это позволит предприятию повысить наценку на порционные блюда, проводить банкетные мероприятия в новом формате с более высоким уровнем услуг кафе.

3. Внедрить современную технологию производства быстрозамороженной / охлажденной кулинарной продукции Cook&Chill за счет приобретения аппарата шоковой заморозки и упаковочного аппарата.

Упаковывать полуфабрикаты можно в запаянные вакуумированные пакеты, подложку или в пленку. Способ замораживания зависит от вида продукции. Если замораживают насыпью в гастроемкости, то упаковка производится после заморозки. Если полуфабрикаты укладываются поштучно на подложку, замораживание осуществляется в пленке. Для заморозки используют более тонкую пленку (до 80 мкрн).

Внедрение данной технологии позволяет не только расширить ассортимент выпускаемой предприятиями продукции, но и более рационально использовать сырьё и трудовые ресурсы благодаря увеличению сроков хранения готовой продукции и полуфабрикатов.

Охлаждение в бласт-чиллерах может осуществляться с использованием нержавеющих гастроемкостей GN пароконвектомата. Благодаря стандартизации размеров гастрономические емкости являются идеальной тарой как для быстрого охлаждения, так и для последующего использования в процессах дефростации и регенерации в пароконвектоматах. Последнее следует учитывать при подборе бласт-чиллеров для производства.

Для организации проведения массовых мероприятий, реализации продукции через магазин в столовой-кафе замораживают / охлаждают полуфабрикаты (мясные, рыбные и др.) типа антрекоты, бифштексы, гамбургеры, котлеты, палочки, сосиски, пельмени и вареники; готовые супы и вторые блюда, пироги, булочно-кондитерские изделия; десерты, соки, пудинги, желе и т.п.

Исследования технологии Cook&Chill, проведенные в Сибирском университете потребительской кооперации, показали, что сроки хранения замороженной / охлажденной кулинарной продукции увеличиваются в 2 раза. Новый срок хранения продукции не должен противоречить СанПиН 2.3.2.1324-03 «Гигиенические требования к срокам

годности и условиям хранения пищевых продуктов» [7], а это означает, что на такую продукцию должны быть разработаны соответствующие технические документы.

4. Создать новый тип производства. В связи с изменением формата предприятия, а соответственно, появлением новой формы обслуживания (официантами) столовая-кафе должна работать по новому типу производства готовой продукции – порционно, на заказ. Для этого после реконструкции, как уже упоминалось ранее, должны быть созданы дополнительные рабочие места.

Развитие кейтеринга. До реконструкции столовая осуществляла два вида кейтеринга — в помещении и вне помещения в пределах одного населенного пункта путем доставки готовой продукции в места проведения мероприятий. После реконструкции, создания цеха быстрозамороженной / охлажденной кулинарной продукции появилась возможность развития других его видов (доставка в офисы, социальный кейтеринг, розничная продажа и др.), а также расширить географию (доставки в более отдаленные населенные пункты) кейтеринга.

Расширение ассортимента блюд из местного дикорастущего сырья. В сельских населенных пунктах произрастает большое количество дикорастущего сырья, в том числе папоротника орляка, заготовкой которого заняты и районные потребительские общества. В столовых соленый папоротник использовался в качестве гарнира и ингредиента салатов. Для расширения ассортимента блюд из/с использованием соленого папоротника орляка для столовой-кафе разработаны рецептуры и технико-технологические карты на новые блюда: салат овощной, солянка сборная мясная, суп картофельный, картофельные ватрушки, мясо тушеное в горшочке, зразы, омлет фаршированный, блинчики фаршированные, пирожки печеные, ушки с мясом, чебуреки.

Заключение

Представленные направления модернизации предприятий общественного питания в сельской местности (изменение его формата, проведение реконструкции, развитие кейтеринга, расширение ассортимента блюд из местного дикорастущего сырья и др.) будут способствовать созданию социально-экономических условий для устойчивого развития села.

