

Техника и технология пищевых производств

Food Processing: Techniques and Technology

№ 3'15



**ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИЯ
ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ
№ 3, Т.38, 2015**

Научно-технический
журнал

Издается с 1998 года

Главный редактор

А.Ю. Просеков, доктор техниче-
ских наук, профессор, лауреат
премии Правительства РФ в об-
ласти науки и техники;

Зам. главного редактора

Е.А. Жидкова, кандидат экономи-
ческих наук, доцент;

Редакционная коллегия:

П.П. Баранов, доктор экономиче-
ских наук, доцент;

Г.Б. Гаврилов, доктор техниче-
ских наук, заслуженный работник
пищевой индустрии;

Г.В. Гуринович, доктор техниче-
ских наук, профессор;

Г.А. Жданова, кандидат педаго-
гических наук, доцент;

В.П. Зотов, доктор экономиче-
ских наук, профессор;

В.Н. Иванец, доктор технических
наук, профессор, заслуженный
деятель науки, почетный работ-
ник высшего профессионального
образования РФ;

Т.А. Краснова, доктор техниче-
ских наук, профессор, заслужен-
ный эколог РФ, почетный работ-
ник высшего профессионального
образования РФ;

Л.А. Маюрникова, доктор тех-
нических наук, профессор;

Л.А. Остроумов, доктор техниче-
ских наук, профессор, заслужен-
ный деятель науки и техники, ла-
уреат премии Правительства РФ в
области науки и техники;

В.М. Позняковский, доктор
биологических наук, профессор,
заслуженный деятель науки, по-
четный работник высшего про-
фессионального образования РФ;

В.А. Помозова, доктор техниче-
ских наук, профессор;

Б.А. Рскедлив, доктор техниче-
ских наук, профессор;

Л.В. Терещук, доктор техниче-
ских наук, профессор;

Б.А. Федосенков, доктор техни-
ческих наук, профессор;

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

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

| | |
|---|----|
| <i>Бабеньшев С.П., Емельянов С.А., Жидков В.Е., Мамай Д.С., Уткин В.П.</i> Основные аспекты получения напитков из молочной сыворотки с добавлением растительных полисахаридов на основе использования процесса ультрафильтрации | 5 |
| <i>Бабий Н.В., Степакова Н.Н., Соловьева Е.Н.</i> Актуальность производства фитонапитков для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний..... | 11 |
| <i>Ивашина О.А., Терещук Л.В., Старовойтова К.В., Тарлюн М.А.</i> Переэтерификация как альтернативный способ модификации жиров, свободных от трансизомеров..... | 18 |
| <i>Инербаев Б.О., Инербаева А.Т.</i> Мясная продуктивность герефордов сибирской репродукции..... | 24 |
| <i>Киселева Т.Ф., Ушакова А.С., Газиева А.Ф.</i> Комплексная переработка сушеного плодово-ягодного сырья..... | 30 |
| <i>Марьин В.А., Верещагин А.Л., Бычин Н.В.</i> Технологические свойства влажного и сырого зерна гречихи..... | 35 |
| <i>Пермякова Л.В.</i> Исследование различных способов снижения потребности дрожжей в кислороде..... | 41 |
| <i>Пчелкина В.А., Хвеля С.И.</i> Практические аспекты применения ГОСТ 31474-2012 «Мясо и мясные продукты. Гистологический метод определения растительных белковых добавок»..... | 50 |
| <i>Соловьева А.А.</i> Оценка безопасности ферментированных колбас..... | 55 |
| <i>Солодников С.Ю., Люшина Г.А., Колесова О.В., Маслова В.В., Андреева Ю.В., Кузнецов А.А.</i> Оценка биологических свойств сока из ростков пшеницы. Разработка технологии его получения..... | 62 |
| <i>Черненко А.А., Леонова С.А., Пусенкова Л.И.</i> Улучшение качества и биологической ценности сахарного печенья путем добавления пыльцы-обножки..... | 69 |

ПРОЦЕССЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

| | |
|--|-----|
| <i>Доценко С.М., Бибик И.В., Купчак Д.В., Обухов Е.Б., Грызлов В.М., Агафонов И.В.</i> Обоснование технологических подходов к получению и использованию зародышевой фракции семян сои в пищевых продуктах специализации..... | 75 |
| <i>Ермолаев В.А., Равнюшкин Е.А.</i> Исследование процессов баровакуумной сушки сыров при начальном повышении и понижении давления..... | 83 |
| <i>Короткий И.А., Короткая Е.В., Учайкин А.В.</i> Исследование процессов очистки воды раздельным вымораживанием..... | 88 |
| <i>Люлька Д.Н., Пономаренко В.В., Лементарь С.Ю.</i> Низкочастотные колебания давлений в гетерогенных системах как способ интенсификации массообменных процессов..... | 94 |
| <i>Савенко А.В., Сорокопуд А.Ф., Гриценко В.В.</i> Получение экстрактов листьев крапивы двудомной и березы повислой в вибрационном аппарате.. | 101 |

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

| | |
|--|-----|
| <i>Лобач Е.Ю., Вековцев А.А., Фесицова П.В., Позняковский В.М.</i> Клиническая апробация специализированного продукта для диетического питания..... | 109 |
| <i>Подзорова Г.А., Вековцев А.А., Казьмина А.Ю., Позняковский В.М.</i> Доказательство эффективности и функциональной направленности биологически активной добавки «ОлеопренНейро» в натуральных наблюдениях..... | 115 |

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

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

Учредитель:
Федеральное государственное
бюджетное образовательное уч-
реждение высшего образования
«Кемеровский технологический
институт пищевой промышленно-
сти (университет)»
(ФГБОУ ВО «КемТИПП»)
650056, г. Кемерово,
бульвар Строителей, 47

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

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

Адрес типографии:
650002, г. Кемерово, ул. Институт-
ская, 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 15.09.2015.
Дата выхода в свет 15.09.2015.
Усл. п. л. 20,5. Уч.-изд. л. 19,0.
Тираж 300 экз. Заказ № 52
Цена свободная.

*Подписной индекс по объединенному
каталогу «Пресса России» – 41672*

Мнение авторов публикуемых
материалов не всегда совпадает
с мнением редакции. Ответствен-
ность за научное содержание ста-
тей несут авторы публикаций.

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

ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Бутов А.В., Мандрова А.А. Экологически чистый картофель для детского
и диетического питания..... 121

СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ

Безносов Ю.В., Ермакова В.П., Позняковский В.М. Разработка программ-
ного продукта для оценки бездефектности производства хлебобулочных
изделий..... 127
Буданина Л.Н., Верещагин А.Л., Бычин Н.В. Определение состава спре-
дов сливочного масла с пальмовым методами термического анализа..... 133
Неверова О.А., Егорова И.Н. Оценка качества плодов шиповника (*Rosa
majalis Herrm.*), произрастающего на породном отвале угольного разреза
в условиях Кемеровской области..... 139
Соколова Л.И., Белюстова К.О., Привар Ю.О., Шапкин Н.П., Разов В.И.
Определение антибиотиков (левомецетина и тетрациклина) в пищевых
продуктах с различными матрицами..... 146
Табаторович А.Н., Резниченко И.Ю. Особенности химического состава
яблочного пюре как основа идентификации..... 153

ИНФОРМАЦИЯ

Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей..... 160
Требования к оформлению статьи..... 160

**FOOD PROCESSING:
TECHNIQUES AND
TECHNOLOGY
No. 3, Vol. 38, 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. Pomezova, 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

CONTENTS

FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY

| | |
|--|----|
| <i>Babenyshv S.P., Emelyanov S.A., Zhidkov V.E., Mamay D.S., Utkin V.P.</i> Main aspects of producing whey beverages with the addition of plant polysaccharides based on the use of ultrafiltration..... | 5 |
| <i>Babiy N.V., Stepakova N.N., Solovyova E.N.</i> The relevance of the phyto-beverages production for the prevention of cardiovascular diseases..... | 11 |
| <i>Ivashina O.A., Tereshchuk L.V., Starovoitova K.V., Tarlyun M.A.</i> Transesterification as an alternative method of modifying fats free from transisomers..... | 18 |
| <i>Inerbaev B.O., Inerbaeva A.T.</i> Meat efficiency of herefords of siberian reproduction..... | 24 |
| <i>Kiseleva T.F., Ushakova A.S., Gazieva A.F.</i> Complex processing of dried fruit raw materials..... | 30 |
| <i>Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V.</i> Technological properties of wet and crude buckwheat..... | 35 |
| <i>Permyakova L.V.</i> Investigation of different ways of reducing the oxygen requirement of yeast..... | 41 |
| <i>Pchelkina V.A., Khvilya S.I.</i> Practical aspects of application of GOST 31474-2012 «Meat and meat products. Histological method of plant protein additive identification»..... | 50 |
| <i>Solovyova A.A.</i> Assessment of fermented sausage safety..... | 55 |
| <i>Solodnikov S.Yu., Lyushina G.A., Kolesova O.V., Maslova V.V., Andreeva Yu.V., Kuznetsov A.A.</i> Assessment of biological properties of wheat grass juice. Technology development for its production..... | 62 |
| <i>Chernenkova A.A., Leonova S.A., Poussenkova L.I.</i> Improvement of quality and biological value of sugar cookies by adding bee pollen..... | 69 |

**PROCESSES, EQUIPMENT, AND APPARATUS
FOR FOOD PRODUCTION**

| | |
|---|-----|
| <i>Dotsenko C.M., Bibik I.V., Kupchak D.V., Obukhov E.B., Gryzlov V.M., Agafonov I.V.</i> Technological approach to obtaining and using soybean seed germ fraction in specific foods..... | 75 |
| <i>Ermolaev V.A., Ravnushkin E.A.</i> Investigation of barovacuum cheese drying at initial pressure increase and decrease..... | 83 |
| <i>Korotkiy I.A., Korotkaya E.V., Uchaykin A.V.</i> Investigation of the process of water purification using separation freezing..... | 88 |
| <i>Lyul'ka D.M., Ponomarenko V.V., Lementar S.Yu.</i> Low frequency oscillations of pressure in heterogeneous systems as a way to intensify mass transfer processes..... | 94 |
| <i>Savenko A.V., Sorokopud A.F., Gricenko V.V.</i> The production of nettle and birch leaves extracts in the vibration device..... | 101 |

FOOD HYGIENE

| | |
|--|-----|
| <i>Lobach E.Yu., Vekovtsev A.A., Fesikova P.V., Poznyakovskiy V.M.</i> Clinical testing of special food for dietary nutrition..... | 109 |
| <i>Podzorova G.A., Vekovtsev A.A., Kaz'mina A.Yu., Poznyakovskiy V.M.</i> Proof of efficacy and functional orientation of "Oleoprenneuro" dietary supplement in vivo observations..... | 115 |

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

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 15.09.2015.
Date of issue 15.09.2015.
Printed sheet 20.5.
Conventional printed sheet 19.0.
Circulation 300 cop. Order № 52.
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

CHEMISTRY AND ECOLOGY

Butov A.V., Mandrova A.A. Environmentally friendly potatoes for infant and dietetic foods..... 121

STANDARDIZATION, CERTIFICATION, QUALITY AND SAFETY

Beznosov Y.V., Erdakova V.P., Poznyakovskiy V.M. Development of software for evaluation of defect-free manufacture of bakery products..... 127
Budanina L.N., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Determination of butter-palm oil spread composition using methods of thermal analysis..... 133
Neverova O.A., Egorova I.N. Evaluation of hips (*Rosa majalis Herrm.*) gathered on the coal opencast dump in the Kemerovo region..... 139
Sokolova L.I., Belyustova K.O., Privar Yu.O., Shapkin N.P., Razov V.I. Determination of antibiotics (Chloramphenicol and Tetracycline) in foods with different matrices..... 146
Tabatorovich A.N., Reznichenko I.Yu. Peculiarities of chemical composition of apple puree as the basis for identification..... 153

INFORMATION

Order of consideration, approval and rejection of articles..... 160
Requirements for the article formatting..... 160

УДК 635.24:637.344:66.081.63

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ НАПИТКОВ ИЗ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ С ДОБАВЛЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОЦЕССА УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ

С.П. Бабенышев¹, С.А. Емельянов², В.Е. Жидков¹, Д.С. Мамай^{3,*}, В.П. Уткин³

¹Технологический институт сервиса (филиал)
ФГБОУ ВПО «Донской государственный
технический университет»,
355000, Россия, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 41/1

²ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный
аграрный университет»,
355017, Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12

³Институт строительства,
транспорта и машиностроения
ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет»,
355029, Россия, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2

*e-mail: dima-mamaj@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 08.06.2015

Дата принятия в печать: 21.07.2015

Урбанизация современного общества на фоне негативного изменения экологической обстановки и, как следствие, изменение структуры и состава пищевых продуктов настоятельно диктуют необходимость разработки новых их видов, отличающихся функциональностью назначения. Современные продукты питания должны не только удовлетворять потребностям людей в энергии и основных питательных веществах, но и обладать лечебно-профилактическими свойствами. Это достигается за счет введения в пищу и напитки биологически активных добавок (БАД), в том числе природных полисахаридов растительного происхождения. Большинство из них обладают высокой степенью комплексобразования, что обуславливает их способность связывать ионы тяжелых металлов и радионуклидов в организме с последующим выведением естественным путем. Недостатком существующих способов производства напитков из натуральной молочной сыворотки является их высокая калорийность при использовании большого количества сахара или сахарозаменителей, что исключает их применение в диабетическом, детском и диетическом питании. В работе проведено исследование получения молочных напитков с использованием полисахаридов, что позволяет на порядок уменьшить употребление сахара в применяемой рецептуре, улучшить физико-химические свойства, органолептические показатели и товарный вид готовых продуктов, а также осадить сывороточные белки перед проведением процесса ультрафильтрации.

Инулин-пектиновый концентрат, молочная сыворотка, молочный напиток, ультрафильтрация

Введение

Регулярное употребление инулин-пектиновых концентратов при сахарном диабете повышает чувствительность организма к гормону инсулину, что способствует снижению уровня сахара в крови. Кроме того, инулин, снижая в крови уровень глюкозы, нормализует выработку клетками поджелудочной железы собственного инсулина.

Однако применение различных БАД, содержащих в том числе и природные полисахариды, не решает проблему дефицита в пищевых продуктах белков животного происхождения, без которых невозможно обеспечить полноценность рациона питания человека. С другой стороны, предприятия пищевой, в том числе и молочной, промышленности являются основным источником биологического загрязнения городских очистных сооружений, куда с производственными стоками и попадают эти дефицитные белки.

Целью исследования являлось определение основных аспектов технологии получения напитков из молочной сыворотки с добавлением раститель-

ных полисахаридов на основе использования процесса ультрафильтрации.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследования были использованы образцы молочной сыворотки (ГОСТ Р 53438-2009), полученной в производстве зерненного творога, и инулин-пектиновый концентрат. Предметом исследования являлась технология производства молочного напитка из молочной сыворотки с добавлением растительных полисахаридов.

Исследования проводились в ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», в Технологическом институте сервиса (филиал) в г. Ставрополе ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет» и в ОАО МК «Ставропольский». В соответствии с целью исследования были разработаны общая схема и методология проведения теоретической и экспериментальной работы. Априорная информация собрана из открытых для массового пользования фондов библиотек РГБ, СКФУ,

СтГАУ, ТИС филиала ДГТУ в г. Ставрополе, а также глобальной сети Интернет. При определении физико-химических параметров молочного напитка, ретентата и пермеата, их органолептических оценок применялись общепринятые и стандартные методы. Для подбора полимерных мембран и проверки их основных эксплуатационных параметров использовалась малогабаритная лабораторная установка плоскорамного типа. Экспериментальное исследование процесса баромембранного разделения молочной сыворотки проводилось на опытно-промышленной установке рулонного типа с использованием стандартных мембранных элементов ЭРУ100-1016.

Организация экспериментальных исследований на такой установке позволяет исключить процедуру масштабирования, что необходимо при разработке рекомендаций для промышленных установок на основе обработки результатов экспериментальных исследований процесса на лабораторном оборудовании. Обработка результатов экспериментов проведена с применением стандартных приложений Microsoft Excel, Statistica 10.0.

На основе анализа литературных данных и патентной документации [7], результатов собственных предварительных исследований для ультрафильтрации молочной сыворотки могут быть использованы следующие марки мембран: УПМ-П, УПМ-20, (50), (67) и УАМ-150 (500).

При выборе мембран, предназначенных для ультрафильтрации молочной сыворотки, придерживались тех же критериев, которые предложены для баромембранного разделения жидких высокомолекулярных полидисперсных систем [3], что и обусловило использование полимерных синтетических мембран.

Результаты и их обсуждение

Одной из основных проблем современной молочной промышленности является использование ресурсосберегающих технологических процессов в производстве новых молочных напитков в контексте полного использования вторичного молочного сырья, к которому следует отнести прежде всего молочную сыворотку. В российской молочной отрасли пищевого производства ежегодно образуется до 2,2 млн т сыворотки, но промышленной переработке подвергается только около 30 % [6]. Следует отметить, что в переработанном виде ее загрязняющая способность превышает соответствующий показатель бытовых сточных вод более чем в 100 раз.

Молочная сыворотка – вторичный продукт переработки молока, образующийся в производстве зерненного творога, по своим физико-химическим и биологическим показателям может быть отнесена к ценному пищевому сырью, переработка которого позволяет получать различные полуфабрикаты и напитки функционального назначения [4]. В соответствии с данными Milkportal [1] в первом квартале 2014 года именно на этот вид приходится более половины всего полученного в РФ объема молочной сыворотки. Ограниченное ее применение в пищевой промышленности, обусловленное невысокими органолептическими показателями (кислый привкус и

зеленовато-желтый цвет), и соответственно низкая цена приводят к явному или завуалированному сбросу в городскую канализационную сеть. С другой стороны, это создает экономические предпосылки к разработке технологии ее рационального использования с целью получения конкурентоспособной по цене и качеству продукции в виде молочных напитков функционального назначения.

В сухих веществах молочной сыворотки содержится лактоза (около 70 %), белки, жир, минеральный и витаминный комплексы (табл. 1) [3, 4]. Микроэлементы и минеральные соли способствуют поддержанию водно-солевого баланса организма. За счет большого содержания лактозы творожная сыворотка представляет собой биологически ценный продукт.

Таблица 1

Сравнительный химический состав молочной сыворотки [7]

| Показатель | Содержание в 100 г | |
|----------------------|--------------------|-----------------|
| | сыворотки | цельного молока |
| Вода, г | 94 | 87 |
| Сухое вещество, г | 6 | 13 |
| Белки, г | 0,8 | 3,2 |
| Жиры, г | 0,2 | 3,5 |
| Углеводы, г | 3,5 | 4,5 |
| Макроэлементы, мг: | | |
| калий | 130 | 146 |
| кальций | 60 | 120 |
| магний | 8 | 14 |
| натрий | 42 | 50 |
| фосфор | 78 | 90 |
| хлор | 67 | 110 |
| Микроэлементы, мкг: | | |
| железо | 60 | 67 |
| йод | 8 | 9 |
| кобальт | 0,1 | 0,8 |
| медь | 4 | 12 |
| молибден | 12 | 5 |
| цинк | 500 | 400 |
| Витамины, мг: | | |
| Е | 0,03 | 0,09 |
| С | 0,50 | 1,50 |
| В6 | 0,12 | 0,05 |
| В12, мкг | 0,29 | 0,40 |
| биотин, мкг | 2,00 | 3,20 |
| пантотеновая кислота | 0,34 | 0,38 |
| рибофлавин | 0,11 | 0,15 |
| тиамин | 0,03 | 0,04 |
| фолацин, мкг | 1,00 | 5,00 |
| холин | 14,00 | 23,60 |

По сравнению с другими углеводами замедленный гидролиз лактозы ограничивает в кишечнике человека процессы брожения, что способствует нормализации жизнедеятельности микрофлоры. Кроме того, сывороточные белки по аминокислотному составу оптимально сбалансированы. Регулярное употребление натуральной сыворотки способствует улучшению работы почек и нормализации функции печени человека, стимулированию деятельности кишечника, уменьшению остроты воспалительных процессов в желудке [3]. Энергетическая ценность (около 20 ккал на 100 г) молочной сыворотки, полученной при производстве зерненного творога, в 3,5 раза ниже цельного молока,

что позволяет рассматривать ее как биологически полноценное сырье с диетическими свойствами.

На основе анализа представленных в табл. 1 данных можно заключить, что по химическому составу сыворотку следует отнести к ценному сырью. Промышленная ее переработка на основе принципов безотходной технологии позволит не только увеличить ресурсы производства полноценных молочных напитков, но и повысить экономическую эффективность использования цельного молока, одновременно исключить или значительно снизить уровень загрязнения окружающей среды [2–5].

В настоящее время широкое применение в пищевой, в том числе и молочной, промышленности нашли ингредиенты, изготавливаемые на основе полисахаридов растительного происхождения. Они обладают противовирусной, антибиотической, противоядной, противоопухолевой и антисклеротической активностью, что обусловлено их способностью образовывать комплексы с липопротеидами и белками плазмы крови [2]. В зависимости от исходного сырья полисахариды растительного происхождения можно условно разделить на две группы:

- из морских растений (агар-агар, каррагинаны, альгинаты, фуцелларан и др.);
- из наземных растений (крахмал, инулин, пектин, галактоманнан, камедь и др.).

В производстве агар-агара в нашей стране используют в основном беломорскую и дальневосточную анфельдию, содержание агар-агара в сырье зависит от его вида, возраста, района произрастания и сезона добычи. Коммерческое использование и ценовая доступность полисахаридов этой группы определяются в основном удаленностью районов добычи природного сырья.

Отличительной характеристикой каррагинанов является их способность при низкой норме внесения реагировать с белками. В молочных напитках каррагинаны формируют водорастворимый низковязкостный гель, захватывающий жировые шарики, мицеллы казеина и другие растворенные вещества, что обеспечивает суспендирование готового продукта. Путем подбора подходящего типа каррагинана можно создавать различные текстуры напитков: от свободно текучей и легкой до насыщенной. Это позволяет, манипулируя вкусовыми ощущениями потребителя, сохранять требуемое качество продукта [2]. Основные типы напитков, содержащие эти полисахариды растительного происхождения, представлены в табл. 2.

Пектинами и инулинами богаты плоды яблони, клюквы, боярышника, черной смородины, корни лакрицы, трава стевии и др. Больше всего инулина содержится в клубнях топинамбура, много его и в цикории. Промышленное производство пектинов используется в качестве сырья обычно кожуру цитрусовых.

Использование полисахаридов растительного происхождения (в особенности пектинов и инулинов) в рецептуре напитков, в том числе и молочных, позволяет [6]:

- снизить в готовом продукте содержание сахара, но при этом сохранить вкусовые ощущения;

- без значительного повышения вязкости восстановить тело напитка, ухудшающееся при удалении сахара;

- обеспечить стабилизацию молочно-соковых белковых напитков в диапазоне pH 3,8–4,2 даже при тепловой обработке.

Таблица 2

Типы напитков, содержащие полисахариды растительного происхождения [2]

| Основные типы напитков | Пектин/инулин | Каррагинан |
|--|---------------|------------|
| Фруктовые / соковые | + | - |
| Газированные | + | - |
| Подкисленные / сквашенные с низким pH (йогурт-сок, молоко-сок, смуси и т.п.) | + | - |
| С нейтральным pH (молочные, соевые, белковые) | - | + |
| Кофейные | + | + |
| Чайные / энергетические / спортивные | + | + |
| Концентраты / сиропы | + | - |
| Алкогольные / спиртные | + | + |
| Быстрорастворимые | + | + |

При низкой калорийности такие напитки могут иметь органолептические показатели аналогов с обычным содержанием сахара.

Особый интерес как ингредиент молочных напитков представляют экстракты лакрицы и стевии. Корни солодки голой (лакрицы) содержат углеводы (глюкоза 0,6–15,2 %, фруктоза 0,3–4,1 %, сахароза 0,3–20,3 %, мальтоза 0,1–0,6 %), полисахариды (крахмал до 34 %, целлюлоза до 30 %), глицирризиновую кислоту 1,8–14,6 %, смолы (1,8–4 %), стероиды (β -ситостерин), фенолкарбонные кислоты, кумарины (2,59 % – герниарин, умбеллиферон и др.), дубильные вещества (8,3–14,2 %), флавоноиды (ликвиритин, изоликвиритин, ликвиритозид, кверцетин, кемпферол, апигенин и др.), высшие алифатические углеводороды и спирты, высшие жирные кислоты, алкалоиды.

Лакрицу традиционно применяют для подслащивания напитков, к тому же раствор глициррицина хорошо пенится и его добавляют как пенообразователь в различные квасы. Лакрица может не только заменять сахар, но и способствовать сохранению напитков, поскольку обладает фунгицидным и бактерицидным действием. В этом качестве ее применяют везде, где нужна сладость без сахара, особенно в лечебном питании большинства больных диабетом [6].

В качестве подсластителя растительного происхождения, содержащего полисахариды, может быть использован экстракт стевии. Комплекс сладких веществ стевии представлен несколькими тетрациклическими дитерпеновыми гликозидами, отличающимися как по количественному содержанию в листьях растения, так и по степени сладости. Кроме стевииозида, трава стевии содержит и другие сладкие гликозиды с различной степенью сладости (от 50 до 450) по отношению к сахарозе: ребаудиозиды (А, В, С, Д и Е), стевииолибиозид и дулиобиозид. Са-

мый сладкий из них – ребаудиозид А (350–450). В сухих листьях стевии его содержится около 3 %. По сравнению со стевиозидом он более растворим в воде, а его послевкусие менее интенсивно. Кроме этого, в листьях стевии содержатся пектины, флавоноиды, аминокислоты, эфирные масла, минеральный комплекс (К, Са, Р, Zn, Mg, Fe), витамины группы А, Е, С, Р, бета-каротин [3].

Исследования последних лет [1–3], в том числе клинические, показали возможность использования нерастворимых полисахаридов (альгинат натрия, хитозан) в технологии продуктов питания, обладающих гастропротекторным действием и стимулирующих заживление язвенных поражений. Введение в молочную сыворотку такого полисахарида, как хитозан, может положительно повлиять на физико-химические свойства готовых напитков. Этот биополимер обладает бактерицидным и антиокислительным действием, позволяющим увеличить сроки хранения готовой товарной продукции за счет ингибирования процесса ее скисания. Для этих целей может быть использован «ПолиХит» – отечественный лечебно-профилактический препарат. Он представляет собой комплекс хитозана пищевого (до 67 %) и ламинарии. «ПолиХит» в дозе до 3 г на 100 г молочного напитка способствует снижению уровня холестерина в крови и нормализации функции щитовидной железы. Имеет показания к применению при гипертонической болезни, ишемии сердца, варикозном расширении вен и атеросклерозе. В среде желудка, преобразуясь в гель, обволакивает его слизистую оболочку и тем самым оказывает противовоспалительное действие [4].

Технология получения молочных напитков с хитозаном включает следующие операции [7]: молоко (0,5 % жирности) нормализуют по жирности сливками 3,5 % жирности, вносят альгинат натрия (0,3 %), оставляют для набухания до 40 мин, затем нагревают до температуры 50–60 °С, добавляют раствор хитозана в количестве 3 % и подсластитель фруктозу, перемешивают смесь в течение 3 мин при 650 об/мин. Затем смесь пастеризуют (80 °С, 5 мин), добавляют вкусовые наполнители, перемешивают и охлаждают. Определяющим критерием при выборе наполнителя (ТУ 9163-014-40975881-04 «НаДо») стала его способность маскировать послевкусие и аромат, свойственные хитозану.

В рецептуре напитка на основе молочной сыворотки [7] может быть использован полисахарид растительного происхождения – гель Алоэ Вера в количестве 21–23 % на 1 л сыворотки с добавлением подсластителя (фруктоза), лимонной кислоты, натуральных ароматизаторов (виноград или гранат). Напиток обладает высокими пищевыми качествами и профилактическим действием. Технология получения этого молочного напитка включает следующие операции [7]: неосветленную творожную сыворотку с кислотностью 65–70 °Т нагревают до 74–78 °С, выдерживают до комнатной температуры. Затем фильтруют и вносят полисахарид растительного происхождения – гель Алоэ Вера в количестве 22–22,5 %, фруктозу 0,45–0,5 %, лимонную кислоту 0,3–0,35 %, натуральные ароматизато-

ры 0,6–0,08 % на 1 л сыворотки. Полученную смесь при температуре 74–76 °С пастеризуют в течение 18–20 с, охлаждают до (6±2) °С и разливают в пакеты емкостью 0,5 л. Срок хранения при температуре 4–6 °С не более 48 ч. Полученный напиток обладает приятной сладостью и ароматом, оптимальной кислотностью.

Переработка свежесобранного растения и пастеризация геля выполняются вручную. Основной компонентный состав растительного сырья (геля Алоэ Вера): целлюлоза, галактоманнаны, ацеманнан, лигнин, глюкоза, манноза, галактоза, глюкуроновая кислота и др.

Аналогичный способ выработки напитка на основе молочной сыворотки предусматривает следующее [7]: изомеризованную (с содержанием пребиотика лактулозы) молочную сыворотку нагревают до 75–78 °С, выдерживают до температуры (23±2) °С. Траву Melissa заливают частью полученной сыворотки и после выдержки фильтруют. Затем основную часть сыворотки купажируют с полученным экстрактом Melissa, лимонной кислотой, яблочным пектином, соком манго и сахарным сиропом. Смесь пастеризуют, охлаждают и разливают в тару. Содержание исходных компонентов в напитке, мас. %: сок манго 17–18, экстракт Melissa 13–14, сахарный сироп 11–12, пектин 0,6–0,7, лактулоза 0,6, лимонная кислота 0,35–0,5. Изобретение направлено на получение напитка с высокими органолептическими свойствами и уровнем пищевой ценности.

Изобретение относится к молочной промышленности [7] и предусматривает: подготовку сыворотки, последующее в течение 10–30 мин в ней отваривание ламинарии японской, которая может составлять 1–25 % от объема сыворотки, охлаждение, фильтрацию, а затем внесение в фильтрат вкусовой добавки (соль, сахар) и пастеризацию.

Похожий в своей сути способ [7] предусматривает: отваривание молочной сыворотки в течение 0,8–1,2 мин при 95–96 °С, охлаждение до 5–10 °С со скоростью не менее 7,5 °С/мин, фильтрацию, внесение сахарного сиропа и цитрусовой эссенции. Одновременно в отфильтрованную сыворотку вносят сухую, размолотую до получения порошка кожуру цитрусовых в количестве 0,5–1 % масс. и компоненты перемешивают.

Таким образом, большинство традиционных способов производства напитков из натуральной молочной сыворотки предусматривают в своей рецептуре обязательное наличие различных ароматизаторов, подсластителей и пищевых консервантов [5, 6]. Кроме того, в технологии их приготовления обязательно предусматривается нагрев молочной сыворотки, выдержка, охлаждение и часто фильтрация. Как правило, недостатками готовой продукции являются либо ее высокая калорийность, либо использование сахара (синтетических сахарозаменителей), что исключает ее использование в диабетическом, детском и геронтологическом диетическом питании. Кроме того, традиционной технологии свойственны большие энергетические затраты, не считая расходов материальных средств на приобретение всех вносимых компонентов.

Анализ основных аспектов разрабатываемой технологии получения напитков из молочной сыворотки с добавлением растительных полисахаридов позволяет сделать следующие выводы.

1. Внесение в молочную сыворотку полисахаридов природного, в том числе и растительного, происхождения позволяет в той или иной мере осадить сывороточные белки, что улучшает физико-химические свойства, органолептические показатели и товарный вид готовых молочных напитков. Однако это не исключает из технологии их приготовления операции нагрева и выдержки для инактивации микрофлоры. Для увеличения сроков хранения таких напитков тре-

буется добавление в рецептуру пищевых консервантов.

2. Термообработка позволяет, с одной стороны, инактивировать микрофлору, а с другой, способствовать частичному осаждению белковых компонентов, которые затем удаляются с помощью фильтрации. Осветленный этим способом напиток приобретает более привлекательный для потенциального покупателя товарный вид.

3. Внесение ароматизаторов и прочих ингредиентов в молочную (особенно творожную) сыворотку имеет своей целью замаскировать ее специфический вкус и запах, которые обусловлены наличием в ней прежде всего сывороточных белков.

Список литературы

1. Бабеньшев, С.П. Перераспределение частиц дисперсной фазы жидких полидисперсных систем при ультрафильтрационном разделении / С.П. Бабеньшев, И.А. Евдокимов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 7. – С. 77–79.
2. Бабеньшев, С.П. Технологические и экологические предпосылки применения мембранных технологий разделения жидких полидисперсных систем / С.П. Бабеньшев, И.А. Евдокимов // Масложировая промышленность. – 2004. – № 4. – С. 20.
3. Интенсификация процесса разделения молочного сырья / С.П. Бабеньшев [и др.] // Научное обозрение. – 2012. – № 2. – С. 238–246.
4. Теоретические аспекты прогнозирования производительности баромембранных установок для разделения жидких полидисперсных систем / Д.С. Мамай [и др.] // Научное обозрение. – 2012. – № 5. – С. 465–467.
5. Мамай, Д.С. Переработка топинамбура на основе обратнoсмотического и ультрафильтрационного разделения его жидких экстрактов / Д.С. Мамай, С.П. Бабеньшев // Вестник АПК Ставрополя. СтГАУ. – 2011. – № 1. – С. 36–39.
6. Уткин, В.П. Молочный напиток для больных сахарным диабетом // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – Ставрополь, 2013. – Т. 3. – № 6. – С. 276–278.
7. Пат. 2489891 Российская Федерация, МПК А23С 21/00. Способ получения молочного фруктово-овощного напитка / С.П. Бабеньшев, Д.С. Мамай, П.С. Чернов, М.В. Скороходова, В.П. Уткин; заявитель и патентообладатель Ставропольский государственный аграрный университет (RU). – № 2012114580/10; заявл. 12.04.2012; опубл. 20.08.2013, Бюл. № 23. – 7 с.

MAIN ASPECTS OF PRODUCING WHEY BEVERAGES WITH THE ADDITION OF PLANT POLYSACCHARIDES BASED ON THE USE OF ULTRAFILTRATION

S.P. Babenyshev¹, S.A. Emelyanov², V.E. Zhidkov¹, D.S. Mamay^{3,*}, V.P. Utkin³

¹Technological Institute of Service (branch) in Stavropol,
Don State Technical University,
41/1, Kulakov Prospekt, Stavropol, 355000, Russia

²Stavropol State Agrarian University,
12, Zootechnicheskii Ln, Stavropol, 355017, Russia

³Institute of Construction, Transport and Engineering,
North Caucasus Federal University,
2, Kulakov Prospekt, Stavropol, 355029, Russia

*e-mail: dima-mamay@yandex.ru

Received: 08.06.2015

Accepted: 21.07.2015

The urbanization of modern society against the background of the negative changes in environmental conditions, resulting in changes in the structure and composition of food products, strongly dictates the need to develop new types of foods notable for functionality. Modern foodstuffs should not only meet people demand for energy and basic nutrients, but also have curative and preventive properties. This is achieved by the introduction of dietary supplements into food and drinks, natural polysaccharides of plant origin being included. Most of them have a high degree of complex formation, which results in their ability to bind heavy metals ions and radionuclides in the body, followed by natural clearance. The disadvantages of the existing production methods for natural whey beverages are their high caloric content due to large amounts of sugar or sugar substitutes, which excludes their use in diabetic, dietetic food. Milk beverage production using polysaccharides is studied, which allows to fundamentally reduce sugar content in the formulation; to improve the physical and chemical properties, organoleptic properties and appearance of the finished products, and also to settle whey proteins before conducting the ultrafiltration process.

Inulin-and-pectin concentrate, whey, milk beverage, ultrafiltration

References

1. Babenyshev S.P., Evdokimov I.A. Pereraspredelenie chastic dispersnoj fazy zhidkih polidispersnyh sistem pri ul'trafil'tracionnom razdelenii [Redistribution of the dispersed phase liquid of polydisperse systems in ultrafiltration separation]. *Khranenie i pererabotka sel'khoz syr'ia* [Storage and processing of farm products], 2007, no. 7, pp. 77–79.
2. Babenyshev S.P., Evdokimov I.A. Tehnologicheskie i jekologicheskie predposylki primeneniya membran-nyh tehnologij razdeleniya zhidkih polidispersnyh sistem [Technological and ecological prerequisites of application membrane separation technologies of liquid of polydisperse systems]. *Maslozhirovaya promyshlennost'* [Fat and oil processing industry], 2004, no. 4, P. 20.
3. Babenyshev S.P., Zhidkov V.E., Bobryshov A.V., Mamaj D.S. Intensifikacija processa razdeleniya molochnogo syr'ja [Intensifying the process of raw milk separation]. *Nauchnoe obozrenie* [Science Review], 2012, no. 2, pp. 238–246.
4. Babenyshev S.P., Zhidkov V.E., Emelyanov S.A., Mamaj D.S., Utkin V.P. Teoreticheskie aspekty prognozirovaniya proizvoditel'nosti baromembrannyh ustanovok dlja razdeleniya zhidkih polidispersnyh sistem [Theoretic aspects of forecasting the efficiency of baro-membrane installations for separation liquid polydisperse systems]. *Nauchnoe obozrenie* [Science Review], 2012, no. 5, pp. 465–467.
5. Babenyshev S.P., Mamaj D.S., Pererabotka topinambura na osnove obratnoosmoticheskogo i ul'trafil'tratsionnogo razdeleniya ego zhidkikh ekstraktov [Recycling topinambur on the basis of reverse osmosis and ultrafiltration separation of its liquid extracts]. *Vestnik APK Stavropol'ya* [Agricultural Bulletin of Stavropol Region], 2011, no. 1, pp. 36–39.
6. Utkin V.P. Molochnyj napitok dlja bol'nyh sahnarnym diabetom [Milk beverages for diabetic patients]. *Sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovsevodstva i kozovodstva*, 2013, vol. 3, no. 6, pp. 276–278.
7. Babenyshev S.P., Mamaj D.S., Chernov P.S., Skorohodova M.V., Utkin V.P. *Sposob poluchenija molochnogo fruktovovosovshhnogo napitka* [The process for producing of milk fruit and vegetable beverage]. Patent RF, no. 2489891, 2013.

Дополнительная информация / Additional Information

Основные аспекты получения напитков из молочной сыворотки с добавлением растительных полисахаридов на основе использования процесса ультрафильтрации / С.П. Бабенышев, С.А. Емельянов, В.Е. Жидков, Д.С. Мамай, В.П. Уткин // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 5-10.

Babenyshev S.P., Emelyanov S.A., Zhidkov V.E., Mamaj D.S., Utkin V.P. Main aspects of producing whey beverages with the addition of plant polysaccharides based on the use of ultrafiltration. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 5-10 (In Russ.).

Бабенышев Сергей Петрович

д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры технологии, конструирования и оборудования, Технологический институт сервиса (филиал) в г. Ставрополе ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет», 355000, Россия, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 41/1, e-mail: mail@stis.su

Емельянов Сергей Александрович

д-р техн. наук, канд. биол. наук, профессор кафедры экологии и ландшафтного строительства, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», 355017, Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, тел.: +7 (8652) 35-22-82, e-mail: inf@stgau.ru

Жидков Владимир Евдокимович

д-р техн. наук, профессор, директор, Технологический институт сервиса (филиал) в г. Ставрополе ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет», 355000, Россия, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 41/1, e-mail: mail@stis.su

Мамай Дмитрий Сергеевич

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии машиностроения и технологического оборудования, Институт строительства, транспорта и машиностроения ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Россия, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2, тел.: +7 (8652) 23-39-43, e-mail: dima-mamaj@yandex.ru

Уткин Виктор Павлович

инженер кафедры технологии машиностроения и технологического оборудования, Институт строительства, транспорта и машиностроения ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Россия, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2, тел.: +7 (8652) 23-39-43, e-mail: info@ncstu.ru

Sergey P. Babenyshev

Dr.Sci.(Tech.), Associate Professor, Professor of the Department, Technological Institute of Service (branch) in Stavropol, Don State Technical University, 41/1, Kulakov Prospekt, Stavropol, 355000, Russia, e-mail: mail@stis.su

Sergey A. Emelyanov

Dr.Sci.(Tech.), Cand.Biol.Sci., Professor of the Department, Stavropol State Agrarian University, 12, Zootechnicheskii Ln, Stavropol, 355017, Russia, phone: +7 (8652) 35-22-82, e-mail: inf@stgau.ru

Vladimir E. Zhidkov

Dr.Sci.(Tech.), Professor, Director, Technological Institute of Service (branch) in Stavropol, Don State Technical University, 41/1, Kulakov Prospekt, Stavropol, 355000, Russia, e-mail: mail@stis.su

Dmitriy S. Mamaj

Cand.Tech.Sci., Associate Professor of the Department, Institute of Construction, Transport and Engineering, North Caucasus Federal University, 2, Kulakov Prospekt, Stavropol, 355029, Russia, phone: +7 (8652) 23-39-43, e-mail: dima-mamaj@yandex.ru

Victor P. Utkin

Engineer of the Department, Institute of Construction, Transport and Engineering, North Caucasus Federal University, 2, Kulakov Prospekt, Stavropol, 355029, Russia, phone: +7 (8652) 23-39-43, e-mail: info@ncstu.ru



АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ФИТОНАПИТКОВ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Н.В. Бабий^{1,*}, Н.Н. Степакова², Е.Н. Соловьева³

¹ФГБОУ ВПО «Амурский государственный университет»,
675027, Россия, Амурская область,
г. Благовещенск, Игнатъевское шоссе, 21

²ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный
аграрный университет»,
675005, Россия, Амурская область,
г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86

³ООО «Томская производственная компания «САВА»,
634067, Россия, г. Томск, Кузовлевское
тепличное хозяйство, стр. 7

*e-mail: tmip2013@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 26.02.2015

Дата принятия в печать: 21.07.2015

Ассортиментная политика в пищевой промышленности во многом определяется демографическими изменениями, в том числе увеличением доли пожилых и больных людей. Воздействие на организм разных неблагоприятных факторов приводит к изменению экспрессии и структуры генов, что сопровождается нарушением синтеза белка и снижением функций организма. В современных условиях необходимо создание качественных и доступных по цене продуктов, направленных на удовлетворение потребностей населения и обладающих профилактическими свойствами. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы научно обоснованного, рационального использования дикорастущего лекарственно-технического сырья, являющегося источником физиологически функциональных ингредиентов. В работе проанализированы основные факторы, ведущие к преждевременному старению. Предложены способы снижения дегидратации у пожилых людей. Объектами исследования явилось дикорастущее сырье, произрастающее в Сибири и на Дальнем Востоке: корни родиолы розовой, мята перечная, плоды боярышника, володушка золотистая, клевер луговой, душица обыкновенная, отвечающее требованиям нормативной и технической документации. Результаты мониторинга содержания полифенолов позволили подтвердить целесообразность использования исследуемых видов растительного сырья в производстве чайных напитков для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Проведенные эксперименты позволили разработать технологическую схему производства чайных композиций функционального назначения с учетом потенциальной способности каждого растения оказывать общеукрепляющее, витаминное, антиоксидантное и антигипоксическое действие. Анализ физико-химических показателей свидетельствует о высокой антиоксидантной активности разработанных чайных композиций. Отражены данные результатов клинической апробации разработанных фитонапитков на группе добровольных больных с ишемической болезнью сердца и артериальной гипертензией. Контроль эффективности профилактики проводился на основании субъективных и объективных данных. Полученные результаты позволяют рассматривать разработанные чайные композиции как перспективное средство для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

Здоровьесбережение, родиола розовая, композиция, чайные напитки

Введение

Происходящие уже не одно десятилетие изменения возрастной структуры населения – сокращение доли детей в общей численности населения и рост доли пожилых людей – оказывают все возрастающее влияние не только на демографическую динамику, но и на социально-экономическое развитие. По данным ООН [2, 8], ожидается, что к 2050 г. население мира возрастет на 2,5 млрд человек, при этом число лиц в возрасте 60 лет и старше возрастет на 1 млрд человек [2].

Демографические изменения в разных странах привели к стремительному росту количества пожилых людей. По прогнозам бюро переписи населения США, число американцев в возрасте старше 85 лет, которых в настоящее время проживает в стране 3,3 млн человек, к 2080 г. достигнет 18,7 млн [9]. Аналогичная ситуация сло-

жилась в странах Западной Европы. Такая же тенденция характерна для Российской Федерации и других стран СНГ. По статистике в России доля пенсионеров составляет 20,7 %, при этом демографы прогнозируют, что к 2030 г. людей в возрасте старше 60 лет будет в три раза больше, чем в 1990 г. [6, 8, 9].

В течение многих лет феномен старения рассматривался в рамках этических и социальных проблем. Только за последнее столетие общество осознало, что процесс старения нужно исследовать в другом аспекте – как специальный физиологический механизм организма, имеющий определенное эволюционное значение [8]. Старение – самая сложная проблема медицины и биологии. Процесс старения – это постепенная инволюция тканей и нарушение функций организма. Симптомы старости появляются уже в конце репро-

дуктивного периода и становятся более интенсивными по мере дальнейшего старения.

Известно, что видовой предел продолжительности жизни человека примерно на 30–40 % превышает среднюю длительность жизни. Это связано с

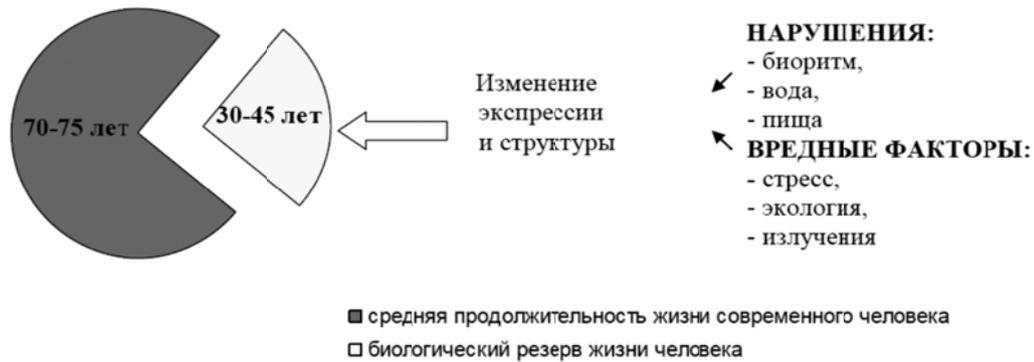


Рис. 1. Видовая продолжительность жизни человека и его биологический резерв

Факторы, ведущие к преждевременному старению, могут включаться на различных этапах развития физиологического старения, видоизменяя его механизмы и проявления, сказываясь на темпе и характере развития старческих изменений [1, 2]. Известно, что к факторам риска, предрасполагающим к преждевременному старению человека, относятся: гиподинамия, длительные и часто повторяющиеся нервно-эмоциональные перенапряжения, неадекватное питание, хронические заболевания, вредные привычки [2]. С учетом этих факторов риска для обследуемого лица могут быть сформулированы прогностически обоснованные рекомендации по первичной профилактике преждевременного старения, включая общие принципы здоровьесбережения [2].

Здоровьесбережение – основа профилактики заболеваний. Человек, определяя для себя образ жизни, сам регулирует уровень вероятности любого заболевания. Здоровьесбережение на уровне личности предполагает выбор таких форм активности, которые способствуют сохранению и укреплению здоровья человека. Цель здоровьесбережения – достижение максимально возможного уровня здоровья, функционирования и адаптации как здоровых людей, так и лиц с физической и психической патологией, социальным неблагополучием.

Здоровье представляет ключевую ценность для россиян, в особенности для людей старшего поколения, определяя их трудоспособность. Потеря здоровья для пожилых людей является опасным фактором, приводящим к повышению расходов на медицинское обслуживание и снижению качества и рациона питания, жизненного тонуса, падение уровня жизни.

С возрастом организм теряет способность ощущать жажду. Некоторые пожилые люди также страдают от нарушения памяти, неподвижности или от заболеваний, что может приводить к снижению уровня потребления жидкости. Кроме того, большинство людей после определенного

воздействием на организм разных неблагоприятных факторов, которые приводят к изменению экспрессии и структуры генов, что сопровождается нарушением синтеза белка и снижением функций организма (рис. 1).

возраста нуждаются в приеме различных лекарственных препаратов, некоторые из них могут препятствовать нормальному функционированию механизма ощущения жажды. Некоторые пожилые люди уменьшают потребление жидкости с целью избежать недержания мочи, особенно в ночное время или при нахождении вне дома. Поэтому многие пожилые люди пьют недостаточное количество жидкости, особенно в условиях жаркого климата и повышенной температуры окружающей среды. Рекомендации по ежедневному количеству принимаемой жидкости у взрослых людей не меняются с возрастом (2,5 л для мужчин и 2 л у женщин).

Симптомы дегидратации у пожилых людей могут быть неспецифичными, а их проявление часто может запаздывать. Чаще всего регистрируются такие симптомы, как жажда, сухость кожи и слизистых оболочек, снижение диуреза и запор. В более тяжелых случаях могут возникнуть внезапное снижение массы тела, потемнение и повышение концентрации мочи, сонливость, головная боль, спутанность сознания и чрезмерная усталость.

Умеренная температура, различные вкусовые комбинации напитков на основе растительного сырья, улучшенные по органолептическим характеристикам, будут способствовать облегчению проведения адекватной гидратации у пожилых людей.

Авторами многие годы проводятся работы, направленные на создание функциональных напитков, в том числе способных влиять на сохранность и укрепление здоровья пожилых людей. Этот подход включает выбор основных критериев: медико-гигиенических, технологических, методических и экономических (рис. 2).

Цель работы – создание оптимальной рецептурной композиции фитонапитков по качественному и количественному составу с учетом технологических свойств сырья, органолептических характеристик и медико-биологических требований.



Рис. 2. Основные критерии производства функциональных напитков

Объекты и методы исследований

Исследования проводили в 2012–2014 гг. Объектами исследований служило дикорастущее сырье, произрастающее на территории Амурской области и Алтайского края.

При решении поставленных задач применяли общепринятые и специальные методы: органолептические и физико-химические. Определение антиоксидантной активности проводили потенциометрическим методом по методике Х.З. Брайниной [3], массовой доли водорастворимых экстрактивных веществ по ГОСТ 28551-90 [5], массовой доли влаги гравиметрическим методом путем высушивания навески чая в сушильном шкафу при температуре $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 6 ч по ГОСТ 1936-85 [4].

Результаты и их обсуждение

Компоненты для введения в состав напитка подбирались в соответствии с ГОСТ Р 54059-2010 «Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования», согласно которому к классу функциональных пищевых ингредиентов, оказывающих эффект поддержания сердечно-сосудистой системы, относят: 1) витамины А, С; 2) флавоноиды [6]. Проводимые нами исследования, а также анализ научных работ в данной области позволили выделить следующие компоненты для введения в состав функциональных напитков: корни родиолы розовой, трава мяты перечной, плоды боярышника, трава володушки золотистой, трава клевера лугового, трава душицы обыкновенной.

Корень родиолы розовой содержит эфирное масло (15 %), дубильные вещества (15 %), витамины С и РР, флавоны, лактоны, органические кислоты (щавелевая, яблочная, лимонная, галловая и др.). Активным веществом является гликозид салидрозид, агликоном его – фенолоспирт паратаризол.

Трава мяты перечной содержит от 1 до 2,75 % эфирного масла, флавоноиды, урсоловую и олеаноловую кислоты, бетаин, каротин и др. В состав

эфирного масла входит не менее 46 % свободного ментола и 4 % в виде сложных эфиров уксусной и валерьяновых кислот, имеются также пинены, лимонен, фелландрен, цинеол и другие терпеноиды.

Плоды боярышника содержат тритерпеновые кислоты, кверцетин, дубильные вещества, фитостерины, витамины А, С, Р.

Трава володушки золотистой в большом количестве содержит флавоноиды, особенно их много в цветках: кверцетин, изорафметин и их гликозиды (рутин, нарциссин), а также их производные, витамины.

Трава клевера лугового содержит эфирное и жирное масла, дубильные вещества, гликозиды трифолин и изотрифолин, органические кислоты (п-кумаровая, салициловая, кетоглутаровая), ситостеролы, изофлавоны, кемпферол, кверцетин, пратолетин, смолы, витамины А, С.

Трава душицы обыкновенной содержит жирное масло, флавоноиды, аскорбиновую кислоту, дубильные вещества.

Известно, что фармакологические свойства вышеуказанного растительного сырья связаны с высоким содержанием в них фенольных соединений (биофлавоноидов), обладающих широким спектром биологической активности [10, 11]. Регулярное потребление флавоноидов приводит к достоверному снижению риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Их высокая биологическая активность обусловлена наличием антиоксидантных свойств. Установлена также важная роль флавоноидов в регуляции активности ферментов метаболизма ксенобиотиков.

Результаты мониторинга содержания полифенолов позволяют подтвердить, что исследуемые виды растительного сырья могут быть использованы в производстве чайных напитков для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний (табл. 1). Проведенные исследования показали разнообразность содержания экстрактивного комплекса для различных видов растительного сырья.

Содержание функциональных пищевых ингредиентов в растительном сырье

| БАВ | Название сырья | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|---------------|------------------|----------------------|----------------|---------------------|
| | Корни родиолы розовой | Мята перечная | Плоды боярышника | Володушка золотистая | Клевер луговой | Душица обыкновенная |
| Аскорбиновая кислота, мг/100 г | 96,4±0,03 | 0,3±0,01 | 89,2±0,08 | 164,2±0,05 | 0,3±0,01 | 138,8±0,01 |
| Полифенолы, мг/100 г | 2019,6±0,4 | 1897,1±0,4 | 2765,4±0,1 | 1661,5±0,3 | 1282,3±0,6 | 7423,8±0,2 |
| Органические кислоты, % | 1,02±0,04 | 0,81±0,02 | 0,93±0,03 | 1,17±0,03 | 1,1±0,07 | 0,98±0,06 |
| Экстрактивные вещества, % | 32,1±0,1 | 15,9±0,6 | 45,3±0,2 | 19,2±0,4 | 26,8±0,1 | 30,2±0,3 |

Наибольшим содержанием аскорбиновой кислоты характеризуется трава душицы обыкновенной, володушки золотистой, корни родиолы розовой; содержанием полифенолов – трава душицы обыкновенной, плоды боярышника; содержанием органических кислот – трава володушки золотистой, клевер луговой.

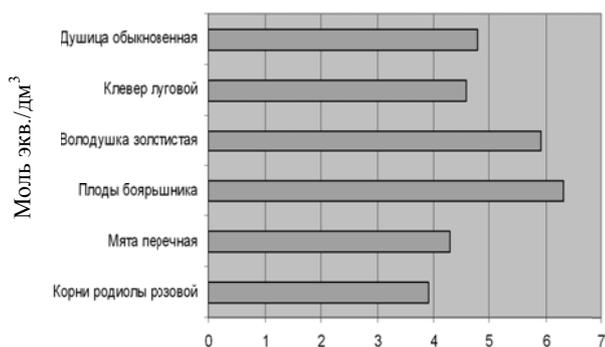


Рис. 3. Антиоксидантная активность исследуемого растительного сырья

Антиоксидантная активность исследуемого растительного сырья, произрастающего в Амурской области и Алтайском крае, представлена на рис. 3.

При разработке технологических регламентов переработки сырья учитывали:

- комплексность применений технологических параметров переработки в зависимости от особенностей сырья;

- подбор температурных режимов процессов тепловой обработки и сушки, обеспечивающих максимальное сохранение действующих веществ сырья;

- обеспечение доведения отдельных видов высушенного сырья до товарного вида или дисперсных размеров чайной продукции;

- возможность осуществления переработки нетрадиционного растительного сырья на существующем оборудовании чайной промышленности.

В ходе работы в первую очередь исследованы

тепловые процессы обработки сырья. Учитывая, что применяемые растения, как и все растительное сырье, термолабильны и плохо отдают внутреннюю влагу, а также исходя из технических характеристик имеющегося в чайной промышленности технологического оборудования, наиболее рациональным был принят вариант высушивания сырья в две стадии: термообработкой на чаезавялочном агрегате в течение 3–6 ч – на первой стадии и досушкой материала в чаесушильной печи. При этом процесс термообработки проводится рабочим агентом (воздухом) при нисходящем режиме температуры, а процесс досушки – восходящем режиме температуры. Предпосылкой выбора указанных температурных режимов служили многочисленные литературные данные о преимуществе данного метода сушки термолабильных продуктов.

В результате проведенных экспериментов была разработана технологическая схема производства чайных композиций функционального назначения (рис. 4).

Чайные композиции готовили смешиванием сухих компонентов в различном количестве, завариванием навески в количестве 10 г в 250 см³ горячей воды с температурой 90–95 °С, настаиванием в течение 5 мин.

Рассматривалось 5 композиций опытных смесей, составленных из сырья: корни родиолы розовой, трава мяты перечной, плоды боярышника, трава володушки золотистой, трава клевера лугового, трава душицы обыкновенной, с учетом оценки их органолептических свойств и потенциальной способности каждого растения оказывать общеукрепляющее, витаминное, антиоксидантное и антигипоксическое действие (табл. 2).

Все разработанные композиции в дальнейшем при заваривании были прозрачны, с некоторым блеском, без осадка, с ароматом добавленных растительных компонентов и оригинальным освежающим, гармонично сбалансированным вкусом. Во всех приготовленных напитках чувствовалось приятное послевкусие.

Результаты физико-химических показателей представлены в табл. 3.

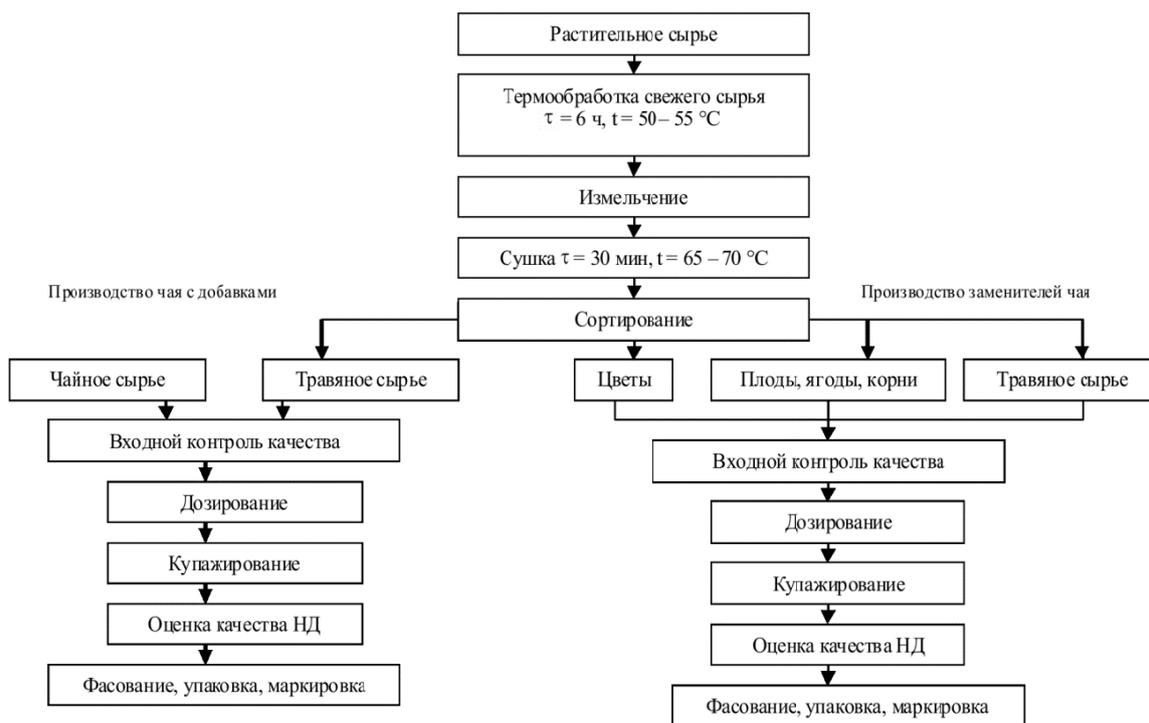


Рис. 4. Технологическая схема производства фасованных чайных композиций

Таблица 2

Состав композиции растительного сырья

| Разработанные композиции | Корни родиолы розовой | Мята перечная | Плоды боярышника | Володушка золотистая | Клевер луговой | Душица обыкновенная |
|--------------------------|-----------------------|---------------|------------------|----------------------|----------------|---------------------|
| Композиция № 1 | 35,2 | 15,2 | - | 5,4 | 6,0 | - |
| Композиция № 2 | 40,0 | - | 24,6 | - | - | - |
| Композиция № 3 | 45,4 | - | 20,0 | 7,6 | 5,5 | - |
| Композиция № 4 | 30,0 | 10,0 | - | 2,0 | 12,6 | - |
| Композиция № 5 | 35,5 | 12,6 | - | 10,0 | 5,2 | 10,0 |

Таблица 3

Результаты исследуемых физико-химических показателей чайных напитков

| Наименование композиции | Массовая доля влаги, % | Массовая доля экстрактивных веществ, % | Антиоксидантная активность, моль-экв./г |
|-------------------------|------------------------|--|---|
| Композиция № 1 | 6,9±0,1 | 32,4±0,1 | 7,4±0,01 |
| Композиция № 2 | 7,0±0,1 | 29,6±0,5 | 8,1±0,05 |
| Композиция № 3 | 7,0±0,1 | 31,8±0,3 | 7,8±0,02 |
| Композиция № 4 | 7,2±0,1 | 35,1±0,1 | 8,5±0,01 |
| Композиция № 5 | 7,1±0,1 | 35,9±0,2 | 8,3±0,03 |

Далее проведены исследования по содержанию БАВ в разработанных композициях. Результаты представлены на рис. 5.

Совместно с Амурской государственной медицинской академией нами была проведена клиническая апробация разработанных фитонапитков серии «Здоровое сердце». Для апробации каждой композиции отбирали группу добровольных больных ишемической болезнью сердца (ИБС), артериальной гипертензией (АГ) в составе 30 человек, в возрасте от 50 до 65 лет. Курс профилактики продолжался 1–3 месяца в весенний период года (март–май). До начала и после окончания приема напитка проводили комплексное обследование больных в

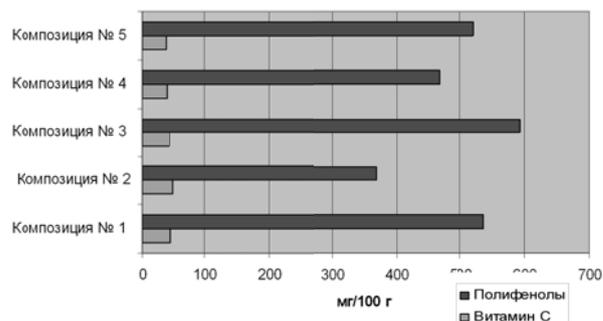


Рис. 5. Содержание БАВ в разработанных чайных композициях

стационарных и амбулаторных условиях. При исследовании оценивали жалобы, анамнез, общее состояние и самочувствие больного, данные физикального, лабораторного и инструментального методов обследования.

После месячного приема фитонапитков у 70–80 % улучшалось самочувствие и общее состояние, приступы стенокардии становились менее выраженными, возникали значительно реже. У большинства больных снижалось артериальное давление. У 75–85 % добровольцев отмечено умеренное снижение общего холестерина (на 12–15 %), липопротеидов низкой и очень низкой

плотности (15–17 %) и триглицеридов (на 8–9 %). У всех добровольцев наблюдалась положительная коррекция перекисного окисления липидов. Таким образом, результаты клинической апробации разработанных напитков доказали, что предложенные фитокомпозиции обладают профилактическими свойствами. Они содержат в своем составе достаточное количество биологически активных веществ. В связи с этим разработанные фитонапитки могут рассматриваться как перспективное средство для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, укрепления здоровья и увеличения продолжительности жизни.

Список литературы

1. Анисимов, В.Н. Эволюция концепций в геронтологии / В.Н. Анисимов, М.В. Соловьев. – СПб.: Эскулап, 1999. – 130 с.
2. Барановский, А.Ю. Геронтодиетология / А.Ю. Барановский, О.Б. Протопопова, О.Г. Хурцилава // Успехи геронтологии. – 2012. – № 2. – С. 205–216.
3. Брайнина, Х.З. Методика выполнения измерений антиоксидантной активности в продуктах питания, БАД и витаминах методом потенциометрии. МВИ 02.005-06 / Х.З. Брайнина. – Екатеринбург: Изд-во УрГЭУ, 2006. – 48 с.
4. ГОСТ 1936-85. Чай. Правила приемки и методы анализа. – М.: Стандартинформ, 2006. – 10 с.
5. ГОСТ 28551-90. Чай. Метод определения водорастворимых экстрактивных веществ. – М.: Стандартинформ, 2010. – 3 с.
6. ГОСТ Р 54059-2010. Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. – М.: Стандартинформ, 2010. – 11 с.
7. Качество социокультурной деятельности с лицами пожилого возраста // Цена качества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cenakachestva.ucoz.ru/publ/kachestvo_sociokulturnoj_deyatelnosti_s_licami_pozhilogo_vozrasta_ch_1/1-1-0-30. – Дата доступа: 27.07.2013
8. Сафарова, Г.Л. Демография старения: современное состояние и приоритетные направления исследований / Г.Л. Сафарова // Успехи геронтологии. – 2009. – № 1. – С. 49–59.
9. Социальная работа с пожилыми людьми за рубежом // Психологический центр Искусство жизни. ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.psyvita.ru/mudrost/46>. – Дата доступа: 31.07.2013.
10. Петрова, В.А. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений / В.А. Петрова. – К.: Высшая школа, 1986. – 287 с.
11. Помозова, В.А. Технология слабоалкогольных напитков: теоретические и практические аспекты / В.А. Помозова. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2002. – 152 с.

THE RELEVANCE OF THE PHYTO-BEVERAGES PRODUCTION FOR THE PREVENTION OF CARDIOVASCULAR DISEASES

N.V. Babiy^{1,*}, N.N. Stepakova², E.N. Solovyova³

¹Amur State University,
21, Ignatyevskoe Shosse, Blagoveshchensk,
Amur Region, 675027, Russia

²Far East State Agrarian University,
86, Polytechnicheskaya Str., Blagoveshchensk,
Amur Region, 675005, Russia

³Tomsk Production Company "SAVA",
Building 7, Kuzovlevskoe greenhouses,
Tomsk, 634067, Russia

*e-mail: mmip2013@mail.ru

Received: 26.02.2015

Accepted: 21.07.2015

Assortment policy in the food industry is largely determined by demographic changes, including an increase in the share of elderly and sick people. The body effects of various adverse factors, lead to changes in gene expression and gene structure that is accompanied by the disruption of protein synthesis and the body functions decrease. In modern conditions it is necessary to create high-quality and affordable products aimed at satisfying the population needs and having preventive properties. In this regard, the issues of scientifically rational use of wild medicinal and technical raw materials as a source of physiologically functional ingredients are of particular importance. The paper analyzes the main factors leading to premature aging. The ways to reduce dehydration in the

elderly are suggested. The objects of study were wild-growing raw materials of Siberia and the Far East: the roots of rhodiola rosea, peppermint, hawthorn fruits, thoroughwax, golden clover, melilot drug, common origanum meeting the requirements of normative and technical documentation. The article presents the results of the quality indicators for 5 types of tea compositions. Analysis of physico-chemical indicators showed high antioxidant activity of the designed tea compositions. The clinical testing results of the phyto-beverages in the voluntary group of patients with ischemic heart disease and arterial hypertension are shown. The obtained results allow to consider the designed tea composition as a promising tool for the cardiovascular disease prevention efficiency control being based on subjective and objective data.

Health care, golden root, rhodiola rosea, composition, tea drinks

References

1. Anisimov V.N., Solovyev M.V. *Evolutsiya kontseptsiy v gerontologii* [Evolution of concepts in gerontology]. St. Petersburg, Eskulap Publ., 1999. 130 p.
2. Baranovskiy A.Yu., Protopopova O.B., Khurtsilava O.G. Gerontodietologiya [Gerontodietology]. *Uspekhi gerontologii* [Advances in Gerontology], 2012, no. 2, pp. 205–216.
3. Braynina Kh.Z. *Metodika vypolneniya izmereniy antioksidantnoy aktivnosti v produktakh pitaniya, BAD i vitaminakh metodom potentsiometrii. MVI 02.005–06* [Measurement procedure of antioxidant activity in food products, dietary supplements and vitamins by potentiometer. MVI 02.005-06]. Ekaterinburg, USUE Publ., 2006. 48 p.
4. *GOST 1936-85. Chay. Pravila priemki i metody analiza* [State Standard 1936-85. Tea. Rules of acceptance and methods of analysis]. Moscow, Standartinform Publ., 2006. 10 p.
5. *GOST 28551-90. Chay. Metod opredeleniya vodorastvorimyykh ekstraktivnykh veshchestv* [State Standard 28551-90. Tea. Method for determination of water soluble of extractive substances]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 3 p.
6. *GOST R 54059-2010. Produkty pishchevye funktsional'nye. Ingredienty pishchevye funktsional'nye* [State Standard R 54059-2010. Functional food products. Functional ingredients food]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 11 p.
7. *Kachestvo sotsiokul'turnoy deyatel'nosti s litsami pozhilogo vozrasta* [Quality of sociocultural of activity with elderly population]. Available at: http://cenakachestva.ucoz.ru/publ/kachestvo_sociokulturnoj_deyatelnosti_s_litsami_pozhilogo_vozrasta_ch_1/1-1-0-30 (accessed 7 February 2015).
8. Safarova G.L. Demografiya stareniya: sovremennoe sostoyanie i prioritetye napravleniya issledovaniy [Demography of aging: current state and priority-driven research directions]. *Uspekhi gerontologii* [Advances in Gerontology], 2009, no. 1, p. 49–59.
9. *Sotsial'naya rabota s pozhilymi lyud'mi za rubezhom* [Social work with elderly people abroad]. Available at: <http://www.psyvita.ru/mudrost/46> (accessed 7 February 2015).
10. Petrova V.A. *Biokhimiya dikorastushchikh plodovo-yagodnykh rasteniy* [Biochemistry of wild of fruit plants]. Kiev, High School Publ., 1986. 287 p.
11. Pomozova V.A. *Tekhnologiya slaboalkogol'nykh napitkov: teoreticheskie i prakticheskie aspekty* [Technology of low-alcoholic drinks: theoretical and practical aspects]. Kemerovo, Kuzbassvuzizdat Publ., 2002. 152 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Бабий, Н.В. Актуальность производства фитонапитков для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний / Н.В. Бабий, Н.Н. Степакова, Е.Н. Соловьева // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 11-17.

Babiy N.V., Stepakova N.N., Solovyova E.N. The relevance of the phyto-beverages production for the prevention of cardiovascular diseases. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 11-17 (In Russ.).