Список литературы

- 1. Постановление Правительства РФ от 15 июля 2013 г. № 598 «О федеральной целевой программе «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 годы и на период до 2020 года» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70319016/#ixzz3VLyoFmRf.
- 2. Анализ и перспективы развития рынка общественного питания в региональных условиях / Л.А. Маюрникова, Т.В. Крапива, Н.И. Давыденко и др. // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 1. С. 141–146.
- 3. Янбых, Р. О концепции развития кооперации на селе на период до 2020 г. / Р. Янбых // Экономическое развитие России. Май-июнь 2013. Т. 20. № 5. С. 53–56.
- 4. Никуленкова, Т.Т. Проектирование предприятий общественного питания / Т.Т. Никуленкова, Г.М. Ястина. М.: КолосC, 2007. 247 с.

- 5. Всероссийская перепись населения 2010 года. Численность населения городских и сельских населённых пунктов Красноярского края [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.krasstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/krasstat/ru/census and researching/census/national census 2010/.
- 6. СанПиН 2.3.6.1079-01. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://base.garant.ru/12125153/.
- 7. СанПиН 2.3.2.1324-03. Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ivo.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htlm.

TRENDS OF MODERNIZATION OF FOOD SERVICE INDUSTRY ENTERPRISES IN COUNTRYSIDE

S.Yu. Glebova*, O.V. Golub, T.M. Ribakova

Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia

*e-mail: suhinsu@mail.ru

Received: 27.03.2015 Accepted: 10.04.2015

Food service industry plays an important socio-economic role in the development of society and aims at meeting the material and other needs of the population served. The main task of food service enterprises is to improve the quality of food and services. This task can be fulfilled provided the control of all technical, administrative and human factors affecting the quality and safety of foods is carried out. The solution to this problem is especially relevant for rural areas due to the remoteness of food companies from large industrial centers, inadequate staffing, low incomes etc. The purpose of this work is to develop the directions of modernization of food service enterprises, located far away from the industrial centers. The object of the research is a food service enterprise in the countryside. Theoretical positions were analyzed with the methods of systematization, simulation, comparison and generalization. By the example of a particular food service enterprise of consumer cooperatives the problems of its modernization to improve efficiency and enhance comfort have been considered. The peculiarities of the format modifications of the enterprise, its reconstruction, catering and assortment are shown. The proposed activities were developed in accordance with Federal programs for sustainable development of rural areas, modern technologies of production and services, supplying quality finished products of food service industry to consumers. Practical significance of the work is the development of the reconstruction project for a canteen with the arrangement of technological equipment and widening the assortment of cooked meals due to new dishes from local plant raw materials included in the menu.

Food service industry, countryside, new technologies of production and service.

References

- 1. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 15 ijulja 2013 g. № 598 «O federal'noj celevoj programme «Ustojchivoe razvitie sel'skih territorij na 2014-2017 gody i na period do 2020 goda» [RF Government Resolution of 15 Jul. 2013 № 598 "On the federal target program" Sustainable development of rural territories 2014-2017 and for the period till 2020"]. Available at: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70319016/#ixzz3VLyoFmRf (accessed 16 March 2015).
- 2. Mayurnikova L.A., Krapiva T.V., Davydenko N.I., Samoylenko K.V. Analiz i perspektivy razvitija rynka obshhestvennogo pitanija v regional'nyh uslovijah [Analysis and prospects of catering market in regions]. *Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2015, no. 1, pp. 141-146.
- 3. Janbyh R. O koncepcii razvitija kooperacii na sele na period do 2020 g. [On the Concept of development of cooperation in rural areas for the period up to 2020]. *Jekonomicheskoe razvitie Rossii* [Russian economic developments], May-June 2013, vol. 20, no. 5, pp. 53-56.
- 4. Nikulenkova T.T., Jastina G.M. *Proektirovanie predprijatij obshhestvennogo pitanija* [Design of catering establishments]. Moscow, KolosS, 2007. 247 p.
- 5. Vserossijskaja perepis' naselenija 2010 goda. Chislennost' naselenija gorodskih i sel'skih naseljonnyh punktov Krasnojarskogo kraja [National Population Census 2010. The population of urban and rural settlements of Krasnoyarsk region]. Available at: http://www.krasstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/krasstat/ru/census_and_researching/census/national_census_2010/ (accessed 16 March 2015).
- 6. SanPiN 2.3.6.1079-01. Sanitarno-jepidemiologicheskie trebovanija k organizacijam obshhestvennogo pitanija, izgotovleniju i oborotosposobnosti v nih pishhevyh produktov i prodovol'stvennogo syr'ja [Sanitary rules and regulations 2.3.6.1079-01. Sanitary and epidemiologic requirements to the organizations of public catering, production and turnover ability in them of food-stuff and food staples]. Available at: http://base.garant.ru/12125153/ (accessed 16 March 2015).
- 7. SanPiN 2.3.2.1324-03. Gigienicheskie trebovanija k srokam godnosti i uslovijam hranenija pishhevyh produktov [Sanitary rules and regulations 2.3.2.1324-03. Hygienic requirements for shelf life and storage conditions of foodstuff]. Available at: http://ivo.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm (accessed 16 March 2015).

Дополнительная информация / Additional Information

Глебова, С.Ю. Разработка направлений модернизации предприятий питания в сельской местности / С.Ю. Глебова, О.В. Голуб, Т.М. Рыбакова // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 37. – № 2. – С. 151–157.

Glebova S.Yu., Golub O.V., Ribakova T.M. Trends of modernization of food service industry enterprises in countryside. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 151–157. (In Russ.)

Глебова Светлана Юрьевна

канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры товароведения потребительских товаров, технологии общественного питания и оборудования, НОУ ВПО РФ «Сибирский университет потребительской кооперации» (СибУПК), 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26, тел.: +7 (383) 346-16-20, e-mail: suhinsu@mail.ru

Голуб Ольга Валентиновна

д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры товароведения потребительских товаров, технологии общественного питания и оборудования, НОУ ВПО РФ «Сибирский университет потребительской кооперации» (СибУПК), 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26, тел.: +7 (383) 346-17-53, e-mail: golubiza@rambler.ru

Рыбакова Татьяна Михайловна

канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры товароведения потребительских товаров, технологии общественного питания и оборудования, НОУ ВПО РФ «Сибирский университет потребительской кооперации» (СибУПК), 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26, тел.: +7 (383) 346-16-20, e-mail: ribtm2014@yandex.ru

Svetlana Yu. Glebova

Cand. Biol. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Departament of Merchandising of Consumer Goods, Technology and Catering Equipment, Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia, phone: +7 (383) 346-16-20, e-mail: suhinsu@mail.ru

Olga V. Golub

Dr. Sci. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Merchandising of Consumer Goods, Technology and Catering Equipment, Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia,

phone: +7 (383) 346-17-53, e-mail: golubiza@rambler.ru

Tatjana M. Ribakova

Cand. Biol. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Merchandising of Consumer Goods, Technology and Catering Equipment, Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia, phone: +7 (383) 346-16-20, e-mail: ribtm2014@yandex.ru



ПОРЯДОК РАССМОТРЕНИЯ, УТВЕРЖДЕНИЯ И ОТКЛОНЕНИЯ СТАТЕЙ

В научно-техническом журнале «Техника и технология пищевых производств» публикуются статьи, обзорные статьи, доклады, сообщения, рецензии, краткие научные сообщения (письма в редакцию), информационные публикации.

Рукопись должна соответствовать требованиям к оформлению статьи. Рукописи, представленные с нарушением требований, редакцией не рассматриваются.

Рукописи, поступающие в журнал, должны иметь внешнюю рецензию специалистов соответствующих отраслей наук с ученой степенью доктора или кандидата наук.

Рукопись научной статьи, поступившая в редакцию журнала, рассматривается ответственным за выпуск на предмет соответствия профилю журнала, требованиям к оформлению, проверяется оригинальность в системе «Антиплагиат», регистрируется.

Редакция подтверждает автору получение рукописи в течение 10 дней после ее поступления.