Бабий Наталья Викторовна

канд. техн. наук, доцент кафедры экономической теории и государственного управления, ФГБОУ ВПО «Амурский государственный университет», 675027, Россия, Амурская область, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 21, тел.: +7 (4162) 39-46-16, e-mail: mmip2013@mail.ru

Степакова Наталья Николаевна

старший преподаватель кафедры электропривода и автоматизации технологических процессов, Дальневосточный государственный аграрный университет, 675005, Россия, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, тел.: +7 (4162) 52-32-27, e-mail: kitex74@mail.ru

Соловьева Евгения Николаевна

ведущий технолог, ООО «Томская производственная компания «САВА», 634067, Россия, г. Томск, Кузовлевское тепличное хозяйство, стр. 7, тел.: +7 (3822) 70-22-02, e-mail: solovyeva-sava@mail.ru

Natalia V. Babiy

Cand.Tech.Sci., Associate Professor of the Department of Economic Theory and Public Administration, Amur State University, 21, Ignatyevskoe Shosse, Blagoveshchensk, Amur Region, 675027, Russia, phone: +7 (4162) 39-46-16, e-mail: mmip2013@mail.ru

Natalia N. Stepakova

Senior Lecturer of the Department of Electric Drive and Automation of Technological Processes, Far Eastern State Agrarian University, 86, Polytechnicheskaya Str., Blagoveshchensk, Amur Region, 675005, Russia, phone: +7 (4162) 52-32-27, e-mail: kitex74@mail.ru

Evgeniya N. Solovyova

Leading Technologist, Tomsk Production Company «SAVA», Building 7, Kuzovlevskoe greenhouses, Tomsk, 634067, Russia, phone: +7(3822) 70-22-02, e-mail: solovyeva-sava@mail.ru



ПЕРЕЭТЕРИФИКАЦИЯ КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ МОДИФИКАЦИИ ЖИРОВ, СВОБОДНЫХ ОТ ТРАНСИЗОМЕРОВ

О.А. Ивашина^{1,2}, А.В. Терещук^{2,*}, К.В. Старовойтова², М.А. Тарлюн^{2,3}

¹АО «Eurasian Foods» (Карагандинский маргариновый завод),
100004, Республика Казахстан,
г. Караганда, ул. Ермакова, д. 77/2 – 30

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

³ЗАО «Холдинговая компания «Содружество»,
628606, Россия, Ханты-Мансийский АО,
г. Нижневартовск, ул. Кузоваткина, 1

*e-mail: terechuk_l@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 26.05.2015

Дата принятия в печать: 30.06.2015

Учитывая требования по ограничению содержания трансизомеров в жировых продуктах, при исследовании жирнокислотного состава модифицированных жиров необходимо количественное определение жирных кислот, имеющих трансконфигурацию. Это является принципиальным при установлении регламентируемого количества гидрированного жирового сырья, используемого в рецептурной композиции комбинированных продуктов. Таким образом, массовая доля трансизомеризованных жирных кислот в исходных сырьевых компонентах (гидрированных, гидроперэтерифицированных и перэтерифицированных жирах) определяет особенности конструирования жировой основы, при этом важно учитывать медико-биологические требования по содержанию составляющих липокомплекса в готовом продукте. При подборе составляющих жировой фазы необходимо проводить комплексную оценку состава и свойств каждого из сырьевых компонентов, определяющих качество вырабатываемых комбинированных продуктов. В статье рассмотрены различные способы модификации жиров. Модификация пространственной конфигурации жирных кислот, входящих в состав триглицеридов, происходит под действием ряда факторов: высокие температуры, действие катализаторов и др. В связи с этим модифицированные растительные масла и жиры содержат различные количества трансизомеризованных жирных кислот. Рассмотрены аспекты замены гидрированных жиров на перэтерифицированные в рецептурах спредов с учетом норм физиологических потребностей современного человека в липидах и их структурных компонентах. Представлены данные по созданию перэтерифицированных жировых смесей из растительных масел и жиров, обеспечивающих заданные потребительские свойства функциональных молочно-жировых продуктов.

Насыщенные, мононенасыщенные, полиненасыщенные жирные кислоты, сбалансированные жировые композиции, трансизомеры жирных кислот, модификация жиров, перэтерификация

Введение

Некоторое время тому назад на рынке жиров и масел появились продукты с пониженным содержанием насыщенных жирных кислот и трансизомеров. Примерами таких продуктов являются:

– жидкие фритюрные жиры, предназначенные для замены пластичных фритюрных жиров, используемых при жарке по интенсивным режимам на предприятиях общественного питания;

– оживенные хлебопекарные шортенинги, в которых функциональные свойства обеспечивают эмульгаторы, предназначенные для замены пластифицированных шортенингов;

– рецептуры жировой основы брускового маргарина с высоким содержанием жидкого масла для замены рецептур с гидрогенизированным маслом;

– столовые спреды с пониженным содержанием жира для замены маргарина [5].

Кроме этих новшеств, существует множество возможностей снижения уровня трансизомеров жирных кислот, но, как правило, за счет повышенного содержания насыщенных жирных кислот. На

основе жиров и масел возможно изготовление продуктов, свободных от трансизомеров, однако при присутствии насыщенных жирных кислот необходимо для обеспечения требуемого содержания твердых триглицеридов, от которого зависят функциональные свойства пластичных и жидких продуктов. В некоторых случаях возможно понижение содержания насыщенных жирных кислот, однако полное исключение их из состава невозможно без утраты функциональных свойств.

Ниже приведены некоторые варианты получения жировых продуктов с пониженным содержанием трансизомеров или с их полным отсутствием, но при этом имеющих приемлемые профили кривых плавления [5].

А) Смешивание

Первые шортенинги сложного состава представляли собой смеси жидких масел со стеарином; твердые жиры с низким йодным числом могут заменять стеариновую часть в шортенингах этого типа. Такие универсальные шортенинги имеют хорошую пластичность и демонстрируют хорошие

функциональные свойства в выпеченных изделиях, однако их устойчивость к окислению ограничена в связи с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот. В этих продуктах возможно полное отсутствие трансизомеров жирных кислот при условии тщательной дезодорации [2].

Смеси пальмового масла с жидкими маслами и твердыми жирами по функциональным свойствам могут полностью удовлетворять требованиям, предъявляемым к шортенингам для мучных изделий, в том числе иметь оптимальную форму кривой плавления без ущерба для окислительной стабильности [4].

Смеси лауриновых масел с жидкими маслами или твердыми жирами имеют крутой наклон кривой плавления с отчетливо выраженной температурой плавления, обеспечивая требуемое ощущение во рту, важное при изготовлении аналогов молочных продуктов, кондитерских изделий и других продуктов [4].

Б) Фракционирование

В процессе фракционирования жиры и масла разделяются на фракции, различающиеся по характеру плавления. Разработка исходных смесей масел и условий фракционирования может обеспечить производство систем фракционированных жировых основ для различных масложировых продуктов. Примером фракционированной жировой основы является использование стеариновой фракции, полученной при винтеризации хлопкового масла, в качестве жировой основы при производстве брусковых маргарина. В результате снижения поставок хлопкового стеарина для составления этой жировой основы был разработан специальный вид саломаса. Особенность фракционированных продуктов состоит в том, что природные токоферолы обычно остаются в мягких или жидких фракциях, поэтому стеариновые фракции имеют более низкую устойчивость к окислению, чем аналогичные гидрогенизированные компоненты [2].

В) Переэтерификация

Во многих европейских странах для получения отвержденных жиров предпочитают использовать переэтерификацию, а не гидрогенизацию. Масложировые продукты производят с использованием жировых основ, полученных из переэтерифицированных смесей насыщенных жиров и мягких масел или природных жиров с высоким содержанием насыщенных кислот. Смешиванием этих основ с мягкими маслами получают жировые системы для широкого ассортимента продуктов. Способность изменять характеристики плавления и функциональные свойства, связанные с кристаллизацией, без изменения жирнокислотного состава придает процессу переэтерификации целый ряд уникальных возможностей [3].

Ферментативная переэтерификация (в отличие от химической) осуществляется при низкой температуре, при этом не происходит образования побочных продуктов. Реакция протекает относительно медленно и может быть остановлена в любое время, что позволяет получить требуемую степень переэтерификации. Несмотря на несомненные до-

стоинства данного метода, следует отметить, что ферментные препараты, с помощью которых осуществляется процесс переэтерификации, не выпускаются отечественными производителями и Россия является высоко импортозависимой по данной группе пищевых ингредиентов. В связи с этим при проведении экспериментальных работ по получению жировых смесей, свободных от трансизомеров жирных кислот, нами использовался метод химической переэтерификации как более доступный и осуществимый в условиях российских предприятий [5, 6, 7].

Цель и задачи исследований

Целью работы является получение переэтерифицированных жиров из смеси пальмового стеарина с подсолнечным маслом со сниженным содержанием трансизомеров жирных кислот для замены гидрированных жиров на переэтерифицированные в рецептурах молочно-жировых эмульсионных продуктов.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: изучение, анализ и систематизация научно-технической литературы по теме исследования; изучение и сравнительная оценка физико-химических показателей растительных масел и модифицированных жиров, используемых в качестве компонентов жировой основы спреда; проведение пробной переэтерификации смеси пальмового стеарина с подсолнечным маслом; определение содержания твердых триглицеридов, температуры плавления, изучение влияния структурно-реологических показателей жирового сырья на технологические характеристики переэтерифицированного жира.

Объекты и методы исследования

При выполнении работы в соответствии с поставленными задачами исследований использовали общепринятые и оригинальные методы исследований. Все исследования проводились в 3–4-кратной повторности и обрабатывались статистически. В экспериментальной части приведены средние значения показателей.

Были проведены исследования физико-химических, органолептических и структурно-реологических показателей природных и модифицированных жиров и масел и молочного жира. Также объектом исследования являлись образцы полученных переэтерифицированных жиров.

Отбор и подготовку проб жирового сырья проводили согласно требованиям ИСО 5555-91 «Масла и жиры животные и растительные. Отбор проб» и ИСО 661-89 «Масла и жиры животные и растительные. Подготовка испытываемой пробы».

Жирнокислотный состав масел и жиров определяли методом газожидкостной хроматографии. Определению жирнокислотного состава предшествует перевод жирных кислот в метиловые эфиры. Полученные хроматограммы метиловых эфиров жирных кислот идентифицировали и рассчитывали количественное содержание жирных кислот по площадям пиков в процентах, используя стандартную методику.

Определение содержания твердых триглицеридов в жирах проводили на спектрометре JBM PC/20 Series NMR Analyzer (Minispec) согласно ГОСТ Р 53158-2008 и ИСО 8292:2008. Метод ЯМР определяет процентное содержание твердых триглицеридов в образце жира при определенной температуре. Метод ЯМР обеспечивает возможность оценки массовой доли ТТГ с высокой точностью и воспроизводимостью получаемых данных и минимальной длительностью измерений.

Результаты исследований и их обсуждение

Переэтерификация представляет собой альтернативный процесс модификации жировой основы, который позволяет добиться крутого наклона кривой плавления в отсутствие трансизомеров жирных кислот.

Суммируя сведения об этих возможностях, можно выделить следующие преимущества процесса переэтерификации, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Преимущества процесса переэтерификации

| Показатели, изменяющиеся при переэтерификации | Показатели, не изменяющиеся при переэтерификации |
|---|--|
| Температура плавления | Йодное число |
| Кривая плавления | Жирнокислотный состав |
| Форма кристаллов | Образование трансизомеров |
| Окислительная стабильность | Пищевая ценность |

Сущность процесса переэтерификации заключается в перераспределении радикалов жирных кислот (ацильных групп) между молекулами глицеридов одного жира или смесей различных жиров в присутствии катализатора.

Эффект, оказываемый переэтерификацией на свойства плавления продукта, зависит от исходного сырья. Более крутой наклон кривой плавления и более низкая температура плавления продукта достигаются при переэтерификации тугоплавких жиров и жидкого масла. Кроме того, переход кристаллов в более устойчивую β -форму замедляется, что позволяет переэтерифицированным жирам стабилизироваться в виде кристаллов β' -формы. В целом в качестве исходных масел для процесса переэтерификации используются жидкие растительные масла и полностью гидрогенизированные растительные масла, а также жидкие растительные масла: пальмовое масло и его фракции, пальмоядровое масло и его фракции, кокосовое масло (натуральное и гидрогенизированное).

Наибольший технологический и физиологический эффект достигается при переэтерификации высокоплавких жиров и жидких растительных масел. Полученная жировая основа, с одной стороны, характеризуется сбалансированным жирнокислотным составом, с другой стороны, в результате переэтерификации достигается значительное улучшение триглицеридного состава, повышается пластичность и однородность вырабатываемого продукта. Необходимо отметить, что в отличие от метода гидрогенизации, где твердые пластичные жиры получают за счет изменения жирнокислотного состава гидрируе-

мых жиров, при переэтерификации кислотный состав исходных жиров полностью сохраняется.

В качестве эксперимента в лабораторных условиях нами была проведена переэтерификация смеси пальмового стеарина с подсолнечным маслом в различных соотношениях. Переэтерификация проводилась классическим методом на модельной установке при температуре 80 °С в присутствии катализатора – этилата натрия.

Физико-химические показатели и жирнокислотный состав исходного жирового сырья представлены в табл. 2–4.

Таблица 2

Физико-химические показатели пальмового стеарина

| Сырье | Содержание ТТГ, % при °С | | | | | | Тпл., °С |
|------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | 5 °С | 10 °С | 20 °С | 30 °С | 35 °С | 40 °С | |
| Пальмовый стерин | 78,58 | 77,42 | 62,32 | 41,56 | 31,72 | 19,53 | 52,0 |

Поскольку показатели температуры плавления природного стеарина (52,0 °С) слишком высоки для непосредственного использования в пищу и в качестве одного из компонентов для создания рецептуры спреда, то он может использоваться как твердый компонент в составе переэтерифицированного жира.

Таблица 3

Жирнокислотный состав пальмового стеарина

| Жирная кислота | Содержание жирных кислот, % | |
|----------------|-----------------------------|-------|
| C12:0 | Лауриновая | 0,31 |
| C14:0 | Миристиновая | 1,32 |
| C16:0 | Пальмитиновая | 61,96 |
| C16:1 | Пальмитолеиновая | 0,12 |
| C18:0 | Стеариновая | 5,07 |
| C18:1 | Олеиновая | 25,34 |
| C18:2 | Линолевая | 5,64 |
| C18:3 | Линоленовая | 0 |
| C20:0 | Арахиновая | 0,36 |

Таблица 4

Жирнокислотный состав подсолнечного масла

| Жирная кислота, % | ГОСТ 52465-2005 «Масло подсолнечное» | Исследуемый образец |
|-------------------|--------------------------------------|---------------------|
| C14:0 | до 0,2 | 0,09 |
| C16:0 | 5,6-7,6 | 9,15 |
| C16:1 | до 0,3 | 0,08 |
| C18:0 | 2,7-6,5 | 5,26 |
| C18:1 | 14,0-39,4 | 19,86 |
| C18:2 | 48,3-77,0 | 63,82 |
| C18:3 | до 0,3 | 0,19 |
| C20:0 | до 0,5 | 0,38 |
| C20:1 | до 0,3 | 0,16 |
| C22:0 | 0,3-1,5 | 0,95 |
| C22:1 | до 0,2 | 0 |
| C22:2 | до 0,3 | 0 |
| C24:0 | до 0,5 | 0 |

Итоги результатов переэтерификации представлены в табл. 5.

Таблица 5

Физико-химические показатели полученных
перезэтерифицированных жиров

| Соотношение стеарин / подсолнечное масло, % | ТТГ, % | | | | | | Т. пл., °С |
|--|--------|-------|-------|-------|-------|------|------------------|
| | 5 | 10 | 20 | 30 | 35 | 40 | |
| 50/50 | 25,04 | 20,23 | 12,87 | 5,9 | 2,79 | 0,11 | 30 |
| 70/30 | 51,85 | 48,97 | 31,21 | 16,24 | 10,01 | 4,81 | 40 |
| 75/25 | 56,61 | 52,67 | 33,21 | 18,57 | 11,41 | 4,14 | 42 |
| 85/15 | 63,41 | 60,07 | 40,65 | 22,91 | 13,95 | 3,11 | 42,3 |

Из таблицы видно, что при варьировании соотношения стеарина и подсолнечного масла можно получить Perezэтерифицированный жир с заданным

содержанием твердых триглицеридов и температурой плавления. Так, Perezэтерифицированный жир с температурой плавления 30 °С придает определенную пластичность и обеспечивает хорошую намазываемость спреда.

Также интерес для технологического использования представляет Perezэтерифицированный жир с температурой плавления 40–42,3 °С. Показатели температуры плавления и ТТГ этих образцов подходят для производства наливного спреда, что позволяет вносить в рецептуру достаточное количество жидких растительных масел, обеспечивающих продукт полиненасыщенными и мононенасыщенными жирными кислотами.

В табл. 6 представлен жирнокислотный состав Perezэтерифицированных жиров в сравнении с другим сырьем.

Таблица 6

Жирнокислотный состав исследуемых масел и жиров

| Жирные кислоты | Содержание жирных кислот, % | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------|--------------|-----------------|---------------|------------------------|------------------------|
| | Подсолнечное масло | Рапсовое масло | Молочный жир | Пальмовое масло | Саломас М 3-2 | Перезэтер. жир (75/25) | Перезэтер. жир (50/50) |
| Насыщенные | 13,17 | 5,14 | 61,4 | 51,84 | 19,2 | 58,2 | 37,09 |
| в том числе: | | | | | | | |
| масляная C _{4:0} | - | - | 3,75 | - | - | - | - |
| капроновая C _{6:0} | - | - | 2,25 | - | - | - | - |
| каприловая C _{8:0} | - | - | 2 | - | - | - | - |
| каприновая C _{10:0} | - | - | 2,2 | - | - | - | - |
| лауриновая C _{12:0} | - | - | 2,35 | 0,28 | - | 0,25 | 0,12 |
| миристиновая C _{14:0} | - | - | 10,45 | 1,21 | 0,1 | 1,07 | 0,58 |
| пальмитиновая C _{16:0} | 5,7 | 4,3 | 28 | 46,91 | 6,2 | 51,2 | 30,27 |
| стеариновая C _{18:0} | 6,7 | 0,16 | 9,6 | 3,44 | 11,6 | 5,11 | 5,18 |
| арахиновая C _{20:0} | 0,28 | - | 0,8 | - | 0,9 | 0,36 | 0,37 |
| бегеновая C _{22:0} | 0,49 | 0,68 | - | - | 0,4 | 0,2 | 0,57 |
| Мононенасыщенные | 72,59 | 64,76 | 33,95 | 38,43 | 73,9 | 24,38 | 22,15 |
| в том числе: | | | | | | | |
| капролеиновая C _{10:1} | - | - | 0,25 | - | - | - | - |
| лауролеиновая C _{12:1} | - | - | 0,3 | - | - | - | - |
| миристиленовая C _{14:1} | - | - | 2,5 | - | - | - | - |
| пальмитолеиновая C _{16:1} | 0,49 | 0,27 | 3,05 | - | - | 0,11 | 0,09 |
| олеиновая C _{18:1} | 72,1 | 61,59 | 27,85 | 38,43 | 73,9 | 24,24 | 22,05 |
| гадолеиновая C _{20:1} | - | - | - | - | 2,1 | 0,03 | 0,1 |
| эруковая C _{22:1} | - | 2,9 | - | - | 1,1 | - | - |
| Полиненасыщенные | 14,24 | 30,1 | 4,65 | 9,73 | 3,2 | 17,31 | 40,66 |
| в том числе: | | | | | | | |
| линолевая C _{18:2} | 13,9 | 20 | 3,1 | 9,73 | 3,2 | 17,27 | 40,55 |
| линоленовая C _{18:3} | 0,34 | 10,1 | 1,55 | - | - | 0,04 | 0,11 |

Использование Perezэтерифицированных жиров в рецептурной композиции жировых основ позволит улучшить структурно-реологические характеристики готового продукта и в сравнении с гидрированными жирами снизить содержание трансизомеров жирных кислот. Однако при производстве спреда необходимо учитывать, что скорость кристаллизации Perezэтерифицированных жиров выше, чем у гидрированных жиров, тем самым необходимо снижение производительности или увеличение охлаждения.

Комбинированные жировые фазы с добавлением Perezэтерифицированных жиров отличаются оптимальным содержанием линолевой кислоты и по своим биологическим свойствам отвечают требованиям, предъявляемым к полноценному пищевому жиру. В целом использование Perezэтерифицированных пластичных жиров при конструировании жировой основы позволяет повысить пищевую ценность и качественные показатели готового продукта.

Список литературы

1. Павлова, И.В. Основные направления в области получения и применения заменителей молочного жира / И.В. Павлова, Н.В. Долганова // Маргарины, майонезы, спреды, пищевые добавки: материалы докл. 2-го науч.-практ. семинара. – М., 2008. – С. 39.
2. Терещук, Л.В. Продукты фракционирования пальмового масла в производстве спредов / Л.В. Терещук, А.С. Мамонтов, К.В. Старовойтова // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 3. – С. 79–83.
3. Экхард, Ф. Структурный жир с высоким содержанием стеариновой кислоты и спред на его основе / Ф. Экхард // Масла и жиры. – 2014. – № 5/6. – С. 16–18.
4. Handa, C. Performance and fatty acid profiling of interesterified trans free bakery shortening in short dough biscuits / C. Handa, S. Goomer, A. Sidahu // Int. J. Food Sci. and Technol. – 2010. – Vol. 45. – № 5. – P. 1002–1008.
5. Jeung, H.L. Physical properties of trans-free bakery shortening produced by lipase-catalyzed interesterification / H.L. Jeung, C.A. Casimir, L. Ki-Teak // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2008. – Vol. 85:1– P.11.
6. Long, K. Effect of enzymatic transesterification with flaxseed oil on the high-melting glycerides of palm stearin and palm olein / K. Long, I. Zubir, A. B. Hussin, N. Idris, H. M. Ghazali, O. M. Lai // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2003. – Vol. 80, Issue 2. – pp 133–137.
7. Raquel, C.R. Chemical and Enzymatic Interesterification of a Blend of Palm Stearin: Soybean Oil for Low *trans*-Margarine Formulation / Raquel Costales-Rodríguez, Véronique Gibon, Roland Verhé, Wim De Greyt // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2009. – Vol. 86. – Issue 7. – pp 681–697.
8. Tereshchuk, L. Theoretical and Practical Aspects of the Development of a Balanced Lipid Complex of Fat Compositions / L. Tereshchuk // Food and Raw Materials. – 2014. – № 2. – P. 59–67.

TRANSESTERIFICATION AS AN ALTERNATIVE METHOD OF MODIFYING FATS FREE FROM TRANSISOMERS

O.A. Ivashina^{1,2}, L.V. Tereshchuk^{2,*}, K.V. Starovoitova², M.A. Tarlyun^{2,3}

¹Eurasian Foods JSC (Karaganda Margarine Plant),
77/2 – 30, Ermakova Str., Karaganda,
100004, Republic of Kazakhstan

²Kemerovo Institute of Food Science
and Technology (University),
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

³Holding Company "Commonwealth",
1, Kuzovatkina Str., Nizhnevartovsk,
Khanty-Mansiysk AO, 628606, Russia

*e-mail: terechuk_l@mail.ru

Received: 26.05.2015

Accepted: 30.06.2015

Taking into account the requirements on limitation of transisomers content in fatty products, quantitative determination of fatty acids with transconfiguration is needed when investigating the fatty acid composition of modified fats. This is essential when determining the regulated quantity of hydrogenated fat materials used in the receipt composition of combined products. Therefore, the mass fraction of trans-isomerized fatty acids in raw stock (hydrogenated, hydro-transesterified, and transesterified fats) determines the specific features of fatty base construction considering the medical and biological requirements for the content of lipocomplex constituents in the final product. When selecting fatty phase constituents, one should perform a complex evaluation of the composition and properties of each raw material determining the quality of produced combined products. This paper deals with various methods of fat modification. Modification of the spatial configuration of fatty acids contained in triglycerides occurs under the effect of a number of factors: high temperatures, effect of catalysts, etc. In this connection, modified vegetable oils and fats contain various amounts of trans-isomerized fatty acids. The aspects of replacing hydrogenated fats by transesterified ones have been considered in spread recipes based on standards of physiological requirements of modern people for lipids and their structural components. The data on creating the transesterified fatty compositions from vegetable oils and fats providing the predetermined consumer properties of functional fat-milk products are presented.

Saturated, monounsaturated, polyunsaturated fatty acids, balanced fat compositions, transisomers of fatty acids; fat modification, transesterification

References

1. Pavlova I.V., Dolganova N.V. Osnovnye napravleniya v oblasti polucheniya i primeneniya zameniteley molochного zhiра [The basic directions in the field of production and application of substitutes of milk fat]. *Materialy dokladov 2-go nauchno-prakticheskogo seminarа «Margariny, mayonezy, spredy, pishchevye dobavki»* [Proc. of the 2nd scientific and practical seminar "Margarines, Mayonnaises, Spreads, Food Additives"], Moscow, 2008, P. 39.
2. Tereshchuk L.V., Mamontov A.S., Starovoytova K.V. Produkty fraktsionirovaniya pal'movogo masla v proizvodstve spredov [Products of palm-oil fractionation in production of spreads]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Pro-

cessing: Techniques and Technology], 2014, vol. 34, no. 3, pp. 79–83.

3. Eckhard F., Strukturny zhir s vysokim sodержaniem stearinovy kisloty i spred na ego osnove [Structural fat with a high content of stearic acid and spreadbased on it]. *Masla i zhiry* [Oils and Fats], 2014, no. 5/6, pp. 16–18.

4. Handa C., Goomer S., Sidahu A. Performance and fatty acid profiling of interesterified trans free bakery shortening in short dough biscuits. *Int. J. Food Sci. and Technol.*, 2010, vol. 45, no. 5, pp. 1002–1008.

5. Jeung H.L., Casimir C.A., Ki-Teak L. Physical properties of trans-free bakery shortening produced by lipase-catalyzed interesterification. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2008, vol. 85, P.11.

6. Long K., Zubir I., Hussin A.B., Idris N., Ghazali H.M., Lai O.M. Effect of enzymatic transesterification with flaxseed oil on the high-melting glycerides of palm stearin and palm olein. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2003, vol. 80, iss. 2, pp. 133–137.

7. Raquel Costales-Rodríguez, Véronique Gibon, Roland Verhé, Wim De Greyt. Chemical and Enzymatic Interesterification of a Blend of Palm Stearin: Soybean Oil for Low trans-Margarine Formulation. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2009, vol. 86, iss. 7, pp. 681–697.

8. Tereshchuk L. Theoretical and practical aspects of the development of a balanced lipid complex of fat compositions. *Food and Raw Materials*, 2014, vol. 2, no. 2, pp. 59–67. DOI:10.12737/546.

Дополнительная информация / Additional Information

Переэтерификация как альтернативный способ модификации жиров, свободных от трансизомеров/ О.А. Ивашина, Л.В. Терещук, К.В. Старовойтова, М.А. Тарлюн // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 18-23.

Ivashina O.A., Tereshchuk L.V., Starovoitova K.V. Tarlyun M.A. Transesterification as an alternative method of modifying fats free from transisomers. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 18-23 (In Russ.).

Ивашина Оксана Александровна

аспирант кафедры технологии жиров, биохимии и микробиологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47; начальник инновационной технологической лаборатории, АО «Eurasian Foods» (Карагандинский маргариновый завод), 100004, Республика Казахстан, г. Караганда, ул. Ермакова, д. 77/2 – 30, тел.: +7 (7212) 43-35-305

Терещук Любовь Васильевна

д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой технологии жиров, биохимии и микробиологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-51, e-mail: terechuk_l@mail.ru

Старовойтова Ксения Викторовна

канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры технологии жиров, биохимии и микробиологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-51

Тарлюн Марина Александровна

аспирант кафедры технологии жиров, биохимии и микробиологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47; мастер-технолог, Холдинговая компания «Содружество», 628606, Россия, Ханты-Мансийский АО, г. Нижневартовск, ул. Кузоваткина, 1, тел.: +7 (3466) 61-25-21

Oksana A. Ivashina

Postgraduate Student of the Department of Technology of Fats, Biochemistry and Microbiology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia; Head of Innovative Technological Laboratory, Eurasian Foods JSC (Karaganda Margarine Plant), 77/2 – 30, Ermakova St., Karaganda, 100004, Republic of Kazakhstan, phone: +7 (7212) 43-35-305

Lyubov V. Terechuk

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Technology of Fats, Biochemistry and Microbiology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-51, e-mail: terechuk_l@mail.ru

Kseniya V. Starovoitova

Cand. Tech. Sci., Senior Lecturer of the Department of Technology of Fats, Biochemistry and Microbiology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-51

Marina A. Tarlyun

Postgraduate Student of the Department of Technology of Fats, Biochemistry and Microbiology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia; Master Technologist, Holding Company "Commonwealth", 1, Kuzovatkina Str., Nizhnevartovsk, Khanty-Mansiysk AO, 628606, Russia, phone: + 7 (3466) 61-25-21



МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГЕРЕФОРДОВ СИБИРСКОЙ РЕПРОДУКЦИИ

Б.О. Инербаев¹, А.Т. Инербаева^{2,*}

¹ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский
и проектно-технологический институт животноводства»,
630501, Россия, Новосибирская область, п. Краснообск, а/я 470

²ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский
и технологический институт переработки
сельскохозяйственной продукции»,
630501, Россия, Новосибирская область, п. Краснообск, а/я 358

*e-mail: GNU_IP@ngs.ru

Дата поступления в редакцию: 14.04.2015

Дата принятия в печать: 08.07.2015

В связи с повышением спроса на говядину актуальным становится вопрос о качестве мяса. Самое дефицитное мясо («мраморное») имеет цену в ресторанах и супермаркетах 800–1300 руб/кг и завозится преимущественно из-за рубежа (Австралия, США). В России такое мясо пока не производится и отечественная селекционно-племенная работа не акцентировала получение мяса с конкретным качеством. Поскольку этот признак генетически обусловлен и наследуется, нами поставлена цель – изучить мясную продуктивность герефордов сибирской репродукции и качество мяса способом, предусматривающим использование импортной биопродукции. Определены живая масса и среднесуточный прирост бычков. Проведен контрольный убой бычков герефордской породы. Определены торговые и промышленные отруба полутуш. Исследован биохимический состав мышц мяса. По результатам исследований выявлено, что использование семени быка-производителя австралийской селекции Allendale Superstar B21 позволило увеличить селекционный дифференциал по живой массе до 32 кг (7,3 %), а по суточному приросту живой массы до 178,7 г (17,3 %). По предубойной живой массе превосходство бычков опытной группы над сверстниками составило 24,0 кг (5,5 %). Убойный выход был выше на 1,7 % и составил 59,4 %. «Мраморность» длиннейшей мышцы спины у опытных бычков по австралийской шкале составила 6 баллов, а контрольной 2–3 балла. Использование семени герефордских быков-производителей может ускорить селекционный процесс в мясном скотоводстве региона.

Герефордская порода, контрольный убой, живая масса, среднесуточный прирост, мясная продуктивность, «мраморная» говядина

Введение

Герефордская порода крупного рогатого скота сибирской селекции составляет основу племенной базы в мясном скотоводстве Сибири. С момента завоза скота из Канады (1960 г.) была поставлена задача создать новые генотипы животных, наиболее приспособленные к нашим резко континентальным условиям. Для формирования высокопродуктивных скороспелых стад животных с крепкой конституцией, способных реализовать присущий им генетический потенциал и переносить суровые природно-климатические условия региона, разработаны новые технологии для местных условий содержания и выращивания взрослых животных и молодняка [1].

Стада базовых хозяйств института совершенствовались, применяя основные приемы и методы разведения, в частности, отбора и подбора животных мясного направления продуктивности и использования импортных производителей канадской, английской и американской селекции. В настоящее время ученые ФГБНУ СибНИПТИЖ изучают продуктивный потенциал герефордского скота Сибири разного экогенеза. Выведение нового внутрипородного типа проводится путем целенаправленного использования комплекса селекционных приемов по повышению племенных и продук-

тивных качеств скота, улучшению кормления всех половозрастных групп. В результате стада элитных животных в абсолютном большинстве отвечают требованиям высших бонитировочных классов.

Вышеизложенное свидетельствует о высоком уровне ведения племенной работы в отдельных хозяйствах нашего региона, но не в целом по Сибирскому федеральному округу. Однако в связи с повышением спроса на говядину актуальным становится вопрос о качестве мяса. В настоящее время самое дефицитное мясо («мраморное») имеет высокую цену в ресторанах и супермаркетах и завозится преимущественно из-за рубежа (Австралия, США). «Мраморность» мяса обуславливается содержанием внутримышечного жира (IMF – сумма внутриклеточных, межклеточных и межволоконных жировых компонентов) и характеризует прежде всего его вкусовые качества. Сообщается о корреляции IMF с такими признаками, как степень мраморности (0,81) и постность мяса (-0,47) [2].

Так как коэффициент наследования содержания внутримышечного жира достаточно невысок (38–55 %) у мясных пород европейского скота в совокупности с низкой вариабельностью этого признака, использование традиционных методов селекции не позволяет добиться значительных успехов [3].

В связи с актуальностью задачи улучшения мясных показателей крупного рогатого скота, обусловленной потребностями рынка, во всем мире подчеркивается необходимость привлечения генетических методов селекции для достижения соответствия мясных качеств животных высоким требованиям. Имеются сообщения о высокой корреляции между степенью «мраморности» и процентом внутримышечного жира (0,70–0,90). Внутримышечный жир (IMF, «intramuscular fat») – сумма внутриклеточных, межклеточных и межволоконных жировых компонентов. Его определяют химической экстракцией липидов из тонкого среза исследуемой мышцы, что дает основание считать его объективным показателем общего жира в области измерения. В совокупность показателей по оценке степени «мраморности», кроме количества и распределения, входит рисунок жировых включений, тогда как внутримышечный жир – это количество интегрированного жира в области мышечного глазка [4]. В России такое мясо пока не производится в больших масштабах, так как отечественная селекционно-племенная работа не была ориентирована на получение мяса с такими качествами, хотя этот признак генетически обусловлен и наследуется [5,6].

Поэтому целью работы является изучение мясной продуктивности герефордов сибирской репродукции и качества мяса способом, предусматривающим использование импортной биопродукции.

Объекты и методы исследований

Исследования проведены в племенном заводе по разведению герефордского скота ОАО АПК «Галкинская» Бакчарского района Томской области. Хозяйство занимается мясным скотоводством с 2002 года. С 2008 года является племенным заводом по разведению скота герефордской породы. Ежегодно с 2002 года проводится комплексная оценка племенных и продуктивных качеств (бонитировка) всего поголовья. Для опыта сформированы 2 группы по 10 голов молодняка: I (контрольная) – бычки герефордов сибирской селекции, II (опытная) – бычки, полученные от искусственного осеменения коров сибирской репродукции семенем австралийского быка Allendale Superstar B21. Эксперимент длился с 8- до 15-месячного возраста. Проведен однофакторный дисперсионный анализ с определением силы влияния быков-производителей (η_x^2) на живую массу и среднесуточный прирост живой массы бычков. Оценка мясной продуктивности и качества мяса проведена в результате контрольного убоя животных по методике ВИЖ, ВНИИМП и СибНИПТИЖ [7, 8]. При этом определяли съёмную и предубойную массу, массу парной и охлажденной туши, морфологический и сортовой состав туши. Результаты исследований обработаны методом вариационной статистики с использованием компьютерной программы SNEDECOR [9].

Результаты и их обсуждение

Определение живой массы и среднесуточного прироста бычков. Разница по живой массе при постановке на опыт в 8-месячном возрасте между группами бычков (4 кг) оказалась статистически недостоверной ($P < 0,9$). Считаем, что величина этого показателя до отъёмного возраста телят прежде всего максимально зависит от молочности коров, а не от других факторов (табл. 1).

Таблица 1

Живая масса бычков, кг (n = 10)

| Группа | Живая масса, кг | | Ср. сут. прирост живой массы, г | Оценка мясных форм, балл |
|--------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------|
| | 8 мес. | 15 мес. | | |
| I | 218,5 ±2,94 | 435,5 ±4,19 | 1033,2 ±13,17 | 58,8 ±0,25 |
| II | 214,5 ±3,79 | 467,5 ±1,85* | 1211,9 ±16,55* | 58,4 ±0,37 |

* $P > 0,999$.

После отъема телят от матерей установили следующий генетический потенциал роста молодняка: по живой массе бычков в 15-месячном возрасте разница составила 32,0 кг ($P > 0,999$). Превосходство животных опытной группы составило 7,3 %. Среднесуточный прирост живой массы за период опыта у бычков был выше на 178,7 г. Этот показатель у опытных бычков, полученных от использования семени быков австралийской селекции, составил 1211,9 г и был выше, чем у аналогов, на 17,3 % ($P > 0,999$).

Результаты прижизненной оценки у животных всех групп высокие с незначительным превосходством молодняка, полученного от семени австралийского быка-производителя, но не достоверно ($P < 0,9$).

На основе результатов исследований научно-хозяйственного опыта установлено достоверное влияние быков-производителей на развитие признаков потомства (табл. 2).

Таблица 2

Влияние быков-производителей на признаки потомства, %

| Показатель | Сила влияния, η_x^2 |
|---|--------------------------|
| Живая масса: в 8 мес. | Отсутствует |
| в 15 мес. | 82,9* |
| Среднесуточный прирост живой массы с 8 до 15 мес. | 87,6* |
| Прижизненные мясные формы | Отсутствует |

* $P > 0,999$.

Наибольшее влияние быки оказали на живую массу в 15 месяцев (82,9 %) при $P > 0,999$ и на среднесуточный прирост с 8- до 15-месячного возраста (87,6 %) при $P > 0,999$. Достоверно ($P > 0,999$) высокое влияние быков на эти показатели

указывает на высокое генетическое разнообразие их по передаваемой потомству наследственной информации.

Таким образом, при использовании импортного семени селекционный дифференциал по живой массе увеличился до 32 кг (7,3 %), а по суточному приросту живой массы до 178,7 г (17,3 %).