Редакция организует рецензирование представленных рукописей. В журнале публикуются только рукописи, текст которых рекомендован рецензентами. Выбор рецензента осуществляется решением главного редактора или его заместителя. Для проведения рецензирования рукописей статей в качестве рецензентов могут привлекаться как члены редакционной коллегии журнала «Техника и технология пищевых производств», так и высококвалифицированные ученые и специалисты других организаций и предприятий, обладающие глубокими профессиональными знаниями и опытом работы по конкретному научному направлению, как правило, доктора наук, профессора.

Рецензенты уведомляются о том, что присланные им рукописи являются частной собственностью авторов и относятся к сведениям, не подлежащим разглашению. Рецензентам не разрешается делать копии статей для своих нужд. Рецензирование проводится

конфиденциально. Нарушение конфиденциальности возможно только в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в статье.

Оригиналы рецензий хранятся в редакционной коллегии в течение пяти лет со дня публикации статей и по запросам предоставляются в экспертные советы ВАК.

Если в рецензии на статью имеется указание на необходимость ее исправления, то статья направляется автору на доработку. В этом случае датой поступления в редакцию считается дата возвращения доработанной статьи.

Если статья по рекомендации рецензента подверглась значительной авторской переработке, она направляется на повторное рецензирование тому же рецензенту, который сделал критические замечания.

Редакция оставляет за собой право отклонения статей в случае неспособности или нежелания автора учесть пожелания редакции.

При наличии отрицательных рецензий на рукопись от двух разных рецензентов или одной рецензии на ее доработанный вариант статья отклоняется от публикации без рассмотрения другими членами редколлегии.

Решение о возможности публикации после рецензирования принимается главным редактором, а при необходимости – редколлегией в целом.

Автору не принятой к публикации статьи ответственный за выпуск направляет мотивированный отказ. Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

Редакция журнала не хранит рукописи, не принятые к печати. Рукописи, принятые к публикации, не возвращаются. Рукописи, получившие отрицательный результат от рецензента, не публикуются и также не возвращаются автору.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Научно-технический журнал «Техника и технология пищевых производств» предназначен для публикации статей, посвященных проблемам пищевой и смежных отраслей промышленности.

Статья должна отвечать профилю журнала, обладать научной новизной, публиковаться впервые.

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и надписи к рисункам) должен быть 5–7 страниц. Текст статьи должен быть напечатан на белой бумаге формата A4 (210×297 мм) с одной стороны листа в одну колонку на принтере с четким шрифтом. Все страницы должны иметь сплошную нумерацию в верхнем правом углу.

Статья включает следующее.

- 1. Индекс УДК (универсальный десятичный классификатор) на первой странице в левом верхнем углу.
- 2. Заголовок. Название статьи должно быть крат¬ким (не более 10 слов), но информативным и от-

ражать основной результат исследований. Заголовок набирают полужирными прописными буквами, размер шрифта 12. В заглавии не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных.

- 3. Инициалы и фамилии всех авторов через запятую.
- 4. Аннотация (150–250 слов). Отражает тематику статьи, ценность, новизну, основные положения и выводы исследований.
 - 5. Ключевые слова (не более 9).
- 6. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы:

«Введение» — часть, в которой приводят краткий обзор материалов (публикаций), связанных с решаемой проблемой, и обоснование актуальности исследования. Ссылки на цитированную литературу даются по порядку номеров (с № 1) в квадратных скобках. При цитировании нескольких работ ссылки располагаются в хронологическом порядке. Необходимо

четко сформулировать цель исследования.