Одним из главных показателей специализированного мясного скотоводства, характеризующего специфичность отрасли, является мясная продуктивность. Селекционеры в работе с мясными породами крупного рогатого скота издавна предпочтению отдавали животным с наиболее выраженными мясными качествами. Отбирали животных с максимально развитой мускулатурой, округлым бочкообразным туловищем и с меньшим содержанием

костей. Этим объясняется низконоготность и выраженность мускулатуры мясных пород в отличие от молочных. Все вышеизложенное оказало влияние на морфологический и сортовой состав туш.

При оценке мясной продуктивности основное значение имеют убойные качества. Наиболее высококачественную говядину в кулинарном и пищевом отношении получают от молодняка, чем от взрослых животных, но ее качество во многом зависит от интенсивности выращивания их с учетом породных особенностей. В настоящих исследованиях изучали формирование мясной продуктивности бычков в зависимости от происхождения и интенсивности роста. Для выполнения поставленной задачи был проведен контрольный убой в 15-месячном возрасте (табл. 3).

Таблица 3

Результаты контрольного убоя подопытных бычков (M±m)

| Группа | Масса, кг | | | | Выход, % | | |
|--------|--------------|------------|-------------|------------|-----------|-------------|-----------|
| | предуб. | туши | внутр. жира | убойная | туши | внутр. жира | убойный |
| I | 438,0±2,08 | 238,0±3,79 | 14,8±0,60 | 252,8±4,29 | 54,3±0,55 | 3,4±0,13 | 57,7±0,72 |
| II | 462,0**±6,43 | 257,7±6,89 | 16,8±0,79 | 274,5±7,27 | 55,8±0,72 | 3,6±0,15 | 59,4±0,74 |

** P>0,99.

По предубойной живой массе превосходство бычков II группы над сверстниками – на 24,0 кг (5,5 %). Убойный выход был выше на 1,7 % и составил 59,4 %. Практический интерес в тушах животных представляет количество и качество чистого мяса без костей, хрящей и сухожилий. Поэтому изучение морфологического состава туши является неотъемлемым элементом при исследовании мясной про-

дуктивности животных. Левые полутуши были расчленены на пять естественно-анатомических частей с последующей их обвалкой, жиловкой и раскладкой мякоти на сорта по технологии колбасного производства. Проведено взвешивание каждой анатомической части, а также морфологических ее частей: мякоти, костей, сухожилий; сортов мякоти от всей полутуши (табл. 4, 5).

Таблица 4

Морфологический состав полутуш бычков в 15-месячном возрасте

| Группа | Масса полутуши, кг | В том числе | | | | Выход мякоти на 1 кг костей, кг |
|--------|--------------------|-------------|------|--------|------|---------------------------------|
| | | мякоти | | костей | | |
| | | кг | % | кг | % | |
| I | 122,7 | 100,4 | 81,8 | 22,3 | 18,2 | 4,7 |
| II | 134,7 | 112,3 | 83,4 | 22,4 | 16,6 | 5,0 |

Таблица 5

Сортовой состав полутуш

| Группа | Сортность мяса | | | | | | | | | |
|--------|----------------|------|--------|------|--------|------|-----|-----|-----------|-----|
| | высший | | первый | | второй | | жир | | сухожилия | |
| | кг | % | кг | % | кг | % | кг | % | кг | % |
| I | 15,7 | 15,6 | 42,3 | 42,1 | 36,8 | 36,7 | 3,7 | 3,7 | 1,9 | 1,9 |
| II | 17,5 | 15,6 | 50,1 | 44,8 | 38,9 | 34,8 | 3,6 | 3,2 | 1,8 | 1,6 |

По относительной массе мякоти превосходили сверстников животные второй (II) группы. К высшему сорту относится мышечная ткань без видимой жировой и соединительной. Ее выход составил по группам 15,6–15,7 % от всей съедобной мякоти.

К первому сорту были отнесены крупные куски мышечной ткани с некоторым наличием жира и связок, их было больше во II группе на 2,5 %. Наконец, ко второму сорту относится остальное мелкокусковое обрезное мясо – жировая и соеди-

нительная ткани, используемые, как правило, на изготовление фарша (котлетное мясо). По второму сорту превосходили туши бычков контрольной группы. Туши животных второй группы характеризовались низким содержанием костей на 1,6 %. Коэффициент (индекс) мясности выше у них на 0,3, чем у сверстников, что является следствием высокой скорости роста бычков и, как правило, наращиванием мышечной ткани.

Бычки опытной группы уступали сверстникам по содержанию жира. У первой группы содержание жира составило 3,7 кг (3,7 %), у второй – 3,6 кг (3,2 %), а сухожилий: у первой группы – 1,9 кг (1,9 %), у второй – 1,8 кг (1,6 %). Большее содержание жира в тушах бычков сибирской репродукции является результатом многолетней селекционной работы, направленной на получение скороспелых генотипов, что повлекло за собой и раннее отложение прежде всего подкожного и внутреннего жира.

Химический состав мяса животных в зависимости от упитанности, по данным Всесоюзного научно-исследовательского института мясной промышленности, приведен в табл. 6. Это усредненные показатели по всем породам скота и зонам страны.

Таблица 6

Химический состав мяса крупного рогатого скота в зависимости от его упитанности, %

| Показатель | Упитанность животных | | | |
|------------|----------------------|---------|--------------|--------|
| | ниже средняя | средняя | выше средняя | жирная |
| Вода | 74,1 | 68,3 | 61,6 | 58,5 |
| Белок | 21,0 | 20,0 | 19,2 | 17,7 |
| Жир | 3,8 | 10,7 | 18,3 | 22,9 |
| Зола | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,9 |

По химическому составу длиннейшей мышцы бычков следует отметить меньшее содержание влаги у бычков II группы на 1,9 % при $P > 0,95$ (табл. 7).

Таблица 7

Химический состав длиннейшей мышцы бычков

| Показатель | Группа | |
|------------|-------------|----------------|
| | I | II |
| Вода, % | 70,3 ± 0,43 | 68,4 ± 0,38*** |
| Жир, % | 6,3 ± 1,22 | 8,8 ± 0,35 |
| Белок, % | 22,1 ± 0,55 | 21,7 ± 0,57 |
| Зола, % | 1,16 ± 0,02 | 1,12 ± 0,01 |

*** $P > 0,95$.

У мясных пород скота жир откладывается в подкожной клетчатке и между мускулами, как это бывает у животных комбинированных и молочных пород, а также и внутри самих мускулов – между мышечными пучками. Мышечная ткань на разрезе дает картину «красного мрамора» с желтовато-белыми прожилками и вкраплениями разной величины и форм. Мясо такого качества во время кули-

нарной обработки хорошо пропитывается жиром на всю толщину куска и делается сочным, нежным и приятным на вкус. Так, в длиннейшей мышце опытной группы бычков содержание жира составило 8,8 %, что существенно на 2,5 % больше, чем у аналогов.

Одним из существенных особенностей говядины, получаемой от мясного скота, является ее «мраморность». По сравнению с молочным скотом мясные животные накапливают жир во внутримышечной ткани и тем самым образуется «мраморность» мяса, что улучшает ее товарный вид и придает сочность и специфический приятный вкус.

«Мраморность» среза длиннейшей мышцы спины у бычков I группы соответствовала 1–2 баллам по австралийской шкале, а у бычков II группы – 6 баллам (рис. 1).

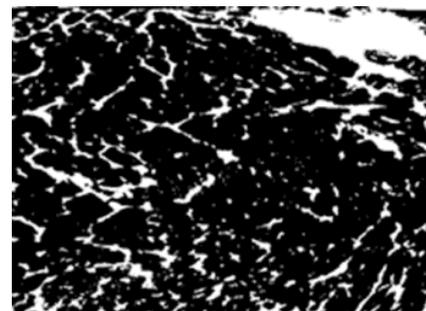
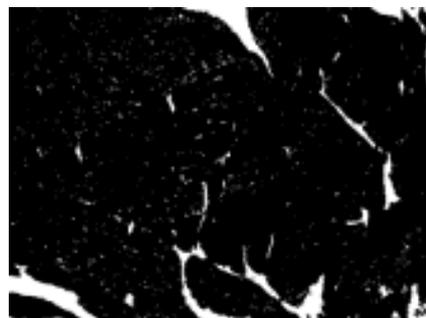


Рис. 1. Срезы длиннейшей мышцы полутуши бычков I и II группы с «мраморностью» 1–2 балла и 6 баллов

Выводы

Таким образом, использование семени быка-производителя австралийской селекции Allendale Superstar B21 позволило увеличить селекционный дифференциал по живой массе до 32 кг (7,3 %), а по суточному приросту живой массы до 178,7 г (17,3 %), что является хорошим заделом для дальнейшего совершенствования герефордов сибирской репродукции.

Наиболее лучшей мясной продуктивностью характеризовались бычки II группы с высокой интенсивностью роста до 15-месячного возраста. По предубойной живой массе превосходство бычков II группы над сверстниками составило 24,0 кг (5,5 %). Убойный выход был выше на 1,7 % и составил 59,4 %. «Мраморность» длиннейшей мышцы спины у опытных бычков по австралийской шкале составила 6 баллов, а контрольной 1–2 балла.

Список литературы

1. Легошин, Г.П. Мясное скотоводство: особенности, технология, экономика / Г.П. Легошин, Н.Д. Гуденко. – Дубровицы, 2001. – 23 с.
2. Barendse W. The leptin C73T missense mutation is not associated with marbling and fatness traits in a large gene mapping experiment in Australian cattle / Barendse W., Bunch R.J., & Harrison B.E. // *Animal Genetics*. – 1999. – Vol. 36. – P. 86–88.
3. Thaller G. DGATI, a new positional and functional candidate gene for intramuscular fat deposition in cattle / Thaller G., Kuhn C, Winter A. с соавторами // *Anim Genet*. – 2003. – Vol. 34 (5). – P. 354–357.
4. Nkrumah J.D. Polymorphisms in the bovine leptin promoter associated with serum leptin concentration, growth, feed intake, feeding behavior, and easures of carcass merit / Nkrumah J.D., Li C, Yu J., Hansen C. с соавторами // *Journal of Animal Science*. – 2005. – Vol. 83 (1). – P. 20–8.
5. Инербаева, А.Т. Оценка качества мяса коров герефордской породы на основе анализа морфологического, сортового и химического состава / А.Т. Инербаева, Б.О. Инербаев, А.В. Аржаников // *Техника и технология пищевых производств*. – 2013. – № 2. – С. 120–123.
6. Baker R.G., Johnson A.K., Lonergan S.M., Honeyman M.S. Finishing steers in a deep-bedded hoop barn and carcass characteristics during summer in Iowa. A.S. Leaflet R 2406. Iowa State University. 2009. P. 21–29.
7. Методические рекомендации по изучению мясной продуктивности и качества мяса крупного рогатого скота / ВАСХНИЛ. ВИЖ. ВНИИМП. – Дубровицы, 1977. – 54 с.
8. Прижизненная и послеубойная оценка мясной продуктивности крупного рогатого скота / Н.В. Борисов, Б.О. Инербаев, М.Ю. Байбаков [и др.]. – Новосибирск, 2005. – 169 с.
9. Сорокин, О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – 2-е изд. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2010. – 237 с.

MEAT EFFICIENCY OF HEREFORDS OF SIBERIAN REPRODUCTION

B.O. Inerbaev¹, A.T. Inerbaeva^{2,*}

¹Siberian Research and Proyecktno – Institute of Technology of Animal Husbandry, p.o. box 470, Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia

²Siberian Research and Institute of Technology Processings of Agricultural Production, p.o. box 358, Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia

*e-mail: GNU_IP@ngs.ru

Received: 14.04.2015

Accepted: 08.07.2015

The problem of meat quality becomes an actual one due to the increase of demand for beef. In restaurants and supermarkets, the price of the most deficient meat – marbled meat – is 800-1300 rub/kg and it is imported mainly from abroad (Australia, the USA). In Russia, such meat is not produced and home plant-breeding-tribal work has not accented on obtaining meat of particular quality. This factor being genetically determined and inherited, we put forward the task to study the meat productivity of Herefords of Siberian reproduction and the quality of meat with a method based on the use of imported bio-products. The live weight and average daily weight gain of bull-calves have been determined. Control slaughter of bull-calves of Herefords breed has been done. Trade and commercial cuts of half carcasses have been determined. The biochemical structure of muscles of meat has been investigated. By results of researches it is revealed that the use of a seed of a servicing bull of the Australian selection of Allendale Superstar B21 made it possible to increase selection differential on live weight to 32 kg (7.3%), and on a daily live weight gain to 178.7 g (17.3%). The superiority of bull-calves of the experimental group over the control one in terms pre-slaughter live weight was 24.0 kg (5.5%). The slaughter yield was 1.7% higher and was 59.4%. According to the Australian scale the marbling of the longest muscle of a back of experimental bull-calves was 6 points, and that of a control one – 2-3 points. The use of the Herefords servicing bull seed can accelerate the selection process in meat cattle breeding of the region.

Herefords breed, control slaughter, live weight, average daily weight gain, meat efficiency, marbled beef

References

1. Legoshin G.P., Gudenko N.D. *Myasnoeskotovodstvo: osobennosti, tekhnologiya, ekonomika* [Bubulae pecora features, technicorum nummaria tum]. Dubrovitsy, 2001. 23 p.
2. Barendse W., Bunch R.J., Harrison B.E. The leptin C73T missense mutation is not associated with marbling and fatness traits in a large gene mapping experiment in Australian cattle. *Animal Genetics*, 1999, vol. 36, pp. 86–88.
3. Thaller G., Kuhn C, Winter A., et al. DGATI, a new positional and functional candidate gene for intramuscular fat deposition in cattle. *Anim Genet*, 2003, vol. 34 (5), pp. 354–357.
4. Nkrumah J.D., Li Yu.J., Hansen C., et al. Polymorphisms in bovine, leptin promotor coniungitur cum serum leptin retrahitur, augmento pascuntur attractio, pascens conuersationis meritum easures cadaver. *Acta Scientiarum Animal*, 2005, vol. 83 (1), pp. 20–28.
5. Inerbaeva A.T., Inerbaev B.O., Arganikov A.V. Otsenka kachestva myasa korov gerefordskoy porody na osnove analiza morfologicheskogo, sortovogo i khimicheskogo sostava [Assessment of hereford cow meat quality on the basis of grading, morpho-

logical and chemical composition analysis]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Processing: Techniques and Technology], 2013, vol. 29, no. 2, pp. 120–123.

6. Baker R.G., Johnson A.K., Lonergan S.M., Honeyman M.S. Finishing steers in a deep-bedded hoop barn and carcass characteristics during summer in Iowa. A.S. Leaflet R 2406. *Iowa State University*, 2009, pp. 21–29.

7. *Metodicheskie rekomendatsii po izucheniyu myasnoy produktivnosti i kachestva myasa krupnogo rogatogo skota* [Methodical recommendations for research on of meat productivity and meat quality of cattle]. Dubrovitsy, 1977. 54 p.

8. Borisov N.V., Inerbaev B.O., Baybakov M.Yu., et al. *Prizhiznennaya i posleboynaya otsenka myasnoy produktivnosti krupnogo rogatogo skota* [Intravital and post-mortem evaluation of meat productivity of cattle]. Novosibirsk, 2005. 169 p.

9. Sorokin O.D. *Prikladnaya statistika na komp'yutere* [Applied statistics on the computer]. Krasnoobsk, 2010. 237 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Инербаев, Б.О. Мясная продуктивность герефордов сибирской репродукции / Б.О. Инербаев, А.Т. Инербаева // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 24-29.

Inerbaev B.O., Inerbaeva A.T. Meat efficiency of herefords of siberian reproduction. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 24-29 (In Russ.).

Инербаев Базарбай Оразбаевич

д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией разведения мясного скота, ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт животноводства», 630501, Россия, Новосибирская область, п. Краснообск, а/я 470, тел.: +7 (383) 348-07-41, e-mail: bazin60.nsk@mail.ru

Инербаева Айгуль Тойкеновна

канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник отдела научных исследований комплексной переработки сельскохозяйственного сырья, ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский и технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции», 630501, Россия, Новосибирская область, п. Краснообск, а/я 358, тел.: +7 (383) 348-56-33, e-mail: atinerbaeva@yandex.ru

Bazarbay O. Inerbaev

Dr. Sci. (Agr.), Chief Researcher, Head of the Laboratory of Cultivation of Meat Cattle, FSBSI «Siberian Research and Proyeektno – Institute of Technology of Animal Husbandry», p.o. box 470, Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia, phone: +7 (383) 348-07-41, e-mail: bazin60.nsk@mail.ru

Aygul T. Inerbaeva

Cand. Tech. Sci., Leading Researcher of Research Department of Complex Processing of Agricultural Raw Materials, FSBSI «Siberian Research and Institute of Technology Processings of Agricultural Production», p.o. box 358, Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia, phone: +7 (383) 348-56-33, e-mail: atinerbaeva@yandex.ru



КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА СУШЕНОГО ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ

Т.Ф. Киселева*, А.С. Ушакова, А.Ф. Газиева

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

*e-mail: tf@kemtipp.ru

Дата поступления в редакцию: 21.04.2015

Дата принятия в печать: 08.07.2015

Сухофрукты являются полноценным источником витаминов, пектиновых, полифенольных и минеральных веществ. Производство напитков из сушеных плодов подразумевает ряд технологических операций, включающих настаивание, кипячение или экстрагирование, в процессе которых в раствор переходит основная часть растворимых сухих веществ, содержащихся в исходном сырье. Нерастворимая часть остается в виде выжимок, в их состав входят пектиновые вещества, клетчатка, которые относятся к пищевым волокнам. В данной работе показана возможность и перспективность комплексной переработки сушеного плодово-ягодного сырья, которая включает на первом этапе производство безалкогольных напитков на основе экстрактов из сухофруктов и переработку выжимок с получением фруктового десерта. Проведены исследования физико-химических показателей выжимок сушеных плодов после получения экстрактов, а также фруктовой массы, полученной из них. Изучен фракционный состав пектиновых веществ выжимок. Показано высокое содержание в них урониновой составляющей, свободных карбоксильных групп, что свидетельствует об их комплексообразующих свойствах и способности выводить из организма тяжелые металлы и другие токсичные вещества. Проведенные эксперименты дали возможность разработать технологию и рецептуру фруктового десерта. Состав компонентов для данного продукта включает фруктовую массу из выжимок сухофруктов, сахар-песок как вкусовой ингредиент и дробленые кедровые орехи с целью повышения пищевой и биологической ценности готового продукта. Полученный фруктовый десерт проанализирован по основным физико-химическим и органолептическим показателям. Разработана технологическая инструкция на производство десерта из выжимок сухофруктов, установлены показатели качества.

Сухофрукты, плодовые выжимки, фруктовая масса, фруктовый десерт, кедровые орехи, комплексная переработка

Введение

Растительное сырье является источником витаминов, органических кислот, сахаров, макро- и микроэлементов, пищевых волокон и др. Таким сырьем могут быть сухофрукты, химический состав и фармакологические свойства которых хорошо изучены. Они являются полноценным источником таких биологически активных веществ, как витамины, пектиновые, полифенольные вещества, богаты усвояемыми углеводами, а именно моно- и дисахаридами, органическими кислотами, которые повышают лежкоспособность сырья, поэтому играют большую роль при его хранении, а также обуславливают кислый вкус, стимулируют секрецию поджелудочной железы, обладают бактерицидными свойствами. Пектиновые вещества не усваиваются организмом, тем не менее их роль немаловажна. Они не создают энергетического запаса в организме человека, нормализуют микрофлору кишечника, также способны образовывать нерастворимые комплексы с токсинами и тяжелыми металлами, в том числе радиоактивными, и выводить их из организма. Благодаря этому свойству пектиновые вещества относятся к ряду важных пищевых компонентов, которые обладают профилактическими и лечебными характеристиками, способными удалять из организма токсичные вещества, поступающие с продуктами питания [1, 2].

Пектиновые вещества могут иметь различное строение, свойства и молекулярную массу. К ним

можно отнести некоторые соединения сходного строения: нерастворимый протопектин, растворимый пектин, пектовую кислоту – полностью деме-токсилированный пектин, пектиновую кислоту – частично деме-токсилированный пектин. Последние два соединения для напитков являются малоценными, так как имеют ограниченную растворимость [1].

Свойства пектина в большей мере определяются количеством и видом функциональных групп. Известный факт, что пектиновые вещества плодов имеют большую долю урониновой составляющей, высокие ее значения свидетельствуют о повышенном содержании галактуроновой кислоты, а следовательно и о ярко выраженной детоксицирующей активности пектина. Данные соединения хорошо растворяются в воде и имеют высокую желирующую способность. В составе пектиновых веществ сухофруктов содержится большое количество свободных карбоксильных групп, это дает способность связывания тяжелых металлов и выведения их из организма человека. Таким образом, сухофрукты являются ценным сырьем для получения экстрактов, отваров, соков и других напитков.

Производство напитков из сухофруктов подразумевает ряд технологических операций, например, настаивание, кипячение или экстрагирование, в процессе которых в раствор переходит часть сухих веществ, содержащихся в исходном сырье. Среди извлеченных растворимых веществ содержится и

Таблица 1

большая часть биологически активных компонентов. Другая, нерастворимая, часть остается в виде выжимок и также имеет определенную пищевую ценность. В их составе содержатся пектиновые вещества, которые являются стабилизаторами аскорбиновой кислоты, способствуют выведению токсинов, тяжелых металлов и холестерина из организма, а также клетчатка, которая выполняет роль пищевых волокон. Кроме этого, эти соединения играют роль «пребиотика» для кишечной микрофлоры. Поэтому целесообразно использование комплексной переработки сушеного плодово-ягодного сырья с целью получения функциональных продуктов питания с минимальными потерями при производстве. Это является актуальной задачей в связи с развитием собственной продовольственной базы. Вводимые санкции зарубежных стран обязывают искать новые пути решения, которые бы привели к минимальному ущербу для экономики, промышленности и сельского хозяйства. Это создает благоприятную почву для дальнейшего развития отечественной пищевой промышленности. Обостренная внешнеполитическая обстановка приводит к тому, чтобы всерьез задуматься об использовании комплексной переработки сырья с целью минимизации расходов производства, повышения производительности и расширения ассортимента выпускаемой продукции.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования были выбраны выжимки сухофруктов, оставшиеся после проведения процесса экстрагирования с использованием виброекстрактора сушеного плодово-ягодного сырья: курага, чернослив, изюм, шиповник и сушеные яблоки [3]. В качестве экстрагента использовалась водопроводная питьевая вода, соответствующая требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 [5].

Органолептические показатели сырья определяли по общепринятым методикам [6]. Анализ физико-химических показателей сырья и готовой продукции проводили согласно общепринятым методам в консервной промышленности [3, 7].

Результаты и их обсуждение

На начальном этапе исследований проводили анализ выжимок сухофруктов, образующихся после получения экстрактов [4, 8]. Физико-химические показатели представлены в табл. 1.

При анализе данных, представленных в табл. 1, становится видно, что выжимки, оставшиеся после экстрагирования, содержат сахара, пектиновые и полифенольные вещества, органические кислоты, поэтому могут использоваться при производстве продуктов питания.

Пектиновые вещества, которые входят в состав выжимок, могут обладать хорошей желирующей способностью. Поэтому целесообразно определить свойства пектинов, исследовать фракционный состав пектиновых веществ плодовых выжимок. Фракционный состав пектиновых веществ плодовых выжимок представлен в табл. 2.

Физико-химические показатели выжимок сухофруктов

| Показатель | Выжимки | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | сушеных яблок | кураги | чернослива | изюма |
| Массовая доля: | | | | |
| влаги, % | 10,0± 0,5 | 10,0± 0,5 | 10,0± 0,5 | 10,0± 0,5 |
| редуцирующих сахаров, % | 4,3± 0,02 | 5,2± 0,02 | 4,7± 0,02 | 6,3± 0,02 |
| титруемых кислот (в пересчете на яблочную), % | 0,50± 0,05 | 0,80± 0,05 | 0,90± 0,05 | 0,30± 0,05 |
| пектиновых веществ, % | 0,3± 0,03 | 0,9± 0,03 | 0,7± 0,03 | 0,9± 0,03 |
| полифенольных веществ, мг/100 г | 134±4 | 173±4 | 181±4 | 196±4 |
| аскорбиновой кислоты, мг/100 г | 2,2± 0,01 | 3,1± 0,01 | 1,7± 0,01 | 1,9± 0,01 |

Таблица 2

Фракционный состав пектиновых веществ плодовых выжимок

| Показатель | Наименование сырья | | | |
|---|--------------------|---------------|---------------|---------------|
| | Сушеные яблоки | Курага | Чернослив | Изюм |
| Массовая доля пектиновых веществ, % | 0,3± 0,03 | 0,9± 0,03 | 0,7± 0,03 | 0,9± 0,03 |
| Свободные карбоксильные группы, % | 3,4± 0,02 | 5,6± 0,02 | 5,7± 0,02 | 4,9± 0,02 |
| Этерифицированные карбоксильные группы, % | 10,3± 0,03 | 12,5± 0,03 | 11,8± 0,03 | 11,3± 0,03 |
| Уронидная составляющая, % к массе пектина | 47,2± 0,03 | 57,5± 0,03 | 54,1± 0,03 | 68,9± 0,03 |

Таким образом, выжимки, оставшиеся после получения экстрактов, представляют собой ценный источник пектиновых веществ, сахаров, полифенольных веществ, органических кислот и могут быть использованы для получения продуктов питания с высокой пищевой ценностью.

Также не стоит забывать, что для потребителя немаловажным фактором являются органолептические свойства продуктов. Поэтому оставшиеся плодовые выжимки подвергли дегустационной оценке. После протирания их на сите с диаметром отверстий 1,5 мм получили фруктовую массу. По органолептическим свойствам фруктовая масса имела однородную консистенцию, равномерно протерта без частиц волокон, семян, косточек, кожицы. Вкус и запах натуральные, хорошо выраженные, без посторонних примесей.

Дегустационная оценка фруктовой массы была определена по 5-балльной системе и представлена в табл. 3.

Из приведенных данных видно, что качество полученных фруктовых масс достаточно высоко. Наивысшие баллы получили фруктовые массы из кураги и чернослива (4,95 балла).

Таблица 3

Оценка качества фруктовой массы по органолептическим показателям, балл

| Показатель | Коэффициент весомости | Фруктовая масса из | | | |
|--------------|-----------------------|--------------------|--------|------------|-------|
| | | сушеных яблок | кураги | чернослива | изюма |
| Внешний вид | 0,2 | 0,95 | 1,00 | 0,95 | 0,95 |
| Цвет | 0,2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Вкус | 0,3 | 1,45 | 1,45 | 1,50 | 1,45 |
| Аромат | 0,1 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Консистенция | 0,2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Итого | 1,0 | 4,90 | 4,95 | 4,95 | 4,90 |

С использованием фруктовой массы был разработан десерт, в который были добавлены дробленые кедровые орехи с целью повышения пищевой и биологической ценности конечного продукта.

Как известно, кедровые орехи богаты жирными кислотами, белками, минеральными веществами, которые способствуют нормальной деятельности мозга, участвуют в формировании состава крови, в процессе роста, обмена веществ, образования хрящевой ткани и выработки гормонов, усвоения глюкозы, формирования соединительной и костной ткани [9].

Рецептура фруктового десерта с кедровыми орехами представлена в табл. 4.

Таблица 4

Рецептура фруктового десерта с кедровыми орехами

| Наименование сырья | Количество, кг на 100 кг готового продукта |
|--------------------|--|
| Фруктовое пюре: | |
| яблочные выжимки | 15,0 |
| выжимки кураги | 25,0 |
| выжимки изюма | 10,0 |
| выжимки чернослива | 20,0 |
| Сахар-песок | 15,0 |
| Кедровые орехи | 8,0 |
| Вода | 6,6 |
| Лимонная кислота | 0,3 |
| Итого | 100,0 |

В приготовленном фруктовом десерте с орехами были определены физико-химические показатели, которые представлены в табл. 5.

Полученный десерт оценивали по органолептическим показателям, используя 25-балльную шкалу. Десерт имел однородную консистенцию с вкраплением дробленых орехов, без частиц волокон, семян, косточек, кожицы. Вкус кисло-сладкий, запах фруктовый, натуральный, хорошо выраженный, без посторонних примесей. Цвет темно-коричневый.

На основании проведенной дегустационной оценки составлена профилограмма разработанного десерта (рис. 1).

Таблица 5

Физико-химические показатели фруктового десерта с орехами

| Показатель | Фруктовый десерт с кедровыми орехами |
|---|--------------------------------------|
| Массовая доля: | |
| сухих веществ, % | 59,0±4,0 |
| клетчатки, % | 38,0±4,0 |
| редуцирующих сахаров, % | 2,8±0,3 |
| титруемых кислот (в пересчете на яблочную), % | 0,23±0,05 |
| пектиновых веществ, % | 2,1±0,04 |
| полифенольных веществ, мг/100 г | 202,0±4,0 |
| аскорбиновой кислоты, мг/100 г | 3,40±0,1 |
| Энергетическая ценность, мг/100 г | 258,5 |

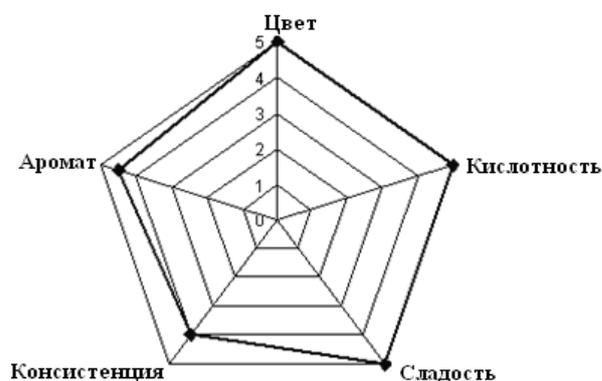


Рис. 1. Профилограмма фруктового десерта, балл

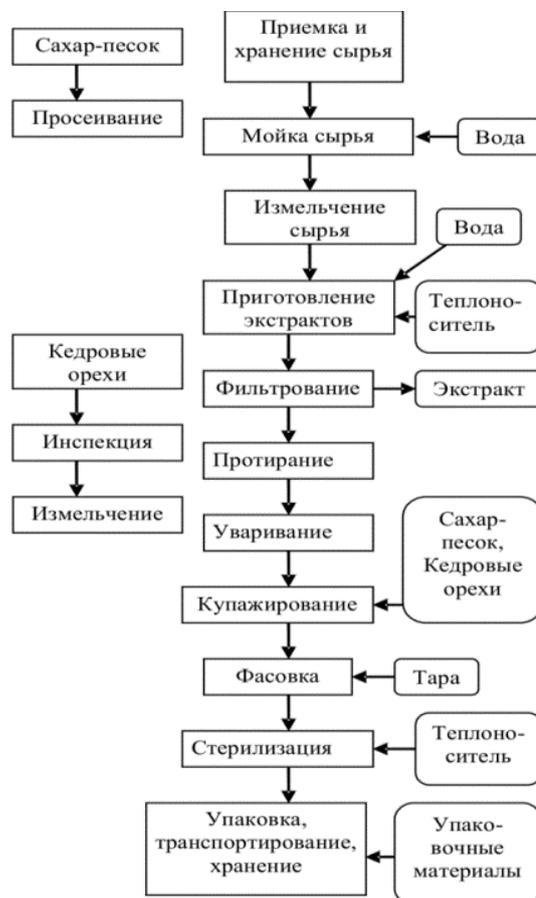


Рис. 2. Технологическая схема комплексной переработки сушеного плодово-ягодного сырья

Данный десерт характеризуется полным гармоничным вкусом, выраженным ароматом и получил высокую оценку в 23,5 балла.

Таким образом, на основании проведенных исследований была разработана схема комплексной переработки сушеного плодово-ягодного сырья, которая представлена на рис. 2.

Технологическая схема переработки сырья включает следующие стадии: приемка и хранение сырья, мойка плодов и последующее их измельчение до частиц размером 0,5–1,0 см, приготовление экстрактов с использованием вибрэкстрактора емкостного типа при температуре 50 °С в течение 7–14 минут (в зависимости от вида используемого сырья) при соотношении компонентов 1 (сухофрукты):10 (вода), фильтрование через сетчатый фильтр, протираание выжимок на сите с диаметром отверстий 1,5 мм, уварива-

ние до содержания массовой доли сухих веществ 59 %, затем купажирование их с сахаром-песком, фасовка в потребительскую тару, стерилизация при 100 °С в течение 10 минут, упаковка, транспортировка и хранение готовой продукции.

Введение в ежедневный рацион питания фруктового десерта с кедровыми орехами обеспечит организм достаточным количеством пищевых волокон, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма.

Таким образом, исследовав физико-химические показатели плодовых выжимок и в дальнейшем фруктового десерта, можно сделать вывод о целесообразности комплексной переработки сухофруктов на экстракты и использовании плодово-ягодных выжимок для создания нового продукта с высокой пищевой ценностью.

Список литературы

1. Донченко, Л.В. Технология пектинов и пектинопродуктов / Л.В. Донченко. – М.: ДеЛи, 2000. – 255 с.
2. Пектиновые вещества в напитках / В.А. Помозова [и др.] // Обзорная информация. Серия 22 «Пивоваренная и безалкогольная пром-сть». – Вып. 5. – М.: АгроНИИТЭИПП, 1993. – 28 с.
3. Марх, А.Т. Технохимический контроль консервного производства / А.Т. Марх, Т.Ф. Зыкина, В.Н. Голубев. – М.: Агропромиздат, 1989. – 304 с.
4. Влияние гидромодуля на процесс извлечения растворимых веществ из сушеных яблок / П.П. Иванов, А.С. Ушакова, Т.Ф. Киселева [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 8. – С. 16–18.
5. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
6. ГОСТ 6687.2-90. Продукция безалкогольной промышленности. Методы определения сухих веществ. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 13 с.
7. ГОСТ Р 31712-2012. Джеммы. Общие технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2013. – 16 с.
8. Киселева, Т.Ф. Разработка технологии и рецептуры напитков с использованием сушеных фруктов / Т.Ф. Киселева, А.С. Ушакова, П.П. Иванов // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 1. – С. 35–39.
9. Субботина, М.А. Совершенствование технологии подготовки кедровых орехов к извлечению масла / М.А. Субботина, Т.В. Лобова // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 4. – С. 55–59.

COMPLEX PROCESSING OF DRIED FRUIT RAW MATERIALS

T.F. Kiseleva, A.S. Ushakova, A.F. Gazieva

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

**e-mail: tf@kemptipp.ru*

Received: 21.04.2015

Accepted: 08.07.2015

Dried fruits are a valuable source of vitamins, pectins, polyphenols and minerals. Beverage production from dried fruits involves a number of technological operations, including, infusion, boiling or extraction, the main part of soluble solids contained in the feedstock passing into the solution during the processes. Insoluble part remains in the form of a pomace containing pectins and fiber, which are dietary fibers. In this paper, we demonstrate the possibility and the prospects of complex processing of dried fruit raw materials which includes the first phase of soft drinks manufacturing based on extracts of dried fruits and pomace processing for obtaining a fruit dessert. Conducted has been the study of physico-chemical parameters of the dried fruit pomace after extract production and the fruit pulp, obtained from them. Fractional composition of the pectin pomace has been studied. A high of a uronidnoy component, free carboxyl groups, which testifies their complex-forming properties and the ability to remove of heavy metals and other toxic substances from the body, is shown. The performed experiments allowed us to develop the technology and the fruit dessert recipe. The composition of the components for this product includes the mass of fruit pomace from dried fruits, sugar, flavoring ingredient, and crushed cedar nuts to enhance nutritional and biological value of the finished product. The basic physical-chemical and organoleptic characteristics of the obtained fruit dessert have been analyzed. The technological instructions for the production of the dessert from dried fruit pomace have been developed and quality indices have been established.

Dried fruits, fruit pomace, fruit mass, fruit dessert, cedar nuts, complex processing.