«Объект и методы исследования»:

- для описания экспериментальных работ часть, которая содержит сведения об объекте исследования, последовательности операций при постановке эксперимента, использованных приборах и реактивах. При упоминании приборов и оборудования указывается название фирмы на языке оригинала и страны (в скобках). Если метод малоизвестен или значительно модифицирован, кроме ссылки на соответствующую публикацию, дают его краткое описание;
- для описания теоретических исследований часть, в которой поставлены задачи, указываются сделанные допущения и приближения, приводится вывод и решение основных уравнений. Раздел не следует перегружать промежуточными выкладками и описанием общеизвестных методов (например, методов численного решения уравнений, если они не содержат элемента новизны, внесенного авторами);

«Результаты и их обсуждение» — часть, содержащая краткое описание полученных экспериментальных данных. Изложение результатов должно заключаться в выявлении обнаруженных закономерностей, а не в механическом пересказе содержания таблиц и графиков. Результаты рекомендуется излагать в прошедшем времени. Обсуждение не должно повторять результаты исследования. В конце раздела рекомендуется сформулировать основной вывод, содержащий ответ на вопрос, поставленный в разделе «Введение».

Текст статьи должен быть набран стандартным шрифтом Times New Roman, кегль 10, межстрочный интервал — одинарный, поля — 2 см. Текст набирать без принудительных переносов, слова внутри абзаца разделять только одним пробелом, не использовать пробелы для выравнивания. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Математические уравнения и химические формулы должны набираться в редакторе формул Equation (MathType) или в MS Word одним объектом, а не состоять из частей. Необходимо придерживаться стандартного стиля символов и индексов: английские — курсивом (Italic), русские и греческие — прямым шрифтом, с указанием строчных и прописных букв, верхних и нижних индексов. Химические формулы набираются 9-м кеглем, математические — 10-м. Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате *.jpg или *.bmp. Подрисуночная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Графики, диаграммы и т.п. рекомендуется выполнять в программах MS Exel или MS Graph. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

Таблицы, графики и диаграммы не должны превышать по ширине 8 см. Допускаются смысловые выделения – полужирным шрифтом.

7. Список литературы. Библиографический список оформляется согласно ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Список литературы приводится в порядке цитирования работ в тексте. В тексте статьи дается порядковый номер источника из списка цитируемой литературы в квадратных скобках. Ссылки на электронные документы должны оформляться согласно ГОСТ 7.82-2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов».

Не рекомендуется использовать более трех интернет-источников, а также литературу, с момента издания которой прошло более 10 лет.

В список литературы не включаются неопубликованные работы, учебники, учебные пособия и тезисы материалов конференций.

- 8. Полное название учреждения (место работы), город, почтовый адрес и индекс.
 - 9. E-mail ответственного автора.
- 10. На английском языке необходимо предоставить следующую информацию:
 - заглавие статьи;
 - инициалы и фамилии авторов;
 - текст аннотации;
 - ключевые слова (key words);
- название учреждения (с указанием почтового адреса).

Рукопись следует тщательно выверить и подписать всем авторам на первой странице основного текста. В случае несоответствия оформления статьи предъявляемым требованиям статья не публикуется. Статьи подлежат общему редактированию.

В редакцию предоставляются:

- 1) электронная версия статьи в программе MS Word 2003. Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора ПетровГП.doc. Не допускается в одном файле помещать несколько файлов;
- 2) распечатанный экземпляр статьи, строго соответствующий электронной версии. В случае обнаружения расхождений редакция ориентируется на электронный вариант рукописи статей;
- 3) сведения об авторах (на русском и английском языках): фамилия, имя, отчество каждого соавтора, место и адрес работы с указанием должности, структурного подразделения, ученой степени, звания; контактный телефон, домашний адрес, электронная почта, дата рождения. Звездочкой указывается автор, с которым вести переписку. Файл следует назвать по фамилии первого автора ПетровГП Анкета.doc;
- 4) сопроводительное письмо на имя главного редактора журнала на бланке направляющей организации с указанием даты регистрации и исходящего номера с заключением об актуальности работы и рекомендациями к опубликованию с подписью руководителя учреждения;
- 5) рецензия на статью, оформленная согласно образцу, от внешнего рецензента. Подпись внешнего рецензента заверяется соответствующей кадровой структурой.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 613. 292: [613. 26+637. 344]

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИИ ДИКОРАСТУЩЕГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПЛАВЛЕНЫХ СЫРОВ

С.М. Лупинская*, Л.А. Кузнецова

ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», Россия, 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

*e-mail: lupinskaia@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 03.02.2015 Дата принятия в печать: 15.03.2015

Белковый состав дикорастущих растений достаточно разнообразен ... (продолжение аннотации).