References

1. Donchenko L.V. *Tekhnologiya pektinov i pektinoproductov* [Technology of pectins and pectic products]. Moscow, DeLee Publ., 2000. 255 p.
2. Pomozova V.A., Shelukhina N.P., Nushtaeva T.I., Filonova G.L., Polyakov V.A. Pektinovy veshchestva v napitkakh [Pectin substances in beverages]. *Obzornaya informatsiya Seriya 22 «Pivovarennaya i bezalkogol'naya promyshlennost'»* [Survey information. Serie 22 "Breweries and soft drink industry"]. Moscow, AgroNIITEIPP Publ., 1993, vyp. 5. 28 p.
3. Markh A.T., Zykina T.F., Golubev V.N. *Tekhnokhimicheskiy kontrol' konservnogo proizvodstva* [Techno-chemical control of canning production]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989. 304 p.
4. Ivanov P.P., Ushakova A.S., Kiseleva T.F., Pomozova V.A., Ivanova L.A. Vliyanie gidromodulya na process izvlecheniya rastvorimyy veshchestv iz sushenyh yablok [Hydronic module influence on the process of extraction of soluble substances from dried apples]. *Khraneniye i pererabotka selkhozsyrya* [Storage and processing of farm products], 2014, no. 8, pp. 16–18.
5. SanPiN 2.1.4.1074-01. *Pit'evaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody centralizovannykh sistem pit'evogo vodosnabzheniya. Kontrol' kachestva* [Sanitary Rules and Standards 2.1.4.1074-01. Drinking water. Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control]. (In Russian).
6. GOST 6687.2-90. *Produksiya bezalkogol'noy promyshlennosti. Metody opredeleniya sukhikh veshchestv* [State Standard 6687.2-90. Production of non-alcoholic industry. Methods for determination of dry solids]. Moscow, Standartinform Publ., 2002. 13 p.
7. GOST R 31712-2012. *Dzhemy. Obshhie tehnikheskie usloviya* [State Standard R 31712-2012. Jams. General technical specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 16 p.
8. Kiseleva T.F., Ushakova A.S., Ivanov P.P. Razrabotka tehnologii i receptury napitkov s ispol'zovaniem sushenyh fruktov [Development of technology and recipes of beverage using the dried fruit]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2015, vol. 36, no. 1, pp. 35–39.
9. Subbotina M.A., Lobova T.V. Sovershenstvovaniye tehnologii podgotovki kedrovyyh orekhov k izvlecheniyu masla [Improving the technology of preparation pine nuts to oil extracting]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2011, vol. 23, no. 4, pp. 55–59.

Дополнительная информация / Additional Information

Киселева, Т.Ф. Комплексная переработка сушеного плодово-ягодного сырья / Т.Ф. Киселева, А.С. Ушакова, А.Ф. Газиева // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 30-34.

Kiseleva T.F., Ushakova A.S., Gazieva A.F. Complex processing of dried fruit raw materials. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 30-34 (In Russ.).

Киселева Татьяна Федоровна

д-р техн. наук, профессор кафедры технологии броидильного производства и консервирования, декан технологического факультета, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: tf@kemtipp.ru

Ушакова Анастасия Сергеевна

аспирант кафедры технологии броидильного производства и консервирования, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», тел.: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: mix230387@yandex.ru

Газиева Алина Фанисовна

магистрант кафедры броидильных производств и консервирования, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», тел.: +7 (3842) 39-68-55

Tatiana F. Kiseleva

Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Department of Zymurgy and Food Preservation Technology, Dean of the Faculty of Technology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: tf@kemtipp.ru

Anastasiya S. Ushakova

Postgraduate Student 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, e-mail: mix230387@yandex.ru

Alina F. Gazieva

Master Student 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



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЛАЖНОГО И СЫРОГО ЗЕРНА ГРЕЧИХИ

В.А. Марьин*, А.А. 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: tehbiysk@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 17.04.2015

Дата принятия в печать: 30.06.2015

Повышение урожайности, интенсификация процессов уборки урожая за счет применения нового семейства зерноуборочных комбайнов, позволивших расширить диапазон влажности убираемой хлебной массы, приводит к увеличению темпов поступления зернового вороха на тока хозяйств и накоплению на открытых площадках большой массы зерна, находящегося в нерегулируемых условиях. Причем более половины зерна, поступающего с поля в Алтайском крае, требует сушки, влажность часто достигает 25–30 %. Причем послеуборочной обработкой и хранением вынуждены заниматься непосредственно сами производители зерна, у которых практически отсутствует зерносушильная, очистительная техника и необходимое количество зернохранилищ. Хранение зерна в хозяйстве требует немалых финансовых затрат, поэтому далеко не все производители могут соблюсти необходимую технологию приема и послеуборочную обработку зерна. Целью работы является исследование технологических свойств влажного и сырого зерна гречихи, хранившегося до переработки в крупу в течение длительного времени. Исследование механических характеристик показало, что при возрастании влажности ядра гречихи в 1,3 раза его деформация увеличивается в 2,2 раза. Причем после снятия нагрузки происходит частичное восстановление образцов, после этого разница деформации составила 2,6 раза. Установлено, что увеличение влажности зерна гречихи связано с разрыхлением его структуры, что приводит к изменению его структурно-механических и, как следствие, технологических свойств. При изменении влажности на 4,6 % плотность зерна уменьшилась на 1,0 %. Проведенные исследования показали, что влажность существенно сказывается на структурно-механических и технологических свойствах зерна. Для снижения издержек производства при переработке сырого и влажного зерна гречихи целесообразным является применение технологии переработки с использованием коротких схем.

Зерно гречихи, ядро, влажность, механическая прочность, натура, плотность, морфология поверхности

Введение

Повышение урожайности, интенсификация процессов уборки урожая за счет применения нового семейства зерноуборочных комбайнов, позволивших расширить диапазон влажности убираемой хлебной массы, приводит к увеличению темпов поступления зернового вороха на тока хозяйств и накоплению на открытых площадках большой массы зерна, находящегося в нерегулируемых условиях. Причем более половины зерна, поступающего с поля в Алтайском крае, требует сушки, влажность часто достигает 25–30 % [1]. Кроме того, хлебоприемные предприятия, элеваторы находятся в собственности акционерных обществ или частных владельцев, по этой причине и по многим другим обстоятельствам в России только 10–20 % зерна обрабатывается и хранится на элеваторах. Следовательно, 80–90 % зерна хранится у производителей, где нет никаких условий для обработки и хранения зерна [2].

В настоящее время послеуборочной обработкой и хранением вынуждены заниматься непосредственно сами производители зерна, у которых практически отсутствует зерносушильная, очистительная техника и необходимое количество зернохранилищ. Кроме того, хранение зерна в хозяйстве требует немалых финансовых затрат, поэтому далеко не все производители могут соблюсти необ-

димую технологию приема и послеуборочную обработку зерна.

Влажность оказывает значительное влияние на показатели качества зерна [3] и в обязательном порядке определяется перед закладкой на хранение. При приемке зерна его формируют в партии согласно состоянию по влажности исходя из нормативных документов.

Под действием влаги оно может набухать, проращать, при этом расщепляются высокомолекулярные биополимеры, активизируются ферменты. В сыром зерне может происходить изменение физических, химических, биологических свойств зерна, которые влияют на его пригодность для выработки готового продукта и пищевую ценность. Использование сырого зерна для переработки может приводить к снижению качества и выхода готового продукта [4].

В работах [1, 5] были приведены результаты переработки влажного и сырого зерна без предварительной сушки, однако необходимо отметить, что у зерна, не прошедшего послеуборочной обработки, в период его хранения до переработки значительно изменяются его свойства, в том числе технологические.

Выработанная из такого зерна крупа по стандартным правилам менее стабильна при хранении, в такой крупе распад липидов происходит интенсивнее, чем в выработанной из нормального зерна [6, 7].

В связи с тем, что в настоящее время разрабатываются способы выработки крупы с увлажнением зерна перед переработкой и переработка сырого и влажного зерна, становится важным исследование технологических свойств.

Целью настоящей работы является исследование технологических свойств влажного и сырого зерна гречихи, хранившегося до переработки в крупу в течение длительного времени, что имитирует реальную ситуацию при переработке зерна гречихи, когда сельхозпроизводители поставляют зерно на продажу после ожидания максимального предложения.

Объекты исследования

Для проведения испытаний были отобраны партии гречихи сорта «Диалог», собранные в предгорной зоне Алтайского края в 2014 году и поступающие на переработку в крупу. Такие партии без сушки хранились в течение 5 месяцев перед переработкой в крупу. Объектами исследования являются партии влажного и сырого зерна гречихи, срок хранения которых не превышал одного месяца, и зерно, которое хранилось в течение 5 месяцев без прохождения операции сушки. Зерно хранили в бетонных силосах – такой выбор был определен тем, что они хорошо защищают зерно от перепада температур и относительной влажности наружного воздуха и подходит как для временного, так и для длительного хранения. Для переработки каждая партия готовилась с нормой расхождения по влажности не более 1,0 %. Все исследования проводились в производственных условиях на гречезаводе производительностью 4 т/ч. В качестве контроля использовалось зерно, соответствующее требованиям нормативной документации для поставки его на переработку.

Отбор проб зерна производился на пункте приема зерна, крупы в цехе по переработке зерна в бункере готовой продукции. Из проб формировали среднесменные образцы и направляли на исследования. Показатели качества зерна и крупы определяли по общепринятым методикам.

Результаты и их обсуждение

Для сохранения технологических свойств зерна, хранившегося с высокой влажностью, был использован способ активного охлаждения, позволяющий консервировать зерно на предполагаемый период хранения. Использование данного способа связано с тем, что для сырого и влажного зерна охлаждение является основным способом сохранения его от порчи, когда не представляется возможным осуществлять сушку.

При активном охлаждении зерно пропускали через конвейеры, норрии, зерноочистительные машины, снабженные аспирационными установками, перегружали его из одной емкости в другую. При контакте зерна с холодным сухим воздухом и особенно с температурой ниже 0 °С происходит уменьшение его температуры, возможно незначительное снижение влажности. Количество перемещений (циклов охлаждения) при хранении сырого

зерна определяют исходя из состояния зерна, периода хранения и температуры окружающей среды.

Известно, что у сырого и влажного зерна изменяются свойства, в том числе физические, механические и технологические.

На первом этапе проводили исследование вышеуказанных показателей.

Натура определялась согласно ГОСТ Р 54895-2012 в зерне с массовой долей примесей не более 1 %, средние показатели трех измерений изменения натуры от влажности приведены на рис. 1.

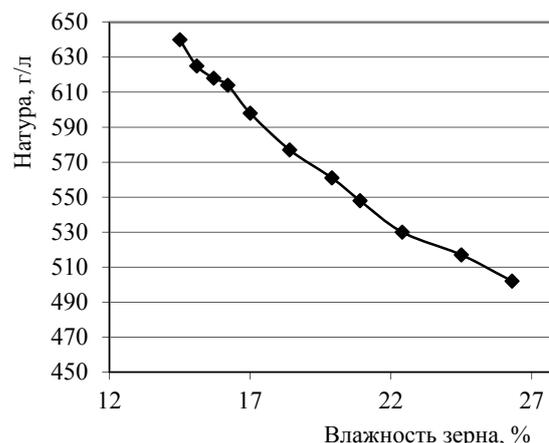


Рис. 1. Изменение натуры зерна гречихи от влажности

Результаты измерений показывают, что с увеличением влажности натура гречихи уменьшается. Для исследуемого зерна увеличение влажности в 1,8 раза приводит к уменьшению натуры в 1,3 раза.

Таким образом, при гидротермической обработке в пропаривателе будет загружаться меньшее количество зерна, что необходимо учитывать при выборе режимов пропаривания.

Натура характеризует показатели качества зерна. В выполненном зерне (с высокой натурой) содержится больше эндосперма (ядра) и меньше оболочек, выход готового продукта с увеличением натуры возрастает.

Изменение физико-механических свойств зерна гречихи изучали на термомеханическом анализаторе (ТМА-60) Shimadzu-60 (Япония). На столик измерительной ячейки (рис. 2) помещали зерно гречихи под углом 90°, на одну точку грани направляли индентор диаметром 3 мм со скоростью нагружения 10 г/мин в течение 40 мин, максимальная нагрузка (Р) на образец составляла 400 г.

Результаты механических изменений зерна гречихи представлены на рис. 3 и 4. По оси Y слева – изменение линейного размера образца в %, по оси Y справа показана нагрузка индентора прибора на образце в граммах. Программное обеспечение анализатора и его свойства позволяют производить нагрузку на образец только в граммах. Указанные на рис. 3 и 4 отрицательные показатели деформации и нагрузки характеризуют процесс сжатия образца. По оси X указана продолжительность эксперимента в минутах.

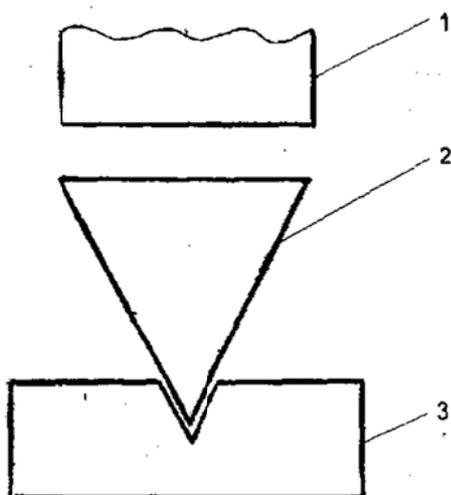


Рис. 2. Схема проведения испытания механических свойств зерна гречихи термомеханическим анализатором Shimadzu-60: 1 – индентор; 2 – зерно гречихи; 3 – столик измерительной ячейки

Исследование механических характеристик зерна гречихи проводили по аналогичной ядру методике, в течение 40 мин образцы нагружали (сжимали) до максимума (400 г), далее нагрузку снимали и образец разгружался в течение 30 мин.

Достоверность механических характеристик зерна гречихи подтверждается результатами повторных испытаний (рис. 3).

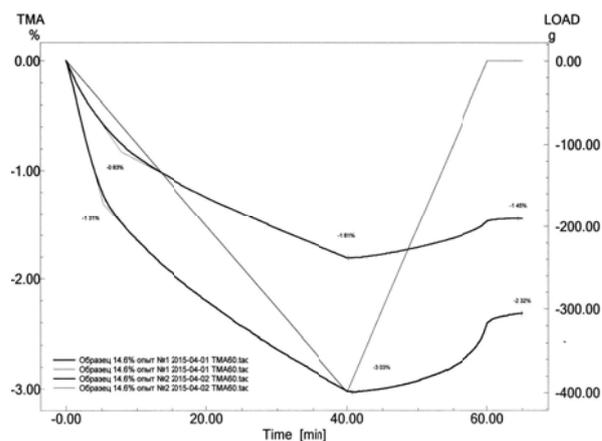


Рис. 3. Механические кривые зерна гречихи одного образца влажностью 14,6 %

Из представленных на рисунке данных следует, что разброс механических характеристик в образце одной партии гречихи на разных зернах составляет 0,87 %, поэтому получаемые экспериментальные данные по механическим свойствам можно считать достоверными.

Результаты механических испытаний образцов зерна гречихи различной влажности представлены на рис. 4. Из представленных данных следует, что у всех изучаемых образцов кривые имеют схожий характер.

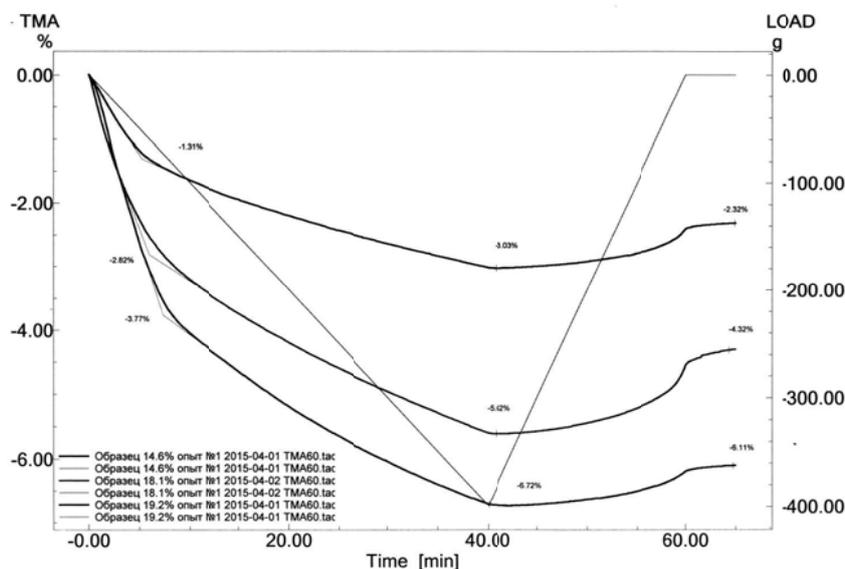


Рис. 4. Механические кривые зерна гречихи влажностью 14,6 %, 18,1 %, 19,2 %

При влажности зерна гречихи 14,6 % его относительная деформация составляет 3,03 %, при влажности 18,1 % – 5,62 %, при влажности 19,2 % – 6,72 %. При возрастании влажности ядра гречихи в 1,3 раза его деформация увеличивается в 2,2 раза, после снятия нагрузки и восстановления образцов разница составила 2,6 раза. Незначительное изменение деформации между 60 и 70 мин, возможно, связано с восстановлением поверхности зерна, на

которую воздействовал индентор. Проведенные исследования позволяют характеризовать деформацию зерна как пластическую. Различная величина деформации образцов, возможно, связана с разной влажностью и степенью связи ядра и оболочки.

Такое поведение зерна, возможно, связано с тем, что при увеличении влажности происходит перенос влаги внутрь зерна, заполнение микротрещин, пор и капилляров. При этом развиваются различные

физико-химические процессы, следствием которых является изменение плотности зерна, его объема, стекловидности, т.е. структурно-механических и технологических свойств. Развитие вышеуказанных процессов приводит к снижению твердости и повышению пластической деформации. Изменение пластической деформации при изменении влажности и процесс восстановления его после снятия нагрузки на зерно необходимо учитывать в процессе шелушения.

Кроме того, с увеличением влажности ядро набухает, воздушные полости между ядром и оболочками уменьшаются и повышается эластичность оболочек, уменьшается их сопротивление сжатию. Необходимо отметить: так как оболочка имеет толщину 0,1–0,2 мм и состоит из нескольких рядов толстостенных клеток, зерно гречихи более чем в 2 раза прочнее ядра [8, 9]. Поэтому уменьшение влажности ниже определенного предела, специфического для каждого способа шелушения, приводит к повышению доли дробленых ядер и потери качества готового продукта, увеличение затрудняет процесс шелушения и делает его невозможным.

Для сопоставления упругих свойств был определен модуль упругости зерна разной влажности при 2,0 % деформации. Результаты изменения модуля упругости при 2,0 % деформации образцов зерна гречихи представлены на рис. 5.

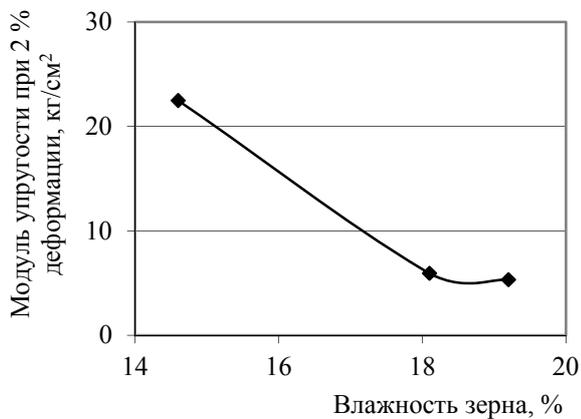


Рис. 5. Влияние влажности зерна на его модуль упругости

Из представленных результатов следует, что при возрастании влажности зерна в 1,3 раза модуль упругости увеличивается в 4,2 раза. Согласно нормативным документам влажность поставляемой на переработку в крупу зерна гречихи должна составлять не более 14,5 %. Исходя из данных рис. 5 модуль упругости поставляемого на переработку зерна должен находиться в диапазоне 20–25 кг/см².

На втором этапе определяли морфологию поверхности и плотность зерна различной влажности.

Исследование морфологии поверхности ядра гречихи разной влажности проводилось на сканирующем электронном микроскопе JSM-840 (Jeol, Япония), полученные изображения представлены на рис. 6.

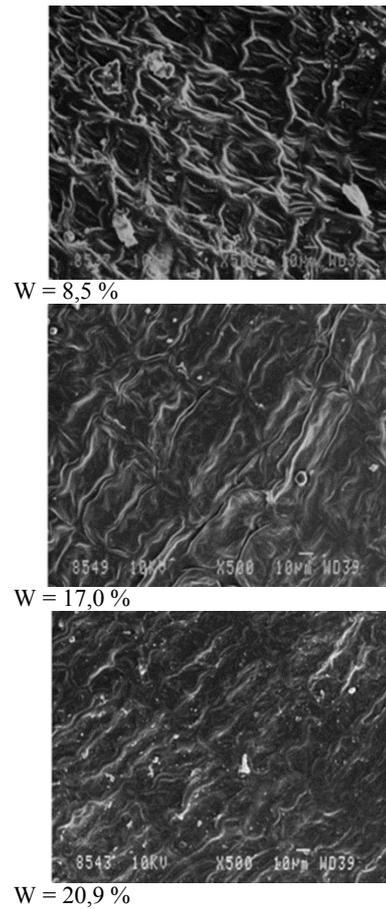


Рис. 6. Поверхность ядер гречихи различной влажности × 500

Как следует из рис. 6, при 500-кратном увеличении на поверхности ядра видна ячеистая микроструктура, причем у сухого ядра при влажности 8,5 % эта структура имеет ярко выраженный характер, с увеличением влажности вогнутость уменьшается, при влажности 20,9 % она практически не видна и становится гладкой. Это согласуется с ранее проведенными исследованиями при пропаривании и последующей сушке влажного зерна гречихи [10].

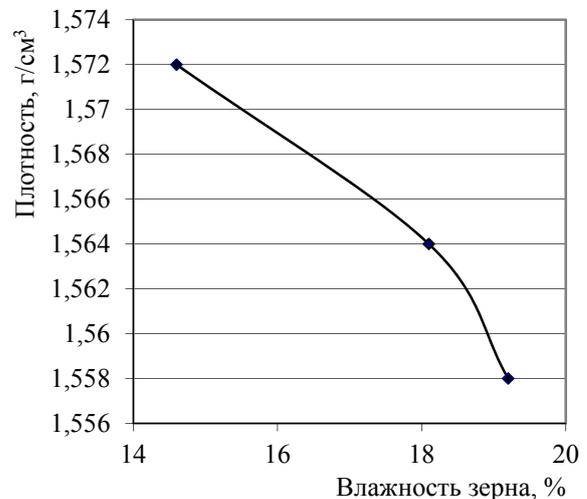


Рис. 7. Влияние влажности зерна гречихи на ее плотность

Исследование плотности зерна различной влажности проводили на гелиевом пикнометре Ассурус 1340 фирмы Micrometics (США) по стандартной методике определения плотности.

Результаты определения плотности образцов зерна различной влажности представлены на рис. 7.

Из представленных на рисунке результатов следует, что при увеличении влажности его плотность уменьшается. Уменьшение влажности зерна гречихи связано с разрыхлением его структуры, что приводит к изменению его структурно-механических и, как следствие, технологических свойств.

Изменение плотности от ее влажности необходимо учитывать также и при гидротермической обработке зерна, так как при уменьшении плотности необходимо изменять параметры температурной обработки [11].

Таким образом, проведенные исследования показали, что влажность существенно сказывается на структурно-механических и технологических свойствах зерна. Для снижения издержек производства при переработке сырого и влажного зерна гречихи целесообразным является применение технологии переработки с использованием коротких схем.

Список литературы

1. Марьин, В.А. Характерные особенности переработки сырого зерна гречихи / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин // Хлебопродукты. – 2010. – № 9. – С. 54–55.
2. Журавлев, А.П. Послеуборочная обработка зерна с основами хранения зернопродуктов: монография / А.П. Журавлев, Л.А. Журавлева. – Самара: РИЦСГ СХА, 2012. – 365 с.
3. Parde, S.R., Johal, A., Jayas, D.S. and White, N.D.G. 2003. Physical properties of buckwheat cultivars. Canadian Biosystems Engineering. 2003.–V. 45: 3.19 – 3.22.
4. Зверев, С.В. Влияние влажности воздуха на сохраняемость гречневой крупы / С.В. Зверев, С.Л. Белецкий // Хранение и переработка зерна. – 2014. – № 1 (178). – С. 31–34.
5. Марьин, В.А. Переработка зерна гречихи влажностью выше 17 % / В.А. Марьин, Е.А. Федотов, А.Л. Верещагин // Хлебопродукты. – 2008. – № 4. – С. 50–51.
6. Przybylski R., Eskin N.A.M., Malcolmson L.M., Ryland D., Mazza G. Formation of off-flavour components during storage of buckwheat // Proceedings of the 7th International Symposium on Buckwheat, 12–14 August 1998, Winnipeg, Canada. P.3–7.
7. Марьин, В.А. Влияние показателей качества зерна гречихи на изменение кислотного числа жира / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (125). – С. 147–152.
8. Марьин, В.А. Влияние термофилирования на прочностные характеристики оболочек зерна гречихи / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин // Хлебопродукты. – 2013. – № 1. – С. 54–55.
9. Абрамов, С.Ю. Влияние влажности и температуры крупяных культур на эффективность его переработки: автореф. дис. ... канд. техн. наук / С.Ю. Абрамов. – М., 1984. – 20 с.
10. Марьин, В.А. Изменение морфологии поверхности влажного зерна гречихи в процессе гидротермической обработки / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин // Хранение и переработка зерна. – 2012. – №3 (153). – С. 42–45.
11. Влияние гидротермической обработки на проросшие зерна гречихи / В.А. Марьин [и др.] // Хлебопродукты. – 2014. – № 5. – С. 44–46.

TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF WET AND CRUDE BUCKWHEAT

V.A. Mar'in*, A.L. Vereshchagin, N.V. Bychin

*Biysk Technological Institute (branch),
Altai State Technical University named after I. I. Polzunova,
27, Trofimova str., Biysk, 659305, Russia*

*e-mail: tehbiysk@mail.ru

Received: 17.04.2015

Accepted: 30.06.2015

Higher yields, intensification of harvesting due to the application of new combine harvesters, which enables to expand the range of moisture content of the harvested grain mass, lead to the increase in the rate of grain heap entering the threshing area and to the accumulation of large grain mass in the open area under unregulated conditions. More than half of grain coming from the fields in the Altai territory requires drying; humidity often reaches 25-30%. Moreover, the grain producers themselves have to deal directly with the post-harvest handling and storage who practically do not have grain drying and cleaning equipment and the required number of granaries. Grain storage at the farms requires considerable financial expenses; therefore, not all manufacturers can comply with the necessary technology of grain receiving and processing. The aim of our research is to study the technological properties of wet and crude buckwheat that was stored for a long time before processing into cereals. The study of mechanical properties shows that when the humidity of buckwheat kernel increases by 1.3 times, its deformation increases by 2.2 times. Moreover, after unloading a partial recovery of the samples takes place, then the deformation difference is 2.6 times. It has been found that the increase in buckwheat humidity is associated with loosening of its structure, which leads to changes in its structural, mechanical and as a consequence technological properties. When changing humidity of grain by 4.6%, the grain density decreases by 1.0%. The studies conducted show that humidity greatly affects structural, mechanical and technological properties of buckwheat. To reduce production costs when processing wet and crude buckwheat it is appropriate to use short scheme processing technologies.

Buckwheat, kernel, humidity, mechanical strength, nature, density, surface morphology

References

1. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Kharakternye osobennosti pererabotki syrogo zerna grechikhi [Characteristic features of processing of crude grain of a buckwheat]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2010, no. 9, pp. 54–55.
2. Zhuravlev A.P., Zhuravleva L.A. *Posleuborochnaya obrabotka zerna s osnovami khraneniya zernoproduktov* [Postharvest processing of grain with bases of storage of grain products]. Samara, RICSG SHA, 2012. 365 p.
3. Parde S.R., Johal A., Jayas D.S. and White N.D.G. Physical properties of buckwheat cultivars. *Canadian Biosystems Engineering*, 2003, vol. 45: 3.19–3.22.
4. Zverev S.V., Beletskiy S.L. Vliyanie vlazhnosti vozdukh na sokhranyaemost' grechnevoy krupy [Effect of humidity of air on the retention of buckwheat]. *Khranenie i pererabotka zerna* [Storage and processing of grain], 2014, no. 1(178), pp. 31–34.
5. Mar'in V.A., Fedotov E.A., Vereshchagin A.L. Pererabotka zerna grechikhi vlazhnost'ju vyshе 17 % [Recycling of grain buckwheat humidity higher than 17%]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2008, no. 4, pp. 50–51.
6. Przybylski R., Eskin N.A.M., Malcolmson L.M., Ryland D., Mazza G. Formation of off-flavour components during storage of buckwheat. *Proceedings of the 7th International Symposium on Buckwheat*, 12-14 August 1998, Winnipeg, Canada, pp. 3–7.
7. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L. Vliyanie pokazatelej kachestva zerna grechikhi na izmenenie kislotnogo chisla zhira [The effect of buckwheat quality indices on the change of fat acidity value and acidity]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Technical University], 2015, no. 3 (125), pp. 147–152.
8. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Vliyanie termofilirovaniya na prochnostnye harakteristiki obolochek zerna grechikhi [Influence of thermophilization on the strength characteristics of shells of buckwheat grain]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2013, no. 1, pp. 54–55.
9. Abramov S.Yu. *Vliyanie vlazhnosti i temperatury krupjanyh kul'tur na jeffektivnost' ego pererabotki*. Avtoref diss. kand. tehn. nauk [Influence of temperature, of humidity and groat crops on the efficiency of their recycling. Cand. tech. sci. autoabstract diss.]. Moscow, 1984, 20 p.
10. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L. Izmenenie morfologii poverhnosti vlazhnogo zerna grechikhi v processe gidrotermicheskoj obrabotki [Change of morphology surfaces of wet grain buckwheat in the process of hydrothermal processing]. *Khranenie i pererabotka zerna* [Storage and processing of grain], 2012, no. 3(153), pp. 42–45.
11. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V., Baraboshkin K.S. Vliyanie gidrotermicheskoj obrabotki na prorosshie zerna grechikhi [Influence of hydrothermal processing on germinated buckwheat grain]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2014, no. 5, pp. 44–46.

Дополнительная информация / Additional Information

Марьин, В.А. Технологические свойства влажного и сырого зерна гречихи / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 35-40.

Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Technological properties of wet and crude buckwheat. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 35-40 (In Russ.).

Марьин Василий Александрович

канд. техн. наук, доцент кафедры общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел.: +7 (3854) 31-24-75, e-mail: tehbiysk@mail.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

Vasily A. Mar'in

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of the Department of General chemistry and examination of the goods, Biysk Technological Institute (branch) FSBEI HPE «Altai State Technical University named after I.I. Polzunov», 27, Trofimov, Biysk, 659328, Russia, phone: +7 (3854) 31-24-75, e-mail: tehbiysk@mail.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, Trofimova 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, Trofimova str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3852) 43-53-18



ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ ДРОЖЖЕЙ В КИСЛОРОДЕ

А.В. Пермякова

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

e-mail: delf-5@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 22.05.2015

Дата принятия в печать: 30.06.2015

Кислород – важный компонент среды культивирования дрожжей, он необходим клеткам для синтеза стерина и ненасыщенных жирных кислот, входящих в состав мембран. Недостаток в среде этих липидных соединений или кислорода приводит к дегенерации культуры. Снабжение дрожжевой культуры кислородом воздуха можно обеспечить аэрацией сула или инокулята перед введением в среду сбраживания. В статье рассмотрены различные способы обеспечения пивных дрожжей кислородом и снижения потребности культуры в факторах анаэробного роста. Показано, что предферментационная обработка инокулята в среде молодого пива (1:2) путем кратковременной аэрации (30–40 мин) с последующей выдержкой без доступа воздуха в течение 2–4 ч позволяет дрожжам синтезировать достаточное количество стерина и в то же время сохранить высокую бродительную активность, что положительно сказывается на процессе размножения биомассы и убыли экстракта. Использование аэробной обработки дрожжей имеет существенные преимущества перед аэрацией сула, так как наряду с сокращением (примерно в 60 раз) энергозатрат позволяет получить пиво с лучшими органолептическими характеристиками. Эти данные подтверждены в условиях одного из пивоваренных заводов Кемеровской области. Эффект снижения потребности дрожжевой культуры в кислороде сохраняется в течение двух генераций и возрастает при использовании штаммов с высокой потребностью в данном компоненте. Снижение необходимости микробных клеток в кислороде возможно за счет обогащения среды ферментации стеринами и ненасыщенными жирными кислотами путем внесения специально подготовленного дрожжевого автолизата. Особенностью его получения является предварительная аэрация дрожжевой суспензии сжатым воздухом с последующим проведением автолиза. Это способствует увеличению в биомассе клеток факторов анаэробного роста.

Дрожжи пивные, потребность в кислороде, аэрация, стерин, бродительная активность, брожение, автолизат, многократность использования, качество пива

Введение

Необходимым компонентом среды культивирования дрожжей в производстве пива (на стадии выращивания чистой культуры и в начале ферментации сула) является кислород [1–4]. Потребность пивных дрожжей как факультативных анаэробов в кислороде связана не столько с энергетическим обменом (так как концентрация сахара в среде достаточно высокая), сколько с синтезом липидных компонентов клетки, в первую очередь стерина и ненасыщенных жирных кислот, входящих в состав цитоплазматических мембран [1, 4, 5]. Недостаток этих факторов роста приводит к торможению развития и размножения клеток и в итоге к дегенерации культуры [6, 7].

Пивное суло, особенно приготовленное с использованием повышенного количества несоложенного сырья, характеризуется низким содержанием ненасыщенных жирных кислот и особенно стерина [1–3, 8]. Обеспечение дрожжей данными факторами роста можно осуществить разными способами: либо внести эти компоненты в среду, либо создать условия для их синтеза самой клеткой [1–4, 5, 8, 9]. В последнем случае наличие достаточного количества кислорода в среде позволяет клетке быстро синтезировать нужные ей соединения.

На практике основным приемом, обеспечивающим дрожжевую культуру кислородом воздуха,

является аэрация сула перед введением инокулята [2, 3, 10]. Однако до сих пор вопрос о необходимости насыщения сула кислородом хотя и не отрицается, но вызывает дискуссии. С одной стороны, стимулирующее действие кислорода на рост и жизнеспособность дрожжей, на скорость сбраживания экстрактивных веществ хорошо известно [2, 3, 4, 8]. С другой стороны, излишнее количество растворенного кислорода в среде приводит к нежелательным процессам: увеличению редокс-потенциала, чрезмерному приросту биомассы дрожжей, снижению их способности к флокуляции, повышенному образованию побочных продуктов, удлиняющих процесс созревания пива и отрицательно влияющих на его органолептику, ухудшению коллоидной и биологической стойкости готового напитка [1, 2, 9, 11]. Кроме того, чрезмерная аэрация может привести к снижению бродительной активности культуры.

Потребность в кислороде разных штаммов пивных дрожжей различна и может колебаться от 2 до 40 мг/дм³ и выше [9, 11]. Существует зависимость между потребностью дрожжевой культуры в кислороде и количеством синтезируемых стерина.

Альтернативой аэрации сула является разработанный нами способ предферментационной обработки инокулята, основанный на аэрации семенных дрожжей в молодом пиве, содержащем продукты деградации сахаров, являющихся эффективными

источниками углерода для образования клетками стериннов. Чтобы предотвратить «дыхательную адаптацию», длительность аэрации сокращена до минимума (20–30 мин), а после нее предусмотрено проведение выдержки культуры в течение 2–4 ч без доступа воздуха [11].

Недостаток необходимых клетке липидных компонентов можно восполнить не только созданием условий для их синтеза, но и обеспечить путем увеличения концентрации в сбраживаемой среде самих факторов анаэробного роста, что позволит, следовательно, снизить потребность дрожжей в кислороде.

В частности, известны такие способы обогащения пивного суслу липидными компонентами, как использование липазы на стадии затирания [9], препаратов, полученных из дрожжевой биомассы (автолизатов, термолизатов) или других видов сырья [1, 12, 13]. При этом происходит оптимизация состава среды как по липидным, так и по другим составляющим вносимых добавок (углеводным, минеральным, азотистым соединениям, витаминам).

Целью данной работы является сравнительная оценка различных способов снижения потребности культуры пивных дрожжей в кислороде.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлись пивные дрожжи низового брожения *Saccharomyces carlsbergensis* расы 11, 776 и 8(а) М.

В качестве среды для обработки инокулята использовали молодое пиво, полученное из суслу экстрактивностью 11 %, для сбраживания применяли производственное охмеленное охлажденное 11%-е пивное суслу.

Постановка эксперимента заключалась в следующем. Дрожжи, взятые сразу после окончания процесса главного брожения, подвергали аэробной обработке в оптимальных, ранее определенных условиях [11]. Для этого готовили суспензию дрожжей в молодом пиве в соотношении 1:2, аэрировали стерильным сжатым воздухом при его расходе 0,1 м³/ч·м³ среды до максимального насыщения кислородом. В таких условиях время аэрации составляло 30–40 мин. Проаэрированную суспензию дрожжей выдерживали без доступа воздуха в течение 5 ч. Температура обработки 1–2 °С.

Для изучения процесса сбраживания дрожжи внесли в суслу из расчета 20 млн кл/см³ с учетом количества мертвых клеток. Ферментацию среды вели при температуре 8–9 °С. Дображивание молодого пива осуществляли при температуре 2–3 °С в течение срока, определенного для данного сорта пива.

В дрожжах определяли бродильную активность весовым методом, общее содержание стериннов – УФ-спектрофотометрическим методом путем измерения оптической плотности гексанового раствора стериннов при длине волны 282 нм. Найденную по калибровочному графику величину пересчитывали в проценты на сухое вещество дрожжей (% СВ).

Для выделения стериннов отцентрифугированную биомассу дрожжей гидролизывали 40%-м раствором КОН в этиловом спирте в течение 1 ч на

кипящей водяной бане. Стеринную фракцию из остывшего раствора дважды экстрагировали гексаном. Соотношение объема спиртового раствора к объему гексана 1:0,75. Гексановый раствор промывали дистиллированной водой до нейтральной реакции и осушали над безводным сульфатом натрия в течение 1–2 суток. Затем раствор фильтровали и отгоняли из него гексан под вакуумом на роторном испарителе. Стерины хранили в закрытых бюксах при температуре 4 °С. Для проведения дальнейших анализов продукт перерастворили в гексане.

Анализ физиологического состояния дрожжей осуществляли по концентрации клеток, находящихся во взвешенном состоянии, и по количеству почкующихся – методом прямого счета в камере Горяева.

Технологические характеристики дрожжей оценивали в соответствии с рекомендациями Европейской пивоваренной конвенции (ЕВС), используя значения таких величин, как содержание экстракта и дрожжевых клеток в бродящей среде. Рассчитывали следующие показатели: скорость сбраживания (время, необходимое для сбраживания 1 % экстракта дрожжами в количестве 20 млн кл/см³ в линейной фазе снижения удельного роста); выход клеток (общее количество дрожжей к концу брожения за минусом концентрации засеваемых дрожжей); время генерации (время, необходимое для удвоения популяции дрожжей); точку флокуляции (степень сброженности суслу к моменту максимального количества биомассы в среде).

Массовую долю сухих веществ, рН, кислотность, цвет, содержание аминного азота анализировали общепринятыми в пивоварении методами [14]. Определение количества этилового спирта в бродящем сусле и пиве вели с использованием автоматического анализатора «Колос» (Россия), а также стандартным методом. Содержание растворенного кислорода в сусле и дрожжевой суспензии оценивали кислородомером МАРК-302Э (Россия).

Сумму высших спиртов и содержание ацетальдегида определяли газохроматографическим методом, диацетила и ацетоина – спектрофотометрическим способом по методике ЕВС [14].

Все исследования проводили в трех-четырёх повторностях и обрабатывали методами статистического анализа.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе работы изучали влияние различных способов обеспечения дрожжевой культуры кислородом в производственных условиях на стериннообразование и величину бродильной активности инокулята, а также на отдельные показатели, характеризующие процесс ферментации суслу.

Эксперимент проводили на одном из пивоваренных предприятий Кемеровской области. Для сравнения были взяты варианты, приведенные в табл. 1. В контроле и опытном варианте 1 содержание кислорода воздуха в сусле обеспечивалось только за счет его естественного растворения (на уровне 4 мг/дм³). В опытном варианте 2 охмеленное охлажденное суслу до введения в него

дрожжей аэрировали стерильным сжатым воздухом до полного насыщения среды кислородом (8 мг/дм³). Предферментационную обработку инокулята (опыт 1) осуществляли способом, описанным выше. Использовали пивные дрожжи расы 11 пятой-седьмой генераций.

Таблица 1

Условия проведения эксперимента

| Вариант | Подготовка | |
|----------|-------------|-------------------|
| | сусла | дрожжей |
| Контроль | Без аэрации | Без аэрообработки |
| Опыт 1 | Без аэрации | С аэрообработкой |
| Опыт 2 | Аэрация | Без аэрообработки |

Данные, представленные на рис. 1, свидетельствуют, что количество стеринов в клетках дрожжевой культуры сразу после аэрации возрастает в 3,0 раза, а ко второму часу выдержки в 4,7 раза по сравнению с исходными дрожжами. К пятому часу анаэробной выдержки содержание стеринов снижается, однако все же остается выше первоначальной концентрации в 2,7 раза.

В условиях отсутствия доступа кислорода воздуха бродильная активность дрожжей достигает своего наибольшего значения на 2–4 ч выдержки. При этом ее величина на 15–25 % выше, чем в исходном инокуляте. Так как процесс стеринобразования не должен идти в ущерб бродильной активности культуры, то в дальнейшем для проведения аэрообработки семенных дрожжей длительность анаэробной выдержки была взята 3 ч.

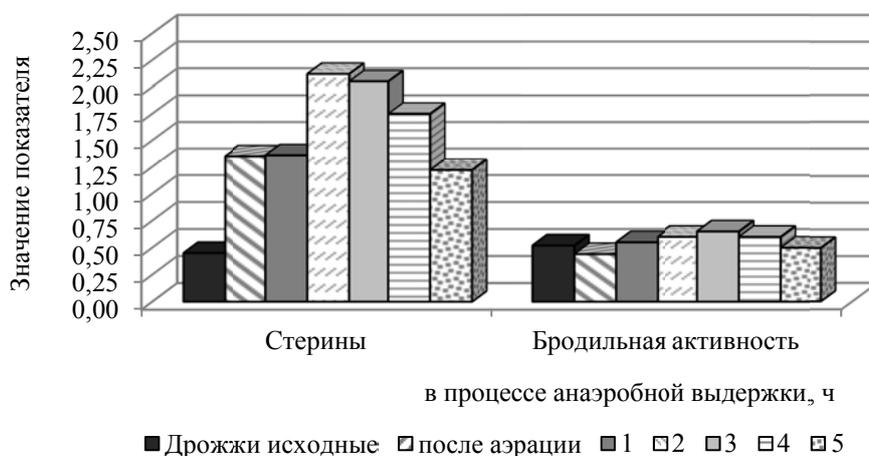


Рис. 1. Содержание стеринов в дрожжах (% СВ) и бродильная активность культуры (г CO₂/г СВ) в процессе аэрообработки в производственных условиях

Подготовленными дрожжами осуществляли ферментацию охмеленного пивного сусла, полученного по технологии сорта «Жигулевское». Ре-

зультаты сбраживания сусла дрожжами в разных условиях обеспечения кислородом воздуха приведены в табл. 2 и на рис. 2.

Таблица 2

Бродильная активность дрожжей в процессе ферментации сусла в различных условиях обеспечения кислородом (К1 – сусло и дрожжи без аэрации; К2 – сусло с аэрацией, дрожжи без аэрации; О1, О2 – сусло без аэрации, дрожжи после аэрообработки)

| Образец | Продолжительность брожения, сут. | | | | | | | |
|---------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| К1 | 0,52 | 0,56 | 0,69 | 0,70 | 0,57 | 0,55 | 0,53 | 0,51 |
| О1 | 0,63 | 0,78 | 0,86 | 0,80 | 0,64 | 0,58 | 0,56 | 0,54 |
| К2 | 0,42 | 0,49 | 0,54 | 0,61 | 0,58 | 0,50 | 0,44 | 0,40 |
| О2 | 0,54 | 0,58 | 0,65 | 0,70 | 0,63 | 0,56 | 0,48 | 0,44 |

Сравнивая бродильную активность дрожжей опытных и контрольных образцов (табл. 2), необходимо отметить, что на протяжении всего периода ферментации величина ее в дрожжах, подвергнутых аэрообработке (О1, О2), выше, чем у неаэрированных клеток. Максимальное значение бродильной активности дрожжей опытных вариантов на 15-23 % превышает величину этого показателя в контрольных образцах, при этом в опыте 1 наибольшая активность

достигается на сутки раньше, чем в контроле 1.

Видно, что предферментационная обработка дрожжей приводит к усилению процесса размножения клеток (рис. 2, а). Причем в первом опытном образце максимальное накопление клеток наблюдается на одни сутки быстрее по сравнению с контролем, в то время как во втором варианте смещения экстремумов не происходит. Прирост дрожжей в опыте 1 по отношению к контролю 1 составляет

13 %, во втором опытном варианте обработка дрожжей увеличивает накопление клеток по сравнению с исходным значением в 2,9 раза, аэрация сула (контроль 2) – в 3,5 раза, т.е. в последнем случае наблюдается больший прирост биомассы, чем в соответствующем опытном образце.

Аэрообработка дрожжей в сравнении с контролем интенсифицирует процесс сбраживания

экстрактивных веществ сула, что в большей степени заметно в первом варианте (рис. 2, б). Величина видимого экстракта (4,6 %), полученная в контрольном образце 1 на 7-е сутки, достигается в опытном на одни сутки раньше. Сокращение длительности главного брожения во втором варианте не столь заметно и составляет приблизительно 12 ч.

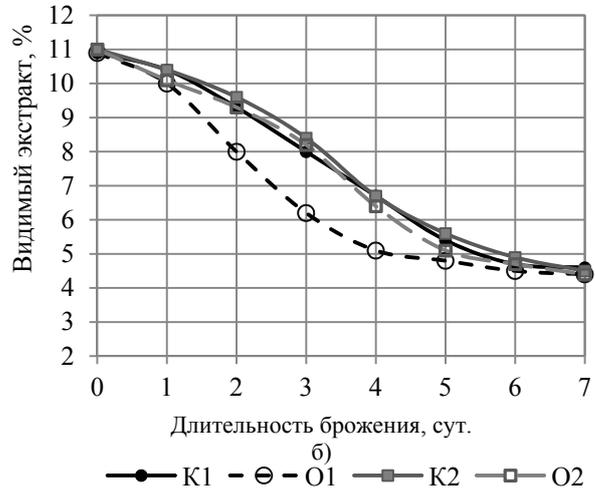


Рис. 2. Размножение дрожжей и интенсивность сбраживания пивного сула в зависимости от условий обеспечения дрожжей кислородом воздуха (расшифровка обозначений дана в табл. 2)

После окончания брожения молодое пиво направляли на дображивание при температуре 2–3 °С в течение 21 суток. На рис. 3 представлены фи-

зико-химические показатели готового пива, полученного в производственных условиях при разных условиях снабжения дрожжей кислородом.

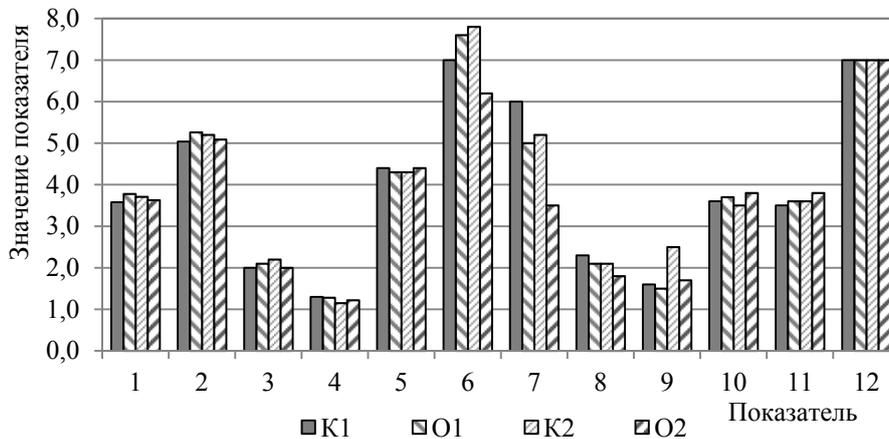


Рис. 3. Показатели качества готового пива, полученного в производственных условиях при разных способах снабжения дрожжей кислородом (расшифровка K1, K2, O1, O2 дана в табл. 2): 1 – спирт, % об.; 2 – действительная степень сбраживания, % · 10; 3 – кислотность, к. ед.; 4 – цвет, ц. ед.; 5 – рН; содержание, мг/100 см³: 6 – высших спиртов, 7 – диацетила · 10⁻², 8 – ацетона · 10⁻¹, 9 – ацетальдегида · 10⁻¹; 10 – высота пены, см; 11 – пеностойкость, мин; 12 – стойкость непастеризованного пива, сут.

Пиво опытного образца 1 характеризовалось несколько повышенным содержанием этанола и высших спиртов и меньшей концентрацией диацетила, ацетона и ацетальдегида по сравнению с контрольным образцом 1. В то же время количество продуктов метаболизма дрожжей во втором опытном варианте значи-

тельно ниже, чем в контроле 2, что положительно сказалось на органолептических достоинствах напитка.

Различий в показателе стойкости как в первом, так и во втором вариантах не наблюдалось. По дегустационной оценке опытный образец пива в первом варианте находился на уровне контрольного, а

во втором – несколько превосходил его по вкусо-ароматическим характеристикам.

Таким образом, производственные испытания способа предферментационной аэрообработки дрожжей позволяют говорить о том, что данный прием снабжения культуры кислородом воздуха способствует синтезу стерина в клетках без ущерба снижения бродильной активности, приводит к более высокой скорости и степени сбраживания среды в процессе ее ферментации в сравнении с использованием сусле и дрожжей, не подвергнутых аэрации. Пиво, полученное с применением активированных до начала брожения дрожжей, содержит меньше отрицательно влияющих на его вкус и аромат продуктов метаболизма, чем напиток, изготовленный из аэрированного сусле.

Различные расы пивных дрожжей отличаются по потребности в кислороде. В ранних работах нами показано, что такие штаммы дрожжей, как 11, 41, 7Г № 126, характеризуются низкой потребностью в кислороде воздуха, 70, 776 – умеренной, 8(а) М, S-Львовская, 44 – высокой [9, 11].

Использование для сбраживания среды рас дрожжей с низкой и умеренной потребностью в кислороде и накапливающих значительное количество стерина позволяет исключить аэрацию сусле перед введением в него дрожжей, так как в первом случае она нежелательна, а во втором – с точки зрения физиологии дрожжей обязательна.

Представляло интерес исследовать эффективность кратковременной аэрации на стадии подготовки инокулята на качественные показатели дрожжей разных штаммов, имеющих низкую и умеренную потребность в кислороде.

В работе использовали производственные пивные дрожжи штаммов 11 и 776 шестой-седьмой генераций. Аэрообработку семенных дрожжей и процесс сбраживания пивного сусле проводили при тех же параметрах, что были описаны выше. Во всех вариантах (опытных и контрольных) сбраживали сусле с содержанием кислорода 4 мг/дм^3 . Данная величина обеспечивалась за счет насыщения среды кислородом воздуха естественным путем.

На основании полученных в динамике брожения кривых размножения дрожжей, изменения массовой доли сухих веществ рассчитывали технологические показатели культуры (рис. 4).

Характеристика отдельных свойств исследуемых рас дрожжей свидетельствует, что предферментационная обработка культуры интенсифицирует процесс сбраживания экстракта сусле и размножение клеток, причем в большей степени эффект активации проявляется для расы 776, обладающей умеренной потребностью в кислороде. Так, например, если время сбраживания 1 % экстракта для этой расы уменьшилось на 29 % по отношению к контролю, то для штамма 11 – на 23 %. Сокращение времени генерации для этих рас дрожжей соответственно равно 27 и 25 %.

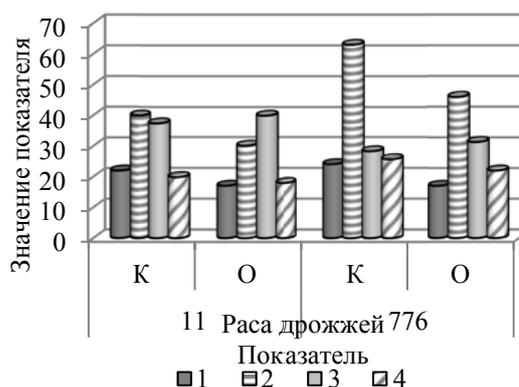


Рис. 4. Влияние аэрообработки различных рас дрожжей на технологические характеристики культуры:
1 – время сбраживания 1 % экстракта, ч;
2 – время генерации, ч;
3 – выход клеток, млн кл/см³;
4 – точка флокуляции, %

Использование обработанных дрожжей приводит к увеличению выхода клеток (на 7–11 %) и снижению точки флокуляции, которое для штамма 11 составляет 10 %, а для штамма 776 – 14 %. Последний показатель является важной технологической характеристикой дрожжей, так как от него зависит полнота сбраживания экстракта сусле, редукция диацетила и биологическая стойкость готового пива [1–4].

Экспериментальные данные позволяют говорить об использовании аэрообработки дрожжей на стадии подготовки инокулята как одного из способов активации их жизнедеятельности, эффективность действия которого возрастает по мере увеличения потребности дрожжевой культуры в кислороде.

Известно, что у культуры дрожжей, растущей в анаэробных условиях, уже через 4–6 клеточных генераций развивается потребность в молекулярном кислороде [1, 4, 8]. Представляло интерес выяснить число циклов брожения, в течение которых у дрожжей, подвергнутых предферментационной аэрообработке, сохраняется пониженная потребность в кислороде.

На данном этапе исследования применяли дрожжи расы 8(а) М шестой генерации. Этот штамм характеризуется высокой потребностью в кислороде в отличие от расы 11 и 776.

Сбраживание 11%-го сусле в первом цикле осуществляли исходной культурой клеток без аэрации (контроль) и обработанной кислородом воздуха дрожжевой суспензией (опыт). По окончании процесса ферментации снятые дрожжи сразу же вводили в следующий цикл брожения. При этом дрожжи опытного образца повторной аэрообработке не подвергали. Сусле контрольного и опытного вариантов воздухом не насыщали (концентрация кислорода, растворенного естественным путем, составляла 4 мг/дм^3).

На рис. 5 представлены отдельные показатели, характеризующие протекание процесса брожения: максимальное значение концентрации клеток во

взвешенном состоянии (на 3-и сутки), массовая доля сухих веществ и объемная доля спирта, достигнутые к окончанию ферментации (7-е сутки).

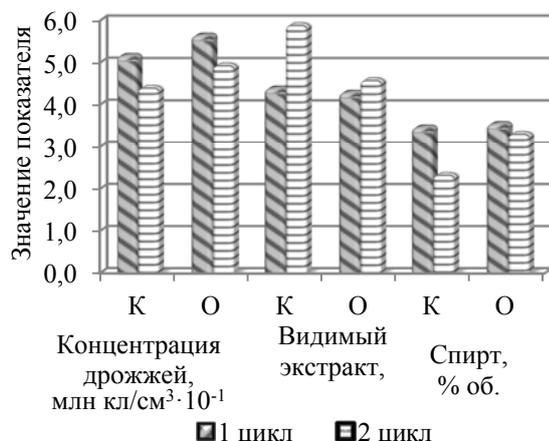


Рис. 5. Влияние многократности использования дрожжей на отдельные показатели процесса брожения

Как видно из полученных данных, в первом цикле брожения предферментационная обработка инокулята обеспечивает более интенсивное размножение клеток, сбраживание экстрактивных веществ среды и накопление спирта по сравнению с контролем, что может быть свидетельством снижения потребности дрожжей в кислороде.

Повторное брожение с использованием дрожжей контрольного образца характеризуется меньшим приростом биомассы (на 36 %) в сравнении с первым циклом, существенным снижением скорости сбраживания сухих веществ и образования этилового спирта.

В опытном образце значения исследуемых показателей ниже, чем в первом цикле, но все же они остаются на более высоком уровне, чем в контроле при повторном брожении. И хотя интенсификации обменных процессов в опытном варианте уже не происходит, можно сказать, что эти дрожжи еще сохраняют низкую потребность в кислороде, чего нельзя отметить в контрольном образце.

Таким образом, эффект снижения потребности в кислороде, полученный на стадии предферментационной обработки, сохраняется у дрожжей в течение двух циклов брожения.

Потребность дрожжей в кислороде, а следовательно, создание условий для синтеза стерина и ненасыщенных жирных кислот в клетках культуры

можно обеспечить не только аэрацией суслу или инокулята. Другим путем решения этой проблемы является увеличение количества в среде культивирования непосредственно самих факторов анаэробного роста [5, 9, 12, 13], что особенно важно при замене солода несоложенным сырьем в больших количествах. Одним из таких приемов может служить применение дрожжевых автолизатов.

Данные препараты получают плазмолизом дрожжей с дальнейшим распадом белков протоплазмы под действием собственных ферментов клетки или специально вводимых ферментных препаратов. Автолизаты характеризуются широким комплексом биологически активных веществ, синтезированных самой клеткой в процессе роста. Однако необходимо отметить, что в случае использования автолизатов дрожжей происходит оптимизация состава среды культивирования в большей степени по различным группам азотистых веществ и значительно меньше – по липидным составляющим. Это не в полной мере обеспечивает нормальный уровень размножения дрожжей, необходимую степень сбраживания пива в условиях низкой концентрации кислорода в среде ферментации.

Существует множество способов получения автолизатов из микробной биомассы: в присутствии хлорида натрия, суперфосфата, молочнокислых бактерий и т.д. [12].

Нами предложен способ обогащения пивного суслу факторами анаэробного роста дрожжей, интенсификации главного брожения, повышения качества готового пива путем использования специально подготовленного дрожжевого автолизата.

Автолизат готовили следующим образом: избыточные пивные дрожжи разбавляли водой в соотношении 1:1, подвергали продувке сжатым воздухом 20–40 мин при температуре 2 °С, выдерживали дрожжевую суспензию при 50 °С в течение 24 ч и затем стерилизовали под давлением 0,1 МПа в течение 30 мин. Готовый препарат вводили в охлажденное охмеленное суслу в количестве 2–6 % к объему среды. Параметры обработки и норма внесения автолизата являются оптимальными и были определены в ранее проведенных исследованиях.

Аэрация дрожжей, идущих на приготовление автолизата, необходима для синтеза в клетках стерина и ненасыщенных жирных кислот. Последующее внесение в суслу автолизата, полученного из таких дрожжей, обогащает его необходимыми липидными компонентами, что способствует нормальной жизнедеятельности дрожжей в среде с низким содержанием кислорода.

Таблица 3

Варианты сбраживания суслу с использованием различных автолизатов дрожжей

| Вариант | Аэрация дрожжей при получении автолизата | Доза внесения автолизата, % к объему среды | Аэрация суслу перед введением дрожжей |
|----------|--|--|---------------------------------------|
| Контроль | - | - | Без аэрации |
| Опыт 1 | 20 мин | 6 | Без аэрации |
| Опыт 2 | 40 мин | 2 | Без аэрации |
| Опыт 3 | 30 мин | 4 | Без аэрации |
| Опыт 4 | Без аэрации | 4 | Без аэрации |
| Опыт 5 | - | - | С аэрацией |

Был изучен процесс брожения пивного сусла с внесением автолизата, приготовленного разными способами – с использованием аэрации дрожжей и без нее. Сбраживание сусла экстрактивностью 11 % осуществляли дрожжами расы 8(а) М при температуре 8–9 °С. Для получения автолизата были взяты дрожжи этого же штамма.

Варианты сравниваемых образцов приведены в табл. 3, показатели сусла и полученного готового пива – соответственно на рис. 6 и 7.

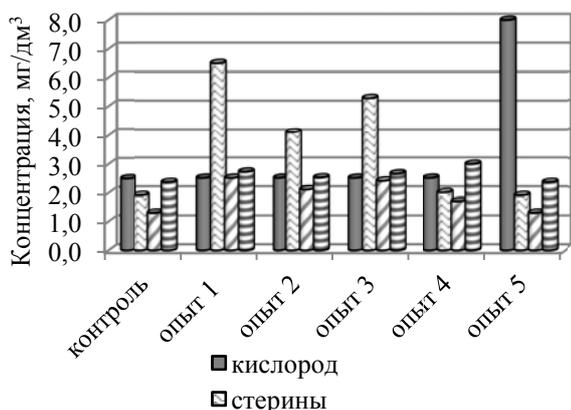
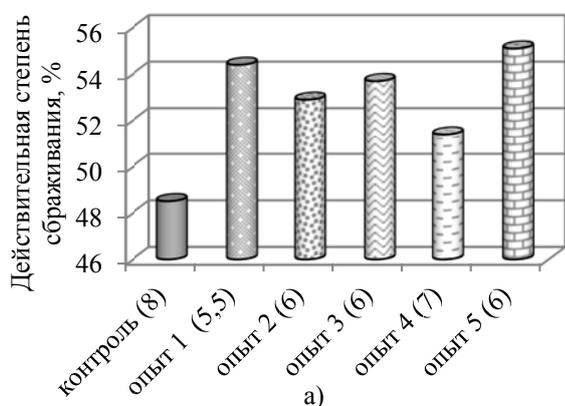


Рис. 6. Концентрация кислорода, стерина, ненасыщенных жирных кислот (ННЖК) и аминного азота в сусле, полученном с добавлением или без внесения автолизата



Из представленных результатов видно (рис. 6), что внесение в сусло автолизата, полученного из дрожжей, предварительно подвергнутых продувке воздухом (опыт 1 – опыт 3), обеспечивает в сусле больший уровень необходимых дрожжам липидных компонентов (стеринов в 1,2–2,4 раза, ненасыщенных жирных кислот на 61–92 % по отношению к контролю), а также азота аминокислот (на 7–15 %). Это, в свою очередь, способствует лучшему размножению дрожжей, что приводит к ускорению процесса главного брожения на 1,0–1,5 суток и достижению нужной степени сбраживания экстрактивных веществ сусла (рис. 7, а) без ухудшения качества готового напитка (рис. 7, б, в).

Пиво опытных образцов 2, 4, 5 и контрольного варианта характеризовалось устойчивостью к образованию коллоидных помутнений в течение 7 суток, в то время как готовый напиток 1 и 3 имел значение этого показателя 8 суток. Все опытное пиво в зависимости от варианта отличалось от контрольного повышенным пенообразованием (на 3–7 мм) и пеноустойчивостью (на 2–9 мин).

При производстве пивного сусла с внесением автолизата, полученного из дрожжевой суспензии, предварительно подвергнутой аэрации в течение менее 20 мин, и введенного в количестве менее 2 % к объему среды, не происходило сокращения длительности главного брожения.

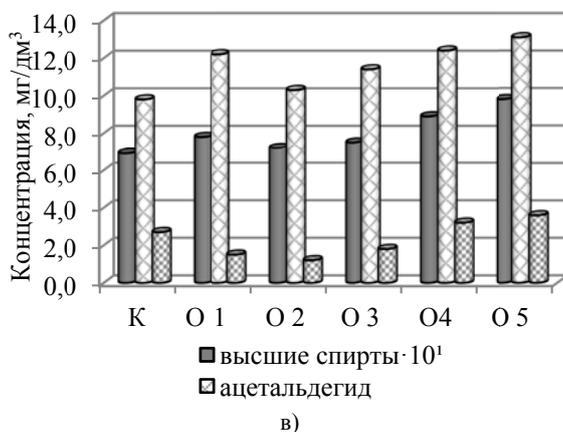
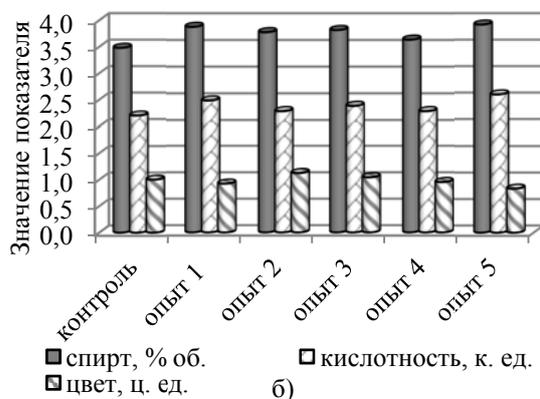


Рис. 7. Величина: а – действительной степени сбраживания (в скобках – фактическое время брожения, сут.); б – отдельные показатели качества готового пива; в – содержание летучих продуктов в напитке

В том случае, когда автолизат готовился из дрожжей, обработанных воздухом более 60 мин, и вносился в сусло в количестве более 6% к его объему наблюдалось ухудшение качества готового напитка.

Таким образом, из результатов проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Обеспечение дрожжевой культуры кислородом воздуха на стадии подготовки инокулята позволяет исключить аэрацию сусла или использовать только тот уровень растворенного кислорода, который достигается за счет естественного насыщения воз-

духом. В этом случае интенсификация обменных процессов дрожжей идет без ухудшения качества готового пива. Эффективность применения подобной обработки дрожжей сохраняется в течение двух генераций и возрастает при использовании рас с высокой потребностью в кислороде. Альтернативой аэрации может служить способ обогащения среды ферментации факторами анаэробного роста культуры за счет введения автолизата, изготовленного из дрожжевой биомассы, предварительно подвергнутой продувке воздухом.

Список литературы

1. Жвирблянская, А.Ю. Дрожжи в пивоварении / А.Ю. Жвирблянская, В.С. Исаева. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 246 с.
2. Нарцисс, Л. Краткий курс пивоварения / Л. Нарцисс. – СПб.: Профессия, 2007. – 640 с.
3. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце. – СПб.: Профессия, 2009. – 1064 с.
4. Аннемюллер, Г. Дрожжи в пивоварении / Г. Аннемюллер, Г.-Й. Мангер, П. Литц. – СПб.: Профессия, 2015. – 428 с.
5. Гальцова, Р.Д. Стериообразование у дрожжевых организмов / Р.Д. Гальцова. – М.: Наука, 1980. – 224 с.
6. О'Рурк, Т. Роль кислорода в пивоварении / Т. О'Рурк // Пиво и напитки. – 2003. – № 2. – С. 24–26.
7. Nielson, O. Control of the Yeast Propagation Process – how to optimize oxygen supply and minimize stress / O. Nielson // Tech. Quart. Master Brewers Assoc. Americas. – 2006. – № 42. – P. 128–132.
8. Briggs, D.E. Brewing Science and Practice / D.E. Briggs, C.A. Boulton, P.A. Brookes, R. Stevens. – Cambridge: Woodhead, 2004.
9. Лисюк, Г.М. Совершенствование технологии и повышение качества пива на основе регуляции метаболизма дрожжей: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М.: МТИПП, 1989. – 49 с.
10. Хоконова, М.Б. Оптимальные параметры аэрации сусла при производстве безалкогольного пива / М.Б. Хоконова, М.А. Устова, А.С. Карашаева // Пиво и напитки. – 2014. – № 1. – С. 26–27.
11. Пермякова, Л.В. Разработка способа подготовки засевных дрожжей с целью интенсификации процессов приготовления пива: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: МТИПП, 1987. – 24 с.
12. Новаковская, С.С. Производство хлебопекарных дрожжей: справочник / С.С. Новаковская, Ю.И. Шишацкий. – М.: Агропромиздат, 1990. – 335 с.
13. Применение новых видов пищевых подкормок для дрожжей в производстве пива / Л.В. Пермякова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 2. – С. 46–52.
14. Ермолаева, Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия / Г.А. Ермолаева. – СПб.: Профессия, 2004. – 536 с.

INVESTIGATION OF DIFFERENT WAYS OF REDUCING THE OXYGEN REQUIREMENT OF YEAST

L.V. Permyakova

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

e-mail: delf-5@yandex.ru

Received: 22.05.2015

Accepted: 30.06.2015

Oxygen is an important component of the yeast cultivation medium and it is necessary for the synthesis of sterols and unsaturated fatty acids that make up the membrane. The shortage of these lipid compounds or oxygen in the medium leads to culture degeneration. The provision of yeast culture with atmospheric oxygen can be achieved by aeration of the wort or the inoculum before their introduction into the fermentation medium. The article deals with various ways of providing brewers' yeast with oxygen and reducing the need of the culture for anaerobic growth factors. It is shown that the inoculum pre-fermentation treatment in green (new) beer (1: 2) by brief aeration (30-40 min) followed by storing without air access for 2-4 hours enables yeast to synthesize a sufficient amount of sterols and, at the same time, to maintain high fermentation activity. It has a positive effect on the biomass reproduction and extracts decrease. The use of the yeast aeration has significant advantages over the wort aeration, since it enables to obtain beer with better organoleptic properties alongside with power reduction (approximately 60 times). These data have been confirmed at one of the breweries in the Kemerovo region. The effect of reducing the oxygen requirement of the yeast culture is maintained during two generations and increases when using strains with high requirement for this component. It is possible to reduce the oxygen requirement of microbial cells due to the enrichment of the fermentation medium with sterols and unsaturated fatty acids by introducing a specially prepared yeast autolysate. The peculiarity of its production is the preaeration of the yeast suspension with compressed air followed by autolysis. This contributes to the increase of anaerobic growth factors in the cell biomass.

Brewers' yeast, oxygen requirement, aeration, sterols, fermentative activity, fermentation, autolysate, reuse, the quality of beer

References

1. Zhvirblianskaia A.Yu., Isaeva V.S. *Drozhzhi v pivovarenii* [Yeast in brewing]. Moscow, Food Industry, 1979. 246 p.
2. Nartsiss L. *Kratkij kurs pivovarenija* [A short course of brewing]. St. Petersburg, Professija Publ., 2007. 640 p.
3. Kunc V. *Tehnologija soloda i piva* [Technology malt and beer]. St. Petersburg, Professija Publ., 2009. 1064 p.
4. Annemiuller G., Manger G.-I., Litts P. *Drozhzhi v pivovarenii* [Yeast in brewing]. St. Petersburg, Professija Publ., 2015. 428 p.
5. Gal'tsova R.D. *Sterinoobrazovanie u drozhzhevykh organizmov* [Formation of sterols in yeast]. Moscow, Science Publ., 1980. 224 p.
6. O'Rurk T. Rol' kisloroda v pivovarenii [The role of oxygen in brewing]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2003, no. 2, pp. 24-26.
7. Nielson O. Control of the Yeast Propagation Process – how to optimize oxygen supply and minimize stress. *Tech. Quart. Master Brewers Assoc. Americas*, 2006, 42. pp. 128-132.
8. Briggs D.E., Boulton C.A., Brookes P.A., Stevens R. *Brewing Science and Practice*. Cambridge, Woodhead, 2004.
9. Lisjuk G.M. *Sovershenstvovanie tekhnologii i povyshenie kachestva piva na osnove regulatsii metabolizma drozhzhei*. Avtoref. diss. dokt. tekhn. nauk [Improvement of technology and improving the quality of beer on the basis of metabolic regulation of yeast. Dr. tech. sci. autoabstract diss.]. Moscow, 1989. 49 p.
10. Khokonova M.B., Ustova M.A., Karashaeva A.S. Optimal'nye parametry aeratsii susla pri proizvodstve bezalkogol'nogo piva [Optimal parameters of aeration of the wort in the production of non-alcoholic beer]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2014, no. 1, pp. 26-27.
11. Permyakova L.V. *Razrabotka sposoba podgotovki zasevnykh drozhzhei s tsel'iu intensivatsii protsessov prigotovleniia piva*. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Method for preparing yeast seeds in order to intensify the processes of brewing. Cand. tech. sci. autoabstract diss.]. Moscow, 1987. 24 p.
12. Novakovskaja S.S., Shishackij Yu.I. *Proizvodstvo khlebopekarnykh drozhzhei: spravochnik* [Production of Baker's yeast: a handbook]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1990. 335 p.
13. Permyakova L.V., Pomozova V.A., Pavlov A.A., Khorunzhina S.I. Primenenie novykh vidov pishchevykh podkormok dlja drozhzhei v proizvodstve piva [Application of new types of food supplements for yeast in beer production]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2013, vol. 29, no. 2, pp. 46–52.
14. Ermolaeva G.A. *Spravochnik rabotnika laboratorii pivovarennogo predpriyatija* [Employee Handbook lab brewing company]. St. Petersburg, Professija Publ., 2004. 536 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Пермякова, Л.В. Исследование различных способов снижения потребности дрожжей в кислороде / Л.В. Пермякова // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 41-49.

Permyakova L.V. Investigation of different ways of reducing the oxygen requirement of yeast. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 41-49 (In Russ.).