Композиции дикорастущего сырья, крыжовник ... (ключевые слова – не более 9).

Введение

В последние годы стремительно растет производство ...

Целью работы являлось разработка композиций дикорастущего сырья для повышения биологической ценности плавленых сыров.

Объект и методы исследования

Объектами исследования...

Результаты и их обсуждение

Состав композиций устанавливали на основании органолептических исследований ...

Предложены композиции дикорастущего сырья ...

Список литературы

- 1. Остроумов, Л.А. Плавленые сыры с растительным сырьем /Л.А. Остроумов, Л.Н. Азолкина // Сыроделие и маслоделие. 2007. № 5. С. 14–15.
- 2. Роздова, В.Ф. Растительные белки в составе плавленых сырных продуктов / В.Ф. Роздова // Сыроделие и маслоделие. -2009. -№ 3. C. 36–37.

DEVELOPMENT OF COMPOSITION OF WILD-GROWING RAW MATERIALS FOR INCREASE BIOLOGICAL VALUE OF PROCESSED CHEESES

S.M. Lupinskaya*, L.A. Kuznetsova

Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

*e-mail: lupinskaia@mail.ru

Received: 03.02.2015 Accepted: 15.03.2015

The proteinaceous structure of wild-growing plants is very various. Some grassy wild-growing plants have rather high protein content.......

Compositions of wild-growing raw materials, gooseberry......

References

- 1. Ostroumov L.A., Azolkina L.N. Plavlenye syry s rastitel'nym syr'em [Processed cheese with vegetal raw materials]. *Cheesemaking and butter*, 2007, no. 5, pp. 14-15. (In Russ.).
- 2. Rozdova V.F. Rastitel'nye belki v sostave plavlenyh syrnyh produktov [Vegetal proteins in the composition of processed cheese products]. *Cheesemaking and butter*, 2009, no. 3, pp. 36-37. (In Russ.).

Дополнительная информация / Additional Information

Лупинская, С.М. Разработка композиции дикорастущего сырья для повышения биологической ценности плавленых сыров / С.М. Лупинская, Л.А. Кузнецова // Техника и технология пищевых производств. -2015. - Т. 37. - № 2. - С. 22–28.

Lupinskaya S.M., Kuznetsova L.A. Development of composition of wild-growing raw materials for increase biological value of processed cheeses. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 22–28. (In Russ.)

Лупинская Светлана Михайловна

д-р техн. наук, профессор кафедры технологии молока и молочных продуктов, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», Россия, 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. +7 (3842) 39-68-58, e-mail: lupinskaia@mail.ru

Кузнецова Лилия Александровна

аспирант кафедры технологии молока и молочных продуктов, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», Россия, 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. +7 (3842) 39-68-58

Svetlana M. Lupinskaya

Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Department of Technology of Milk and Dairy Products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-32,

e-mail: lupinskaia@mail.ru

Lilia A. Kuznetsova

Postgraduate Student of the Department of Technology of Milk and Dairy Products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-32

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ (FOOD PROCESSING: TECHNIQUES AND TECHNOLOGY) № 2, Т. 37, 2015

Ответственный за выпуск E.B. Дмитриева Литературный редактор A.B. Дюмина Компьютерная верстка и оформление обложки $E.\Pi.$ Лопатин

Учредитель:

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)

Адрес учредителя:

650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)

Подписано в печать 10.06.2015. Дата выхода в свет 10.06.2015. Формат 60×84^{1/8}. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать офсетная. Усл. п. л. 22,03. Уч.-изд. л. 21,0. Тираж 300 экз. Заказ № 32. Цена свободная.

Адрес редакции:

650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, к. 1212, тел. (3842)39-68-45 http: fptt-journal.ru, e-mail: food-kemtipp@yandex.ru

Адрес типографии:

650002, г. Кемерово, ул. Институтская, 7, к. 2006, тел. (3842)39-09-81