Пермякова Лариса Викторовна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии броидильных 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: delf-5@yandex.ru

Larisa V. Permyakova

Cand. Tech. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology of Fermentation Production and Conservation, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: delf-5@yandex.ru



ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГОСТ 31474-2012 «МЯСО И МЯСНЫЕ ПРОДУКТЫ. ГИСТОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ БЕЛКОВЫХ ДОБАВОК»

В.А. Пчелкина*, С.И. Хвыля

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
мясной промышленности им. В.М. Горбатова»,
109316, Россия, г. Москва, ул. Талалихина, 26

*e-mail: gistolab@vniimp.ru

Дата поступления в редакцию: 23.04.2015

Дата принятия в печать: 30.06.2015

В России и за рубежом при выработке мясных продуктов часто используют производные соевых бобов с различной технологической подготовкой этого растительного сырья (соевые изолированные белки, концентраты, текстурированные соевые белковые продукты). Использование соевых белков в составе мясных продуктов не всегда отражается производителем на этикетке или в сопроводительной документации. При этом актуальной задачей является определение фактического состава готового продукта и выявление всех входящих в состав компонентов. В статье представлены данные исследований гистологических особенностей соевых белковых продуктов, используемых в мясной промышленности. Установлено, что каждый вид соевого белкового препарата имеет свои отличительные гистологические характеристики, позволяющие достоверно идентифицировать его в составе мясного сырья и готовых продуктов. Результатом проведенной работы стал разработанный ГОСТ 31474-2012 «Мясо и мясные продукты. Гистологический метод определения растительных белковых добавок», который позволяет идентифицировать соевые белковые продукты в соответствии с их микроструктурными особенностями в любых видах мясного сырья, полуфабрикатов и готовых продуктов.

Мясо, мясные продукты, соевые белки, методы выявления, гистологический анализ

Введение

Соя – уникальное растение с высоким содержанием биологически активного и высокопитательного белка. Цельные соевые бобы отличаются значительным содержанием высококачественного белка, жиров, углеводов, клетчатки, полиненасыщенных жирных кислот, минеральных веществ и витаминных групп В, D, Е. Кроме того, в состав бобов входят биологически активные вещества: фитостеролы, флавоноиды, сапонины. Соевые продукты широко используются в технологии специальных продуктов для диетического и профилактического питания [1]. В России соевые бобы в рецептурах колбас используют с начала 40-х годов прошлого столетия.

Из соевых бобов после экстракции масла получают обезжиренные хлопья с содержанием белка 52–55 %, которые являются основным сырьем для производства других видов соевых белковых продуктов. В зависимости от содержания белков, жира и углеводов их подразделяют на соевую муку, соевый концентрат (содержание белка 65–70 %) и соевый изолят (содержание белка 92–95 %). Кроме того, в мясной промышленности используют текстурированные соевые белковые продукты [2]. При переработке питательная ценность и химическая структура белка сои не изменяются, а изменяется лишь физическая форма [3].

Белковые продукты, полученные переработкой сои, занимают важное место в мясной промышленности из-за их высоких функциональных свойств, положительного влияния на органолептические особенности и биологические характеристики мясного продукта. Также немалое значение имеют

экономические показатели при производстве таких комбинированных продуктов.

Использование растительных белков в составе мясных продуктов не всегда отражается производителем на этикетке или в сопроводительной документации [4]. В практике при определении качества мясного продукта нередко возникает необходимость не только установления типа продукта, но и проведения идентификации реального состава и входящих в состав компонентов, в том числе и растительных. Целью подобной идентификации является определение и подтверждение подлинности конкретного вида и наименования товара, а также соответствия определенным требованиям или информации о нем, указанной на маркировке и (или) в сопроводительных документах.

Принятый в ряде стран мира микроструктурный анализ в России совсем недавно получил законодательную базу [5]. Тем не менее, не требуя сложного оборудования, данный метод позволяет достаточно быстро получать убедительный ответ о качественном составе большинства мясных продуктов, их соответствии требованиям нормативной документации.

Объекты и методы исследований

Гистологические исследования мясного сырья и продукции проводились в соответствии с классическим микроструктурным анализом и разработанными стандартизованными методами: ГОСТ Р 51604-2000 «Мясо и мясные продукты. Метод гистологической идентификации состава»; ГОСТ Р 52480-2005 «Мясо и мясные продукты. Ускорен-

ный метод определения структурных компонентов состава». Также применяли авторские модификации методов, позволяющие сократить время исследований и значительно повысить качество получаемых гистологических препаратов [6].

Гистологические срезы изготавливали на криостат-микротоме MICROM HM-525, толщина срезов 16–20 мкм. Окрашивали срезы гематоксилином Эрлиха и докрашивали 1%-м свежеприготовленным водно-спиртовым раствором эозина; заключали под покровные стекла в глицерин-желатин. Изучение гистологических препаратов и их фотографирование осуществляли на световом микроскопе AxioImager A1 (Carl Zeiss, Германия), применяя объективы с увеличением от 10x до 63x, с помощью подключенной видеокамеры AxioCam MRc 5. Обработку изображений и проведение морфометрических исследований производили с применением компьютерной системы анализа изображений AxioVision 4.7.1.0, адаптированной для гистологических исследований. Для получения достоверных результатов эксперименты повторяли не менее 3 раз при 3–5-кратной повторности анализов каждого из образцов по всем изучаемым параметрам. Морфометрические исследования осуществляли в соответствии с принципами системного количественного анализа.

Результаты и их обсуждение

В ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова» проведены комплексные исследования структурных особенностей соевых белковых компонентов, используемых в производстве мясных продуктов, изучены особенности изменения их микроструктуры в процессе технологической обработки и разработаны гистологические методы идентификации растительных компонентов белковой природы в любых видах мясного сырья, полуфабрикатов и готовых продуктов [7, 8].

При изучении гистологических препаратов под световым микроскопом компонент «соевый изолированный белок» достоверно обнаруживается в мясных продуктах, так как имеет достаточно характерную микроскопическую структуру. Он выявляется в виде отдельных более или менее округлых частиц различного размера. Встречаются частицы в форме «гантели», «цветка». При использовании существенных количеств соевого изолированного белка эти частицы могут сливаться и образовывать крупные конгломераты. Характерной особенностью частиц соевого изолята является довольно сложная структурированность, сочетающая множественные наложенные друг на друга кольца с небольшими каплевидными пустотами внутри. При окрашивании гематоксилином и эозином частицы приобретают равномерный розовый цвет.

В зависимости от особенностей технологической подготовки соевого растительного сырья, нередко индивидуально отличающегося у каждой фирмы-производителя или даже партии выработки, структурные особенности частиц белкового препарата несколько отличаются между собой, но эти различия не носят принципиального ха-

рактера, меняется только однотипность формы и размера частиц.

Локализуются частицы изолированного соевого белка преимущественно в областях с высокой степенью измельчения компонентов продуктов, особенно в ассоциации с мелкозернистой белковой массой (рис. 1). В вареных колбасах частицы изолята равномерно распределяются в фаршевой массе, в деликатесных продуктах они находятся преимущественно в зоне инъектирования в областях соединительнотканного каркаса мышцы, особенно в зоне перимизия. В составе сырокопченых и варено-копченых колбас нередко используются «соевые гранулы», которые на гистологическом препарате выглядят в виде эозинофильной гомогенной массы, ассоциированной с мясными элементами фарша, в структуре которой различимы отдельные частицы соевого изолята (рис. 2).

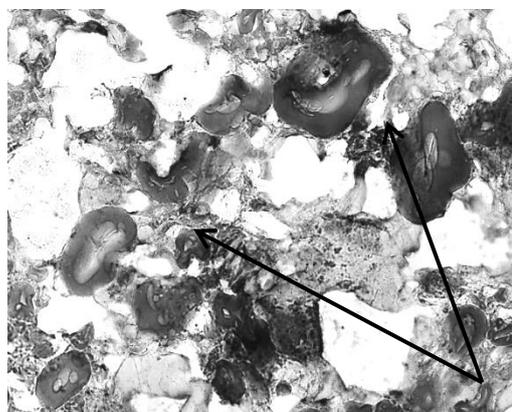


Рис. 1. Соевый изолированный белок в вареной колбасе (об. 20x)

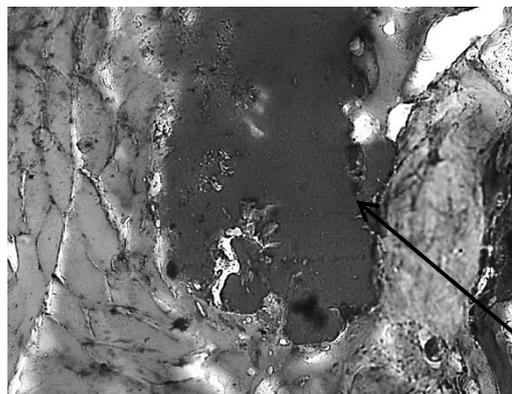


Рис. 2. Соевые гранулы в сырокопченой колбасе (об. 20x)

Соевые концентраты на гистологическом срезе идентифицируются как группы клеток с выраженной эозинофилией, отделенные друг от друга неокрашенными прослойками целлюлозы (рис. 3). Клетки могут быть ориентированы на гистологических срезах как в продольном, так и в поперечном направлениях относительно длинной оси клеток. При этом они имеют округлую или овально-цилиндрическую форму. В зависимости от первоначальной локализации в составе соевого боба клетки выявляемых частиц могут иметь большой

или меньший размер и несколько варьирующую форму. Клетки оболочки практически не содержат окрашиваемых в розовый цвет белковых компонентов, формируют плотные полупрозрачные структуры, напоминающие стопки монет, в которых различима только целлюлозная оболочка.

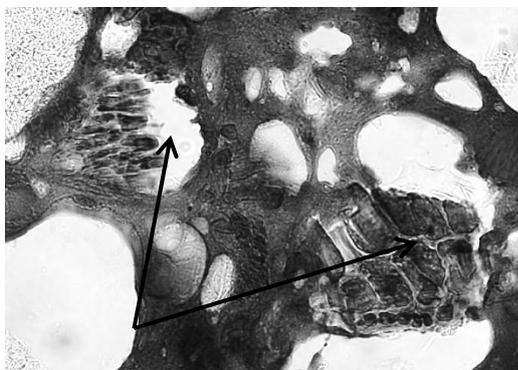


Рис. 3. Соевый концентрат в сосисках (об. 40х)

Клеточные комплексы соевого концентрата сохраняют свою специфическую структуру после всех технологических воздействий, используемых при выработке мясного продукта. Вследствие этого его обнаружение в продукте возможно без затруднений.

Все образцы текстурированных соевых белковых продуктов имеют пористую структуру с различными типами пор разнообразной формы и размеров. При микроскопическом изучении гистологических препаратов текстурированных соевых белковых продуктов было выявлено три основных компонента: слоистые белковые структуры, составляющие его основную часть и определяющие пищевую и технологическую ценность этого компонента; заполняющая пространство между слоями фибриллярного компонента зернистая составляющая; комплекс растительных клеток оболочки соевого боба, содержащих значительное количество целлюлозы. Фибриллярные слоистые белковые структуры и зернистый компонент окрашиваются гематоксилином и эозином в розовый цвет с фиолетовым оттенком различной интенсивности (рис. 4). В то же время комплексы чаще всего параллельных друг другу узких цилиндрических клеток остаются при этом практически не окрашенными вследствие целлюлозной природы (рис. 5).

Установлено, что соевые текстураты сохраняют свои микроструктурные характеристики после любых видов термической обработки, однако при 100 °С в структуре изменяется плотность расположения белковых волокон, что делает ее более рыхлой.

В ходе гистологических исследований установлено, что в составе муки соевых бобов частицы белкового продукта широко отличаются по размеру, форме и количеству составляющих их клеток. Они могут включать до нескольких десятков клеток, как однотипных, так и с различным морфологическим строением. Среди них можно выделить округлые и овально-цилиндрические клетки. Сами клеточные комплексы имеют более крупный раз-

мер с неправильной формой по сравнению с частицами соевого концентрата. В составе муки присутствуют не окрашиваемые обычными гистологическими приемами целлюлозные комплексы игольчатого или волокнистого характера, относящиеся к оболочке соевого боба.

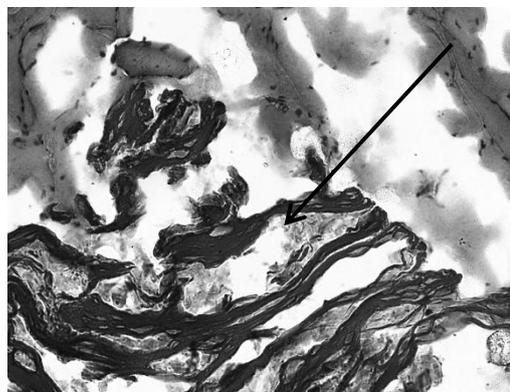


Рис. 4. Текстурированный соевый белок в пельменях. Слоистые белковые структуры (об. 20х)



Рис. 5. Текстурированный соевый белок в пельменях. Комплекс клеток оболочки соевого боба (об. 40х)

Собранные сведения о морфологических особенностях соевых белковых компонентов, а также их изменениях в ходе технологических воздействий позволяют проводить их выявление и идентификацию в составе мясного сырья и готовых продуктов. Дополнительное использование компьютерных систем анализа изображения дает возможность получать объективные измерения линейных, плоскостных и объемных параметров частиц компонентов и определять их содержание в объемных процентах [9].

Возможности количественной оценки содержания соевых продуктов ограничиваются тем, что все получаемые гистологическим анализом морфометрические данные выражаются в *объемных процентах*, что отличается от *массовых процентов*, обусловленных технологическими требованиями и рецептурным составом. Следует также отметить, что представляемый в объемных процентах количественный результат будет несколько изменяться в зависимости от степени гидратации препарата белка и, соответственно, увеличения размеров ви-

димой частицы. Иными словами, увеличение связывания белком влаги и соответствующее увеличение размера частиц может приводить к некоторому завышению количества при определении содержания соевых белковых продуктов методом морфометрического микроструктурного анализа.

Выявление соевых белковых продуктов, дифференциация по технологическим вариантам и определение характеристик их качества могут осуществляться на базе разработанного ГОСТ 31474-2012 «Мясо и мясные продукты. Гистологический метод определения растительных белковых доба-

вок». Данный стандарт позволяет идентифицировать соевые компоненты в соответствии с их микроструктурными особенностями в любых видах мясного сырья, полуфабрикатов и готовых продуктов [10].

Таким образом, применяя методы гистологического исследования, можно эффективно контролировать такую важную характеристику качества полуфабрикатов и готовой продукции, как состав использованного при их выработке сырья и разных технологических добавок не только животного, но и растительного происхождения.

Список литературы

1. Использование нетрадиционных источников белка растительного происхождения / Л.Д. Ерашова [и др.] // Пищевая промышленность. – 2009. – № 10. – С. 14–15.
2. Сидоренко, Т.А. Экструзионная технология пищевых текстуратов / Т.А. Сидоренко // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2008. – № 2. – С. 563.
3. Меренкова, С.П. Практические аспекты использования растительных белковых добавок в технологии мясных продуктов / С.П. Меренкова, Т.В. Савостина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2014. – Т. 2. – № 1. – С. 23–29.
4. Хвыля, С.И. Фальсификация состава сырья копченых колбас / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина, Е.А. Алексеева // Мясная индустрия. – 2013. – № 4. – С. 28–31.
5. Хвыля, С.И. Разработка национальных стандартов на гистологические методы исследования мясных продуктов / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина, С.С. Бурлакова // Мясная индустрия. – 2010. – № 3. – С. 32–35.
6. Хвыля, С.И. Контроль качества мяса: гистологические методы / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина // Контроль качества продукции. – 2013. – № 10 – С. 30–34.
7. Хвыля, С.И. Микроструктурные особенности растительных белковых продуктов для мясной промышленности / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина // Все о мясе. – 2011. – № 2. – С. 10–14.
8. Хвыля, С.И. Особенности микроструктуры соевых белковых продуктов, применяемых в мясной промышленности / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина, С.С. Бурлакова // Пищевая промышленность. – 2010. – № 10. – С. 54–55.
9. Randulova, Z. Determination of soya protein in model meat products using image analysis / Z. Randulova, B. Tremlova, Z. Rezacova-Lukaskova, M. Pospiech, I. Straka // Czech Journal of Food Sciences. – 2011. – Vol. 29. – Is. 4. – P. 318–321.
10. Хвыля, С.И. Стандартизованные гистологические методы оценки качества мяса и мясных продуктов / С.И. Хвыля, В.А. Пчелкина, С.С. Бурлакова // Все о мясе. – 2011. – № 6. – С. 32–35.

PRACTICAL ASPECTS OF APPLICATION OF GOST 31474-2012 «MEAT AND MEAT PRODUCTS. HISTOLOGICAL METHOD OF PLANT PROTEIN ADDITIVE IDENTIFICATION»

V.A. Pchelkina*, S.I. Khvilya

*The Gorbatov's All-Russian Meat Research Institute (VNIIMP),
26, Talalikhina str., Moscow, 109316, Russia*

**e-mail: gistolab@vniimp.ru*

Received: 23.04.2015

Accepted: 30.06.2015

Derivatives of soybeans with different technological preparation of these plant raw materials (isolated soy protein, concentrates, textured soy protein products) are often used in Russia and abroad while producing meat products. The use of soy protein in the composition of meat products is not always reflected by manufacturers on the label or in the accompanying documentation. Thus, an important task is to determine the actual composition of the finished product and to identify all components. The paper presents the research data on histological features of soy protein products used in the meat industry. It has been found that each type of soy protein component has its own distinctive histological characteristics that reliably identify it as a part of meat raw materials and finished products. The result of the research is the developed GOST 31474-2012 “Meat and meat products. Histological method of plant protein additive identification”, which enables to identify soy protein products in accordance with their microstructural features in all types of meat raw materials, semi-finished and finished products.

Meat, meat products, soy proteins, identification methods, histological analysis

References

1. Erashova L.D., Pavlova G.N., Ermolenko R.S., Artjuh L.V., Grom L.L. Ispol'zovanie netradicionnykh istochnikov belka rastitel'nogo proishozhdenija [The use of non-conventional sources of plant protein]. *Pishhevaja promyshlennost'* [Food Industry], 2009, no. 10, pp. 14–15.
2. Sidorenko T.A. Ekstruzionnaia tekhnologija pishchevykh teksturats [Extrusion technology of food texturates]. *Pishheva-ja i pererabatyvajushhaja promyshlennost'. Referativnyj zhurnal* [Food and Processing Industry. Ref. Journal], 2008, no. 2, pp. 563.
3. Merenkova S.P., Savostina T.V. Prakticheskie aspekty ispol'zovaniia rastitel'nykh belkovykh dobavok v tekhnologii mi-asnykh produktov [Practical aspects of using plant protein supplements in meat product technology]. *Vestnik JuUrGU. Serija «Pish-hevye i biotekhnologii»* [Bulletin of South Ural State University, Series “Food and Biotechnology”], 2014, vol. 2, no. 1, pp. 23–29.
4. Khvilya S.I., Pchelkina V.A., Alekseeva E.A. Fal'sifikacija sostava syr'ja kopchenyh kolbas [Falsification of raw material composition of smoked sausages]. *Mjasnaja industrija* [Meat Industry], 2013, no. 4, pp. 28–31.
5. Khvilya S.I., Pchelkina V.A., Burlakova S.S. Razrabotka nacional'nykh standartov na gistologicheskie metody issledovaniia mjasnykh produktov [The development of national standards for histological methods of meat products research]. *Mjasnaja industrija* [Meat Industry], 2010, no. 3, pp. 32–35.
6. Khvilya S.I., Pchelkina V.A. Kontrol' kachestva mjasna: gistologicheskie metody [Meat quality control: histological meth-ods]. *Kontrol' kachestva produktsii* [Production Quality Control], 2013, no. 10, pp. 30–34.
7. Khvilya S.I., Pchelkina V.A. Mikrostrukturnye osobennosti rastitel'nykh belkovykh produktov dlja mjasnoj promyshlennosti [Microstructural features of plant proteins for meat industry]. *Vse o miasе* [All About Meat], 2011, no. 2, pp. 10–14.
8. Khvilya S.I., Pchelkina V.A., Burlakova S.S. Osobennosti mikrostruktury soevykh belkovykh produktov, primenjaemykh v mjasnoj promyshlennosti [Microstructural features of soy proteins used in meat industry]. *Pishhevaja promyshlennost'* [Food Indus-try], 2010, no. 10, pp. 54–55.
9. Randulova Z., Tremlova B., Rezacova-Lukaskova Z., Pospiech M., Straka I. Determination of soya protein in model meat products using image analysis. *Czech Journal of Food Sciences*, 2011, vol. 29, iss. 4, pp. 318–321.
10. Khvilya S.I., Pchelkina V.A., Burlakova S.S. Standartizovannye gistologicheskie metody otsenki kachestva miasa i mi-asnykh produktov [Standardized histological methods for evaluating quality of meat and meat products]. *Vse o miasе* [All About Meat], 2011, no. 6, pp. 32–35.

Дополнительная информация / Additional Information

Пчелкина, В.А. Практические аспекты применения ГОСТ 31474-2012 «Мясо и мясные продукты. Гисто-логический метод определения растительных белковых добавок» / В.А. Пчелкина, С.И. Хвилья // Техника и тех-нология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 50-54.

Pchelkina V.A., Khvilya S.I. Practical aspects of application of GOST 31474-2012 “Meat and meat products. Histological method of plant protein additive identification”. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 50-54 (In Russ.).

Пчелкина Виктория Александровна

канд. техн. наук, старший научный сотрудник Экспери-ментальной клиники-лаборатории биологически актив-ных веществ животного происхождения, ФГБНУ «Все-российский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова», 109316, Россия, г. Москва, ул. Талалихина, 26, тел.: +7 (495) 676-92-31, e-mail: gistolab@vniimp.ru

Хвилья Сергей Игоревич

д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ин-ститут мясной промышленности им. В.М. Горбатова», 109316, Россия, г. Москва, ул. Талалихина, 26, тел.: +7 (495) 676-92-31, e-mail: gistolab@vniimp.ru

Viktoriiia A. Pchelkina

Cand. Tech. Sci., Senior Research Assistant of Experimental Clinic - Laboratory of Biologically Active Substances of an Animal Origin, Gorbatov's All-Russian Meat Research Institute (VNIIMP), 26, Talalikhina str., 109316, Moscow, phone: +7 (495) 676-92-31, e-mail: gistolab@vniimp.ru

Sergey I. Khvilya

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Chief Research Assistant, Gorba-tov's All-Russian Meat Research Institute (VNIIMP), 26, Talalikhina str., 109316, Moscow, phone: +7 (495) 676-92-31, e-mail: gistolab@vniimp.ru



ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ КОЛБАС

А.А. Соловьева

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

e-mail: pbio@yu.ru

Дата поступления в редакцию: 29.04.2015

Дата принятия в печать: 30.06.2015

Тенденцией настоящего времени является создание функциональных продуктов питания с целью улучшения здоровья потребителя. Чаще всего в этой роли выступают продукты, в состав которых входят живые микроорганизмы, стартовые бактериальные культуры. Важным свойством стартовых бактериальных культур является антагонизм – подавление роста микроорганизмов, которые вызывают порчу продукта и замедляют процесс ферментации мясного сырья. Целью работы является исследование безопасности сырокопченых колбас, изготовленных с применением стартовых бактериальных культур, а также установление срока хранения данных колбас при различных условиях. Микробиологические показатели безопасности определялись согласно требованию ТР ТС 021/2011. Срок хранения устанавливается в зависимости от присутствия в продукте бактерий группы *Escherichia coli*, а также изменений органолептических характеристик. По результатам работы можно сделать вывод, что внесение стартовых бактериальных культур способствует увеличению срока хранения ферментированных колбас по сравнению с контрольным образцом в среднем на 30 суток. Показатели безопасности в готовой продукции соответствуют установленным требованиям.

Микроорганизмы, ферментированные колбасы, органолептические показатели, безопасность

Введение

В связи с ухудшением экологической обстановки, возрастанием стрессовых воздействий на человека и другими неблагоприятными факторами особое значение в настоящее время приобретает проблема повышения качества, безопасности и лечебно-профилактических свойств мясных продуктов [8, 11].

Актуальность обеспечения человека безопасными пищевыми продуктами в настоящее время обусловлена рядом причин: постоянно расширяющимся ассортиментом продуктов, созданием новых технологий их производства, использованием пищевых добавок, повсеместным загрязнением окружающей среды, резким ослаблением государственного контроля за производством и реализацией продуктов питания [1, 3].

В последнее время возрос интерес к использованию стартовых бактериальных культур для ускорения процесса производства и защиты от порчи пищевых продуктов [2, 4, 6, 17, 18]. Потребитель заинтересован в том, чтобы в производстве продуктов питания не использовались химические загрязнители и жесткая термообработка продуктов с целью сохранения их качества [5, 7]. Возникает необходимость в разработке технологий производства продуктов, обеспечивающих высокое качество и безопасность продуктов питания.

Одним из путей решения поставленной задачи является применение биотехнологических способов изготовления мясных продуктов, среди которых наиболее перспективным представляется использование микроорганизмов, комплексное воздействие ферментных систем, которые оказывают

направленное положительное влияние на свойства мясного сырья и готовой продукции [3, 4, 15].

Одним из важнейших эффектов от применения стартовых бактериальных культур является продление срока годности мясных продуктов. Штаммы, применяемые для мясной промышленности, могут оказывать существенное влияние на продолжительность срока хранения и качество ферментированных продуктов питания путем подавления нежелательной микрофлоры. Селективное воздействие на микрофлору, подавление развития патогенных и условно-патогенных микроорганизмов происходит за счет выделения антибактериальных веществ, таких как органические кислоты, диоксид углерода, пероксид водорода, а также бактериоцины [14, 16–19, 23].

Ферментированные колбасы по сравнению с традиционными мясoproдуктами имеют высокую пищевую ценность, они содержат все необходимые для организма человека питательные вещества, которые в процессе производства остаются неизменными, не подвергаясь воздействию термической обработки [22, 24].

Целью данной работы является оценка безопасности ферментированных колбас в процессе созревания и хранения.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являются образцы ферментированных колбас, изготовленные из говядины, свинины и мяса птицы, обработанные концентратом трехштаммовой культуры: штамм *Lactobacillus curvatus*, штамм *Staphylococcus carnosus*, штамм *Pediococcus pentosaceus* в соотношении 1:1:1.

Концентрат трехштаммовой культуры представляет собой комбинацию из нитритовосстанавливающих, каталазоположительных, вкусообразующих стафилококков и гомоферментативных лактобацилл и педиококков, а также вкусообразующих дрожжей в сухом виде.

Кроме того, микроорганизмы, входящие в состав концентрата, расщепляют углеводы с образованием молочной кислоты, что приводит к снижению значения pH, торможению роста нежелательной микрофлоры в самом начале процесса созревания, обеспечивают хорошую стабильность цвета и существенную устойчивость к окислению жира при хранении готового продукта [9, 12].

Концентрат вносят на стадии фаршесоставления в сухом виде без предварительной подготовки (регидратации) в начале куттерования, в количестве 0,015 % от массы фарша, затем проводят наполнение оболочки фаршем, осадку, термообработку и сушку.

Оптимальную дозу вносимой бактериальной смеси устанавливали по изменению величины pH. Динамика изменения активной кислотности в мясном фарше при добавлении различных доз стартовых культур представлена на рис. 1. Для этого в модельные фарши вносили 0,01 %, 0,015 %, 0,02 % от массы фарша.

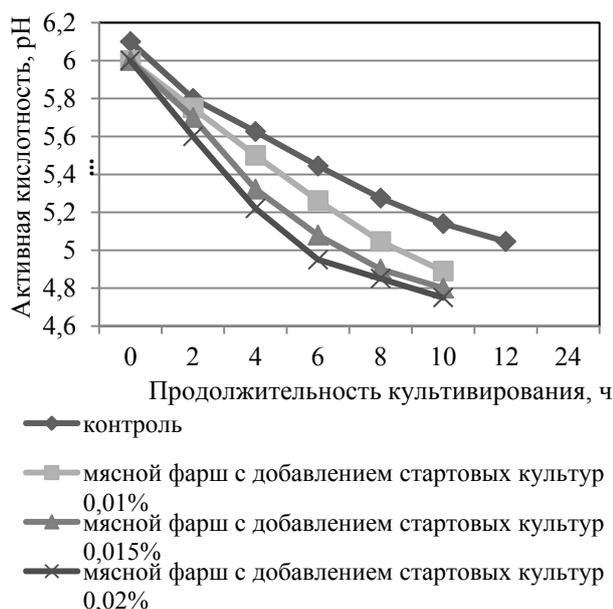


Рис. 1. Динамика изменения активной кислотности в мясном фарше

Данные изменения активной кислотности в мясном фарше при посоле, представленные на рис. 1, показывают, что во всех образцах происходит снижение pH, но в образцах с добавлением 0,02 % стартовых культур снижение величины pH происходит интенсивнее и достигает значения 4,85 через 8 ч, а при введении 0,015 % оптимум pH достигается через 10 ч, тогда как в контрольном образце — через 24 ч. Исходя из вышеизложенного при внесении 0,015 и 0,02 % через 8–10 ч pH сдвигается

до значения 4,8. Таким образом, оптимальной определена доза 0,015 % на 100 кг сырья.

Следует отметить, что значение активной кислотности 4,8 является оптимальным для производства сырокопченых колбас, так как при данном значении обеспечивается минимальная влагосвязывающая способность мясного фарша.

В качестве контрольного образца принята сырокопченая колбаса, изготовленная по выбранной рецептуре без применения стартовой культуры.

Показатели безопасности определяли в соответствии с требованиями технического регламента Таможенного союза (ТР ТС) 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Экспериментальные исследования выполняли в микробиологической лаборатории кафедры «Прикладная биотехнология» ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет).

Программа испытаний опытных образцов ферментированных колбас содержала следующий перечень контролируемых показателей:

- санитарно-микробиологические (обязательные микробиологические показатели безопасности, предусмотренные ТР ТС 021/2011);
- органолептические показатели.

Оценку эффективности влияния концентрата трехштаммовой культуры на органолептические характеристики готовых ферментативных колбас проводили по 5-балльной системе (после получения положительных результатов лабораторных испытаний физико-химических и микробиологических показателей) путем одновременного представления кодированных образцов исследуемого продукта на 15, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210-е сутки. Оценивали внешний вид, консистенцию, цвет, вкус и запах.

Для обеспечения статистической обоснованности результатов число независимых участников дегустации, не осведомленных о кодах образцов, составляло 7 человек.

Результаты исследований и их обсуждение

Сырое мясо, кроме полезных, содержит различного вида технически вредные бактерии группы *E. coli*, *B. proteus*, *Salmonella*, *Cl. botulium* и др.

Известно, что процесс созревания сырокопченых изделий базируется на жизнедеятельности молочнокислых бактерий, которые постепенно становятся доминирующими, подавляя развитие нежелательной микрофлоры.

Но не всегда удается процесс созревания сырокопченых продуктов направить в нужное русло, в результате происходит микробиальная порча фарша [21]. В фарше колбас развитие культур концентрата и патогенных микроорганизмов происходит одновременно и при непосредственном контакте бактериальных клеток. При самопроизвольной трансформации микрофлоры процесс осадки при изготовлении сырокопченых колбас достаточно длительный, что приводит к тому, что посторонняя микрофлора успевает заметно развиваться. Продукты

ее жизнедеятельности сказываются на аромате и вкусе изделий, придавая им затхлость [10, 20].

Микробиологическая стабильность сырокопченых колбас достигается в процессе их производства путем последовательного воздействия целого ряда

барьерных факторов, к которым относится температура, pH и наличие стартовых культур. Изменение количества жизнеспособных клеток при производстве сырокопченых колбас представлено на рис. 2.

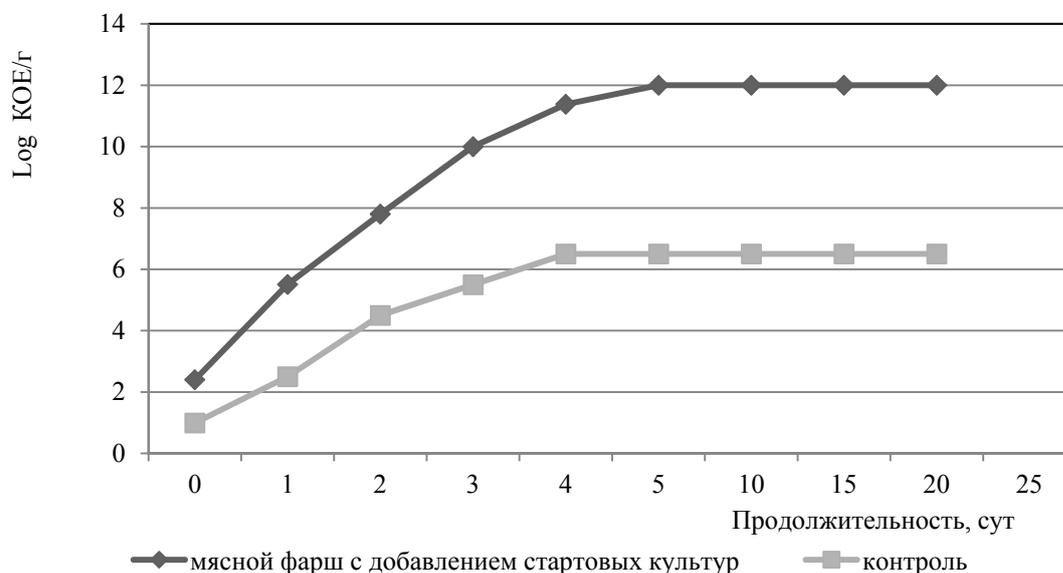


Рис. 2. Изменение количества жизнеспособных клеток при производстве сырокопченых колбас

Как видно из рис. 2, количество жизнеспособных клеток микроорганизмов к концу созревания на 3-и сутки составляет 10^{10} – 10^{12} КОЕ/г и в процессе копчения и сушки остается на этом же уровне до конца производственного цикла сырокопченых колбас.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о высокой выживаемости микроорганизмов, входящих в состав стартовых культур, метаболизм которых обеспечивает микробиологическую безопасность при производстве сырокопченых колбас.

В связи с этим в дальнейших исследованиях изу-

чено влияние развития стартовых культур концентрата на весь перечень санитарно-микробиологических показателей по ТР ТС 021/2011 в процессе осадки и сушки, то есть когда происходит созревание колбас [13].

Осадка проводилась при температуре (5 ± 1) °С в течение 24 ч, сушка – сначала при температуре (15 ± 2) °С и относительной влажности воздуха (80 ± 3) % в течение 5 суток, затем при температуре (12 ± 2) °С и относительной влажности воздуха (75 ± 3) % до достижения стандартной влажности. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Микробиологические показатели ферментированных колбас

| Показатели | Значения показателей | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | регламентируемые ТР ТС 021/2011 | определенные в процессе производства | | | |
| | | Контроль | | Опытный образец | |
| | | по окончании осадки | по окончании сушки | по окончании осадки | по окончании сушки |
| БГКП (колиформы) | Не допускаются в 0,1 г | Обнаружено | - | Не обнаружено | |
| Сульфитредуцирующие клостридии | Не допускаются в 0,01 г | Не обнаружено | | Не обнаружено | |
| <i>S. aureus</i> | Не допускаются в 1,0 г | Не обнаружено | | Не обнаружено | |
| Патогенные, в том числе сальмонеллы | Не допускаются в 25 г | Не обнаружено | | Не обнаружено | |

Таким образом, развитие микрофлоры концентрата препятствует росту бактерий группы кишечной палочки на самых ранних стадиях производства ферментированных колбас и повышает санитарно-микробиологические показатели готового продукта.

При установлении сроков годности ферментированных колбас руководствовались требованиями МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая

оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов».

Хранение сырокопченых колбас проводилось при относительной влажности воздуха 80–85 % и различных температурах, °С: (12±2), (0±2), (-6±2), (-10±2).

Микробиологические показатели колбас, определенные в процессе хранения, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты микробиологических исследований

| Наименование образца | Условия хранения | Микробиологические показатели, регламентируемые по ТР ТС 021/2011 | Срок хранения, суток | | | | | | | |
|----------------------|------------------------|---|----------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | | | 15 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 |
| Контроль | (12±2) °С, 80–85 % | БГКП (колиформы) | НО | НО | НО | О | | | | |
| Опытный образец | | | НО | НО | НО | НО | НО | О | | |
| Контроль | (0±2) °С, 80–85 % | БГКП (колиформы) | НО | НО | НО | НО | НО | О | | |
| Опытный образец | | | НО | НО | НО | НО | НО | НО | О | |
| Контроль | (-6±2) °С, 80–85 % | БГКП (колиформы) | НО | НО | НО | НО | НО | НО | О | |
| Опытный образец | | | НО | НО | НО | НО | НО | НО | НО | О |
| Контроль | (-10±2) °С, 80–85 % | БГКП (колиформы) | НО | НО | НО | НО | НО | НО | НО | О |
| Опытный образец | | | НО | НО | НО | НО | НО | НО | НО | НО |

Примечание. НО – не обнаружено, О – обнаружено.

Органолептические показатели относятся к неизмеримым, значения которых нельзя выразить в физических размерных шкалах. Характеристике вкуса, запаха, консистенции и других органолептических признаков приводят в качественных описаниях, поэтому в методологии сенсорного анализа наиболее важными являются описательные методы.

Органолептические показатели ферментированных колбас в процессе хранения определяли в каждом температурном диапазоне:

- в процессе хранения при температуре от (12±2) °С на 120 и 150-й день испытаний внешний вид, консистенция контроля и опытного образца не отличались друг от друга, поверхность сухая, без повреждений оболочки, консистенция упругая, но на 90-е сутки в контрольном образце был превышен фон БГКП, поэтому в дальнейшем органолептической оценке подвергались образцы со стартовыми культурами, на 150-й день испытаний вкус и запах у образцов был кисловатый, прогорклый по сравнению с показателями на 120-й день;

- в процессе хранения при температуре от (0±2) °С средний балл на различных этапах исследований контрольного и опытного образцов составил соответственно: 15-й день – 4,7 и 4,83; 90-й день – 3,83 и 4,75; 120-й день – 3,60 и 4,7; 150 и 180-й дни органолептической оценке подвергались образцы со стартовыми культурами, средний балл составил 4,65 и 4,0 соответственно;

- средний балл на различных этапах опытного образца, хранившегося при температуре (-6±2) °С,

составил: 15-й день – 4,96; 90-й день – 4,83; 120-й день – 4,60; 180-й день – 4,39; 210-й день – 3,88;

- нами изучена возможность длительного хранения продукции в холодильных камерах при температуре (-10±2) °С. Средний балл органолептической оценки на конечном этапе контрольного образца составил 3,7, опытного – 4,6 балла.

На основании результатов проведенных органолептических и микробиологических исследований в табл. 3 представлены рекомендуемые сроки хранения и условия хранения ферментированных колбас.

Таблица 3

Сроки хранения и условия хранения

| Условия хранения, °С | Сроки хранения, мес. |
|----------------------|----------------------|
| 12±2 | 4 |
| 0±2 | 5 |
| -6±2 | 6 |
| -10±2 | 9 |

Выводы

По микробиологическим показателям безопасности ферментированные колбасы соответствуют требованию ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

По органолептическим показателям ферментированные колбасы имели упругую консистенцию, запах и вкус, свойственный данному виду продукта, равномерно перемешанный фарш от розового до

красного цвета, без серых пятен и пустот на разрезе.

Сравнительная оценка новых видов ферментированных колбас по показателям качества в процессе хранения позволила сделать заключение о том, что внесение концентрата трехштаммовой культуры (штамм *Lactobacillus curvatus*, штамм *Staphylococcus carnosus*, штамм *Pediococcus*

pentosaceus) в соотношении 1:1:1 способствовало сохранению стабильности качественных характеристик продукта.

Использование бактериальных препаратов (стартовых культур) в технологии ферментированных мясосодержащих продуктов позволяет улучшить микробиологические показатели готовой продукции, увеличить срок хранения колбас.

Список литературы

1. Применение физико-химических методов исследований в лабораториях Челябинской области / А.М. Белокаменская [и др.] // Молодой ученый. – 2013. – № 4. – С. 48–53.
2. Зинина, О.В. Биотехнологическая обработка мясного сырья / О.В. Зинина, М.Б. Ребезов, А.А. Соловьева. – Великий Новгород: Новгородский технопарк, 2013. – 272 с.
3. Машенцева, Н.Г. Функциональные стартовые культуры в мясной промышленности / Н.Г. Машенцева, В.В. Хорольский. – М.: ДеЛи Принт, 2008. – 336 с.
4. Нестеренко, А.А. Применение стартовых культур в технологии сырокопченых колбас / А.А. Нестеренко, К.В. Акопян // Молодой ученый. – 2014. – № 8. – С. 216–219.
5. Онищенко, Г.Г. Новые аспекты оценки безопасности и контаминации пищи антибиотиками тетрациклинового ряда в свете гармонизации гигиенических нормативов санитарного законодательства России и Таможенного союза с международными стандартами / Г.Г. Онищенко, С.А. Шевелева, С.А. Хотимченко // Вопросы питания. – 2012. – № 5. – С. 4–12.
6. Зарубежный опыт применения стартовых культур при производстве колбас / Ю.А. Полтавская [и др.] // Молодой ученый. – 2014. – № 10 (69). – С. 192–194.
7. Изучение пищевого поведения потребителей (на примере г. Челябинска) / М.Б. Ребезов [и др.] // Вопросы питания. – 2011. – № 6. – С. 23.
8. Контроль качества результатов исследований продовольственного сырья и пищевых продуктов на содержание свинца / М.Б. Ребезов [и др.] // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2012. – Т. 2. – № 1. – С. 157–162.
9. Оценка методов инверсионной вольтамперометрии, атомно-абсорбционного и фотометрического анализа токсичных элементов в продовольственном сырье и пищевых продуктах / М.Б. Ребезов [и др.]. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. – 127 с.
10. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов // М.Б. Ребезов, Е.П. Мирошникова, О.В. Богатова [и др.]. – Челябинск: ЮУрГУ, 2011. – Ч. 2. – 133 с.
11. Экология и питание. Проблемы и пути решения / М.Б. Ребезов [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8-2. – С. 393–396.
12. Влияние стартовых культур на изменения pH в процессе посола / А.А. Соловьева [и др.] // Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана: современное состояние и перспективы развития: материалы междунар. науч.-практ. конф., 31 мая 2013 г. – Семей: Шәкәрімәтінд. Семей мемлекеттік университеті, 2013. – С. 137–139.
13. Соловьева, А.А. Изучение влияния стартовых культур на функционально-технологические свойства и микробиологическую безопасность модельных фаршей / А.А. Соловьева, М.Б. Ребезов, О.В. Зинина // Актуальная биотехнология. – 2013. – № 2 (5). – С. 18–22.
14. Соловьева, А.А. Инновационные биотехнологии производства сырокопченых колбас из мяса птицы / А.А. Соловьева // Актуальные проблемы качества и конкурентоспособности товаров и услуг: материалы I междунар. науч.-практ. конф. – Набережные Челны: НГТТИ, 2013. – С. 261–265.
15. Современное состояние и перспективы использования стартовых культур в мясной промышленности / А.А. Соловьева [и др.] // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2013. – Т. 10. – № 1. – С. 84–88.
16. Влияние молочнокислых микроорганизмов и дрожжей на продукцию энтеротоксинов стафилококков / Ф.С. Флуер [и др.] // Вопросы питания. – 2011. – № 5. – С. 55.
17. Adams, M.R. Review of the sensitivity of different foodborne pathogens to fermentation / M.R. Adams, L. Nicolaidis // Food Control. 2008. № 8. P. 227–239.
18. Caplice E. Food fermentation: role of microorganisms in food production and preservation / E. Caplice, G.F. Fitzgerald // Int. J. Food Microbiol. 1999. Vol. 50. № 1. P. 131–149.
19. Grazia L., Rainieri S., Zambonelli C., Chiavari C. AzionediLactobacillioedeterofermentativisull, ammuffimento-deisalami // Ind. Alim. (Ital). 1998. 37, № 372. P. 852–855.
20. Knauф H. Wissenswertsuberstarterkulturen fur die fleischwarenherstellung // Fleischwirtschaft. 1998. 78. № 4 P.312–314, 343.
21. Maragkoudakis P.A., Mountzouris K.C., Psyrras D., Cremonese S., Fischer J., Cantor M.D., Tsakalidou E. Functional properties of novel protective lactic acid bacteria and application in raw chicken meat against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enteritidis*. International Journal of Food Microbiology 2009;130:219–226.
22. Menegas L.Z. Dry-fermented chicken sausage produced with inulin and corn oil: Physicochemical, microbiological, and textural characteristics and acceptability during storage/ Léia Zenaide Menegas, Tatiana Colombo Pimentel, Sandra Garcia, Sandra Helena Prudencio // Meat Science. 93 (2013). P. 501–506.
23. Talon R. Diversity and safety hazards of bacteria involved in meat fermentations / R. Talon, S. Leroy // Meat Sci. 89(3). 303–9.
24. Vasilev Dragan. Some quality parameters of functional fermented, cooked and liver sausages / Tehnologija mesa. 52 (2011) 1, 141–153.

ASSESSMENT OF FERMENTED SAUSAGE SAFETY**A.A. Solovyova**South Ural State University (National Research University),
76, Lenin prospekt, Chelyabinsk, 454080, Russia

e-mail: pbio@ya.ru

Received: 29.04.2015

Accepted: 30.06.2015

The current trend is to create functional foods to improve the health of consumers. More often, these are products, which contain live microorganisms or bacterial starter cultures. An important property of bacterial starter cultures is the antagonism, i.e. suppression of microorganism growth that cause spoilage of the product and slow down the process of fermentation of raw meat. The aim of this study is to investigate the safety of fermented sausages manufactured with the use of bacterial starter cultures, as well as to establish the shelf life of these sausages under different conditions. Microbiological safety indices were determined according to the requirement of TR CU 021/2011. Shelf life was determined depending on the presence of *Escherichia coli* bacteria group in the product, as well as on changes in organoleptic characteristics. The results of the study show that the introduction of starter bacterial cultures increases the storage life of fermented sausages as compared with the control sample, on average 30 days. The safety indices in the finished products meet the requirements established.

Microorganisms, fermented sausage, organoleptic characteristics, safety

References

1. Belokamenskaja A.M., Rebezov M.B., Mazaev A.N., Rebezov Ja.M., Zinina O.V. Primenenie fiziko-himicheskikh metodov issledovanij v laboratorijah cheljabinskoj oblasti [The application of physicochemical methods of research in the laboratories of the Chelyabinsk region]. *Molodoy uchenyj* [Young Scientist], 2013, no. 4, pp. 48–53.
2. Zinina O.V., Rebezov M.B., Solov'eva A.A. *Biotehnologicheskaja obrabotka mjasnogo syr'ja* [Biotechnological processing of meat raw materials]. Velikiy Novgorod, Novgorodskiy tehnopark, 2013, 272 p.
3. Mashenceva N.G., Horol'skiy V.V. *Funkcional'nye startovye kul'tury v mjasnoj promyshlennosti* [Starter cultures in meat industry]. Moscow, DeLee Print, 2008, 336p.
4. Nesterenko A. A., Akopjan K.V. Primenenie startovykh kul'tur v tehnologii syropkopynykh kolbas [The use of starter cultures in the technology of raw sausages]. *Molodoy uchenyj* [Young Scientist], 2014, no. 8, pp. 216–219.
5. Onishhenko G.G., Sheveleva S.A., Hotimchenko S.A. Novye aspekty ocenki bezopasnosti i kontaminatsii pishhi antibiotikami tetraciklinovogo rjada v svete garmonizatsii gigienicheskikh normativov sanitarnogo zakonodatel'stva Rossii i Tamozhennogo sojuza s mezhduнародnymi standartami [New aspects of the safety assessment and contamination of food tetracycline antibiotics in light of harmonization of sanitary regulations sanitary legislation of Russia and the Customs Union with international standards]. *Voprosy pitaniya* [Nutrition], 2012, no. 5, pp. 4–12.
6. Poltavskaja Yu.A., Rebezov M.B., Solov'eva A.A., Tarasova I.V., Zinina O.V. Zarubezhnyy opyt primeneniya startovykh kul'tur pri proizvodstve kolbas [Foreign experience of application of starter cultures in the production of sausages]. *Molodoy uchenyj* [Young Scientist], 2014, no. 10 (69). pp. 192–194.
7. Rebezov M.B., Naumova N.L., Lukin A.A., Al'hamova G.K., Hajrullin M.F. Izuchenie pishhevogo povedeniya potrebitel'ej (na primere g. Cheljabinska) [The study of feeding behavior of consumers (on the example of Chelyabinsk)]. *Voprosy pitaniya* [Nutrition], 2011, no. 6, p. 23.
8. Rebezov M.B., Belokamenskaja A.M., Zinina O.V., Naumova N.L., Maksimjuk N.N., Solov'eva A.A., Solnceva A.A. Kontrol' kachestva rezul'tatov issledovanij prodovol'stvennogo syr'ja i pishhevyykh produktov na sodержание svinca [Quality control of research results of food raw materials and food products for lead content]. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya i biotehnologiya* [Transactions of Higher Educational Institutions. Applied Chemistry and Biotechnology], 2012, vol. 2, no. 1. pp. 157–162.
9. Rebezov M.B., Belokamenskaja A.M., Zinina O.V., Maksimjuk N.N., Naumova N.L. *Ocenka metodov inversionnoy-vol'tamperometrii, atomno-absorbtsionnogo i fotometricheskogo analiza toksichnykh jelementov v prodovol'stvennom syr'e i pishhevyykh produktah* [Assessment methods of Stripping voltammetry, atomic absorption and photometric analysis of toxic elements in raw and processed food products]. Cheljabinsk, Publishing Center SUSU, 2012, 127 p.
10. Rebezov M.B., Miroshnikova E.P., Bogatova O.V., et al. *Fiziko-himicheskie i biohimicheskie osnovy proizvodstva mjasa i mjasnykh produktov* [Physico-chemical and biochemical basis of meat production and meat products]. Cheljabinsk, Publishing Center SUSU, 2011, Part 2, 133 p.
11. Rebezov M.B., Naumova N.L., Al'hamova G.K., Lukin A.A., Hajrullin M.F. Jekologiya i pitanie. Problemy i puti reshenija [Ecology and nutrition. Problems and solutions]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research], 2011, no. 8–2, pp. 393–396.
12. Solov'eva A.A., Rebezov M.B., Nurgazezova A.N., Dajrhanova K. Vlijanie startovykh kul'tur na izmeneniya rN v processe posola [The influence of starter cultures on the pH change in the process of Ambassador]. *Materialy mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. «Pishhevaja i pererabatyvajushhaja promyshlennost' Kazahstana: sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitija»* [Proc. of the Intern. Sci.-Practical. Conf. "Food and processing industry of Kazakhstan: current state and prospects of development"]. Semej, Shkərmatynd, 2013, pp. 137–139.
13. Solov'eva A.A., Rebezov M.B., Zinina O.V. Izuchenie vlijaniya startovykh kul'tur na funktsional'no-tehnologicheskie svoystva i mikrobiologicheskiju bezopasnost' model'nykh farshej [Study of the effect of starter cultures on the functional-technological properties and microbiological safety model stuffing]. *Aktual'naja biotehnologiya* [Current biotechnology], 2013, no. 2 (5), pp. 18–22.
14. Solov'eva A.A. Innovatsionnye biotehnologii proizvodstva syropkopynykh kolbas iz mjasa pticy [Innovative biotechnology production of smoked sausages from poultry meat]. *Materialy I mezhdunar.nauchn.-prakt. konf. «Aktual'nye problemy*

kachestva i konkurentosposobnosti tovarov i uslug [Proc. of the I Intern. Sci.-Practical. Conf. "Actual problems of quality and competitiveness of goods and services"]. Naberezhnye Chelny, NGTI, 2013, pp. 261–265.

15. Solov'eva A.A., Zinina O.V., Rebezov M.B., Lakeeva M.L. Sovremennoe sostojanie i perspektivy ispol'zovanija startovyh kul'tur v mjasnoj promyshlennosti [Current status and prospects for the use of starter cultures in meat industry]. *Sbornik nauchnyh trudov Sworld po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii* [Collection of scientific works Sworld on materials of the international scientific-practical conference], 2013, vol. 10, no. 1, pp. 84–88.

16. Fluer F.S., Gorin K.V., Borisenko E.G., Batishheva S.Ju. Vlijanie molochnokislyh mikroorganizmov i drozhzhej na produkciju jenterotoksinov stafilokokkov [The influence of lactic acid microorganisms and yeast on the production of enterotoxins of *Staphylococcus*]. *Voprosy pitaniya* [Nutrition], 2011, no. 5, pp. 55.

17. Adams M.R., Nicolaides L. Review of the sensitivity of different foodborne pathogens to fermentation. *Food Control*, 2008, no. 8, pp. 227–239.

18. Caplice E., Fitzgerald G.F. Food fermentation: role of microorganisms in food production and preservation. *Int. J. Food Microbiol.*, 1999, vol. 50, no. 1, pp. 131–149.

19. Grazia L., Rainieri S., Zambonelli C., Chiavari C. Azione di Lactobacilli omoed eterofermentativi sull'ammuffimento dei salami. *Ind. Alim. (Ital)*, 1998, vol. 37, no 372, pp. 852–855.

20. Knauf H. Wissenswerts uber starterkulturer fur die fleischwarrenherstellung. *Fleischwirtschaft*, 1998, vol. 78, no. 4, pp. 312–314, 343.

21. Maragkoudakis P.A., Mountzouris K.C., Psyrras D, Cremonese S, Fischer J, Cantor M.D., Tsakalidou E. Functional properties of novel protective lactic acid bacteria and application in raw chicken meat against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enteritidis*. *International Journal of Food Microbiology*, 2009, pp. 130; 219–226.

22. Menegas L.Z. Dry-fermented chicken sausage produced with inulin and corn oil: Physicochemical, microbiological, and textural characteristics and acceptability during storage. *Meat Science*, 2013, vol. 93, pp. 501–506.

23. Talon R., Leroy S. Diversity and safety hazards of bacteria involved in meat fermentations. *Meat Science*, vol. 89(3), pp. 303–309.

24. Vasilev Dragan. Some quality parameters of functional fermented, cooked and liver sausages. *Tehnologija mesa*, 2011, vol. 52, no. 1, pp. 141–153.

Дополнительная информация / Additional Information

Соловьева, А.А. Оценка безопасности ферментированных колбас / А.А. Соловьева // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 55–61.

Solovyova A.A. Assessment of fermented sausage safety. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 55–61 (In Russ.).

Соловьева Александра Анатольевна

аспирант кафедры прикладной биотехнологии Института экономики, торговли и технологий, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет), 454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, тел.: +7 (351) 267-99-65, e-mail: pbio@ya.ru

Aleksandra A. Solovyova

Postgraduate Student of the Department of Applied Biotechnologies, South Ural State University (Research University), Institute of Economics, Trade and Technologies, 76, Lenin prospekt, Chelyabinsk, 454080, Russia, phone: +7 (351) 267-99-65, e-mail: pbio@ya.ru



ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОКА ИЗ РОСТКОВ ПШЕНИЦЫ. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ

С.Ю. Солодников^{1,*}, Г.А. Люшина¹, О.В. Колесова¹, В.В. Маслова¹,
Ю.В. Андреева¹, А.А. Кузнецов²

¹ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»,
614990, Россия, Пермский край,
г. Пермь - ГСП, Комсомольский проспект, д. 29

²ООО «Сома»,
614068, Россия, Пермский край,
г. Пермь, Букирева, 12

*e-mail: s.u.solodnikov@rambler.ru

Дата поступления в редакцию: 24.04.2015

Дата принятия в печать: 30.06.2015

Сбалансированное питание является основой здорового образа жизни и важным фактором комплексного лечения заболеваний самой различной этиологии. Лечение таких заболеваний, как сахарный диабет, атеросклероз, гломерулонефрит, включает в себя необходимость соблюдения больным определенной сбалансированной диеты. В последние годы возрастает интерес к соку из ростков пшеницы как к компоненту лечебного питания. Разработана технология производства сока из ростков пшеницы с использованием гидропоники. Показана эффективность предпосевной ультразвуковой обработки семян пшеницы. При ультразвуковой обработке существенно повысилась эффективность производства, средняя длина ростков увеличилась на 35 %. Представлены результаты исследований биологической активности сока в моделях токсического гепатита и нефропатии при сахарном диабете второго типа. Изучена острая токсичность и антигипоксическая активность полученного по разработанной технологии сока. В модели токсического гепатита, индуцированного введением *per os* CCl_4 белым крысам линии CD, установлено, что сок из ростков пшеницы не обладает гепатопротекторной активностью. Показано, что при длительном употреблении сок уменьшает проницаемость сосудов клубочков почек белых крыс с экспериментально вызванным сахарным диабетом второго типа. Под действием сока из ростков пшеницы увеличивается средняя продолжительность жизни белых мышей линии CD в модели гипоксической гипоксии. Механизм антигипоксической активности не ясен и требует проведения дополнительного исследования. Изучена токсичность сока из ростков пшеницы. Результаты проведенного исследования позволяют рекомендовать сок из ростков пшеницы в качестве компонента здорового питания, а также в качестве составной части лечебного питания при различных заболеваниях, сопровождающихся гипоксией, дефицитом витаминов и микроэлементов.

Гидропоника, технология производства, сок ростков пшеницы, биологическая активность

Введение

В последние годы возрастает интерес к соку из ростков пшеницы как компоненту лечебного питания. Сок получают из ростков пшеницы высотой 10–12 см. Терапевтические свойства сока обусловлены его составом, в том числе высоким содержанием хлорофилла, каротина, витаминов (А, С и Е), биофлавоноидов, железа, минеральных веществ (кальция, калия, натрия, цинка, меди, алюминия и магния), серы, фосфора и 17 аминокислот, 8 из которых являются незаменимыми [1–6]. Сок из ростков пшеницы используется в комплексной терапии таких заболеваний, как талассемия, гемолитическая и хроническая анемия, артрит, тканевая гипоксия, заболевания пищеварительной системы, язвенный колит, атеросклероз, рак [1–8].

При изготовлении сока из ростков пшеницы в домашних условиях существует вероятность того, что семена пшеницы могут быть изначально обсеменены грибами и патогенными бактериями, являющимися причиной развития различных заболеваний. Во-вторых, в домашних условиях неправильное хранение семян может спровоцировать бактериальное заражение посевного материала. Кроме

того, чтобы получить сок в домашних условиях, необходимо большое количество зеленой биомассы, большая площадь для ее выращивания и существенные временные затраты на получение ростков, что является препятствием для изготовления сока в необходимых количествах с целью системного использования.

Поэтому целесообразным является изготовление сока из ростков пшеницы в производственных масштабах. В последнее время для проращивания семян все чаще применяется такой метод, как гидропоника. Гидропоника – это способ выращивания растений на искусственных средах без почвы. При выращивании гидропонным методом растение питается корнями не в почве, а в сильно аэрируемой водной среде.

Целью данной работы являлась разработка технологии производства сока из ростков пшеницы и оценка его биологической активности.

Объекты и методы исследования

Разработка технологии производства и изучение биологической активности полученного сока осуществлялись на базе Научно-образовательного цен-

тра прикладных химико-биологических исследований Пермского национального исследовательского политехнического университета. Практическая реализация разработанной технологии проводилась на базе ООО «СОМА» г. Пермь. Объектом исследования служили семена пшеницы сорта «Горноуральская яровая» и готовый сок из ростков пшеницы.

Оценка биологической активности сока из ростков пшеницы проводилась на мышах и крысах линии CD.

Биологическая активность сока была оценена в следующих моделях патологических состояний.

Исследование в модели токсического гепатита, вызванного внутрижелудочным введением CCl_4

Лабораторные животные (крысы) были разделены на четыре группы. Первая группа – контрольная – здоровые животные. Вторая группа – животные, которым после 18–20 ч голодания внутрижелудочно вводился 50 % раствор CCl_4 (х.ч., ЗАО «ЭКОС-1») на подсолнечном масле в дозе 5 мл/кг [9]. Третья группа – животные, которым на следующий день, после введения раствора CCl_4 , *per os* вводился гепатопротектор «Легалон» фирмы MADAUS, Германия, в дозе 3 мг/кг (терапевтическая доза). «Легалон» был выбран в качестве эталона сравнения, так как по литературным данным он обладает высокой гепатопротекторной активностью в модели токсического гепатита, вызванного введением CCl_4 [9]. Четвертая группа – животные, которых на следующий день, после введения раствора CCl_4 , поили соком из ростков пшеницы (15 мл концентрата сока из ростков пшеницы на 500 мл воды).

Состояние животных контролировалось в течение всего времени эксперимента – оценивались поведенческие реакции, состояние волосяного покрова, потребление пищи и воды. На 7-е сутки эксперимента выполняли биохимические исследования крови, на основании которых можно было сделать вывод о характере влияния исследуемых веществ на функциональную активность печени. Биохимический анализ крови проводился на приборе TECAN Infinite M1000 с использованием наборов реактивов фирмы «Ольвекс диагностика».

Влияние сока на функцию почек крыс, страдающих тяжелой формой сахарного диабета

Белым крысам с химически индуцированным стрептозотоцином диабетом второго типа (содержание глюкозы в крови > 20 ммоль/л, содержание глюкозы в моче > 56 ммоль/л) [10] в течение месяца заменяли воду на раствор сока из ростков пшеницы (15 мл концентрата сока из ростков пшеницы на 500 мл воды). Контрольная группа получала воду. Спустя месяц после начала эксперимента животных индивидуально рассаживали в метаболические клетки (TSE System) для сбора суточного количества мочи. Последний раз корм давали вечером за 12 ч до начала эксперимента, прием воды не ограничивали. Анализ мочи проводили на биохимическом анализаторе мочи LabUReader до и после проведения эксперимента.

Состояние животных контролировалось в течение всего времени эксперимента.

Антигипоксическая активность

Изучение антигипоксической активности проводили в соответствии с «Руководством по проведению доклинических исследований лекарственных средств» на мышах линии CD-1 [11]. Животных одинакового веса (разброс не более 4 г на группу) помещали поодиночке в герметически закрываемые банки объемом 200 см³. Оценка антигипоксической активности проводилась по интегральному показателю – летальность за определенное время наблюдения. В эксперименте использовали 20 самцов, массой 18–22 г, разделенных на 2 группы (контрольную и экспериментальную) – по 10 животных в каждой группе. Обе группы питались в соответствии со стандартной диетой, при этом мыши из экспериментальной группы на протяжении двух недель вместо воды получали раствор концентрата из ростков пшеницы (15 мл концентрата сока из ростков пшеницы на 500 мл воды), а животные из контрольной группы – воду в неограниченном количестве. Каждая мышь содержалась в индивидуальной клетке.

В ходе проведения эксперимента вели непрерывное наблюдение за состоянием животных: оценивали поведенческие реакции, состояние волосяного покрова, потребление пищи и воды.

По истечении двух недель мышей помещали в банку, плотно закрытую стеклянной крышкой и смазанную вазелином для создания герметичных условий. Продолжительность жизни фиксировали с помощью секундомера.

Острая токсичность

Изучение острой токсичности на лабораторных животных (мышях) проводили в соответствии с выбранной методикой [11]. Были задействованы 3 группы по 10 мышей двухмесячного возраста, обоих полов, массой 18–22 г. Концентрат сока из ростков пшеницы вводили однократно *per os* в трех различных дозах (0,3; 0,6 и 1,0 мл).

За состоянием животных проводили постоянное наблюдение в течение первых шести часов, затем оценивали через каждые три часа в течение первого дня эксперимента. В последующие 13 дней ежедневно оценивали общее состояние, внешний вид, поведенческие реакции, прием пищи и воды, ритм и частоту сердцебиения мышей.

Эксперименты на животных проводили в соответствии с утвержденным протоколом, с соблюдением правил гуманного обращения с животными. Статистическую обработку результатов эксперимента проводили с использованием программы GraphPad Prism 6, результаты считались достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Принципиальная схема производства сока из ростков пшеницы

В основу промышленной технологии производства сока из ростков пшеницы взят гидропонный способ выращивания семян с капельным поливом.

Принципиальная схема производства сока из ростков пшеницы представлена на рис. 1.

Разработанная технология производства сока из ростков пшеницы включает несколько этапов.

Первый этап – подготовка сырья, включающая прием сырья, взвешивание и мойку в моечных машинах, а также визуальный контроль и выбраковку дефектных зерен, контроль микробиологической чистоты, размещение промытых зерен в гидроротках.

Второй этап – проращивание зерна по гидропонной технологии. Лотки с пророщенными семенами устанавливаются на стеллажах в помещениях влажностью 85–100 %, температурой 24–26 °С. К каждому лотку подводится предварительно очищенная при помощи мембранных фильтров вода. Режим освещенности поддерживается автоматически (12 ч день / 12 ч ночь). По достижении ростками длины 10 см они срезаются и поступают на следующую стадию производства сока – отжим.

Третий этап – срезанные ростки промываются очищенной водой и с помощью шнековой соковыжималки получают сок.

Четвертый этап – розлив сока с помощью полуавтоматического дозатора Biochit в потребительскую упаковку. В готовом продукте проводится определение качественных и количественных показателей. Определяется количество белков, жиров и углеводов, наличие пестицидов и солей тяжелых металлов. Проводится контроль микробиологической чистоты.

Пятый этап – консервация полученного продукта. Осуществляется методом шоковой заморозки, температура заморозки –56 °С. Хранение готового продукта осуществляется в морозильной камере при температуре –27 °С.

Третий и четвертый этапы производственного цикла проводят в асептических условиях. Образующийся на третьем этапе жмых складывается и хранится при низкой температуре с целью последующей переработки в кормовую добавку для животных.



Рис. 1. Принципиальная схема производства сока из ростков пшеницы

С целью интенсификации производства опробовано использование предпосевной ультразвуковой обработки семян. Обработка семян ультразвуком стимулирует развитие растений. Это объясняется тем, что ультразвук может убивать микроорганизмы, находящиеся в семени, делая семя более здоро-

вым, что способствует повышению скорости прорастания [12]. Другой механизм ультразвукового воздействия на семена связан с акустической кавитацией, которая вызывает физиологические или биохимические изменения в клетке или протопластах. Кроме того, некоторые исследования показали, что механическое действие ультразвуковых колебаний вызывает нарушение целостности оболочек клеток растений, инициируя появление множества мелких отверстий в семени, что позволяет увеличить поглощение воды семенами [12–15]. В доступной нам литературе на данный момент мы не нашли сведений о влиянии ультразвуковой обработки семян пшеницы на интенсивность их развития в случае проращивания семян по гидропонной технологии.

Нами было изучено влияние предпосевной ультразвуковой обработки семян на сроки их развития при проращивании с использованием гидропонной технологии. Обработка проводилась на стадии подготовки сырья, после его мойки. Источник ультразвука помещали в емкость с замоченным зерном и в течение 5 мин проводили обработку. Ультразвуковая обработка семян проводилась при помощи технологического аппарата «Волна» (модель УЗТА-0.8/22-ОМУ, Бийск, «Центр ультразвуковых технологий», Россия). Основные технические характеристики аппарата «Волна»: мощность 800 В, частота ультразвуковых колебаний (22±1,65) кГц. Длина ростков измерялась ежедневно в течение 6 дней.

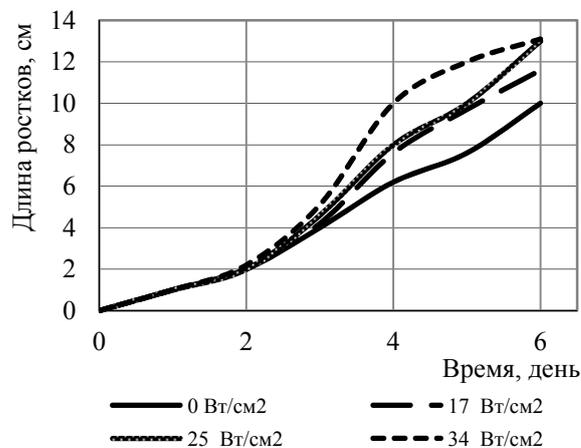


Рис. 2. Влияние ультразвуковой обработки на длину ростка

Результаты действия ультразвука на развитие ростков представлены на рис. 2. При обработке семян с интенсивностью ультразвука 17 и 25 Вт/см² длина ростков достигала 10 см на пятый день, а при обработке с интенсивностью 34 Вт/см² на четвертый день эксперимента. Без ультразвуковой обработки ростки достигали длины 10 см на шестой день.

Статистически достоверного различия между высотой растений, зерна которых были обработаны ультразвуком с интенсивностью 25 и 34 Вт/см², на шестой день эксперимента не наблюдалось.

Показано, что ультразвуковая предобработка посевного материала существенно сокращает сроки

достижения ростками пшеницы необходимой высоты, интенсифицируя тем самым процесс производства сока из ростков пшеницы.

Полученные данные позволяют рекомендовать включение в технологическую схему производства сока из ростков пшеницы стадию предпосевной ультразвуковой обработки семян с интенсивностью ультразвука 25 Вт/см^2 и временем обработки – 5 мин.

Разработанная технологическая схема производства сока из ростков пшеницы в настоящее время реализована на предприятии ООО «СОМА» г. Пермь.

Изучение биологической активности сока из ростков пшеницы

Исследование гепатопротекторной активности сока из ростков пшеницы в модели токсического гепатита, вызванного внутривенным введением CCl_4

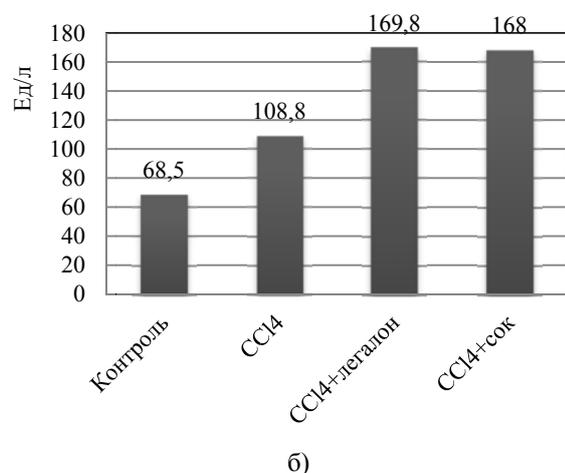
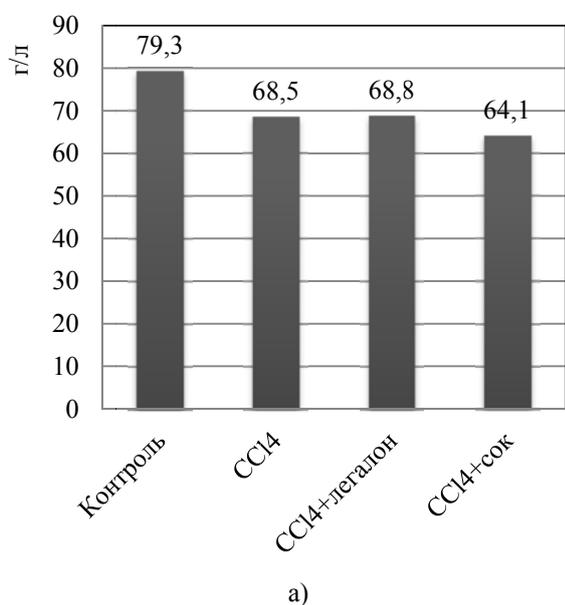


Рис. 3. Оценка функций печени: а – содержание общего белка; б – активность щелочной фосфатазы

Оценка функций печени проводилась в модели гепатита, вызванного введением CCl_4 белым крысам. В сыворотке крови определяли общий белок,

альбумин, активность щелочной фосфатазы, АЛТ и АСТ как показатели, характеризующие функциональное состояние печени. В результате было установлено, что эталонный препарат «Легалон» и сок из ростков пшеницы достоверно не восстанавливали нарушенный синтез общего белка. В 40 % случаев «Легалон» вызывал незначительное повышение общего количества белка, а сок из ростков пшеницы увеличивал содержание общего белка при гепатите в 25 % случаев (рис. 3а). Кроме того, было показано, что уровень альбумина, активность ферментов АЛТ и АСТ под действием эталонного препарата и сока из ростков пшеницы не изменялись.

Уровень щелочной фосфатазы в нашей модели по сравнению с контролем достоверно увеличился ($p = 0,0004$) (рис. 3б). Гепатопротектор «Легалон» и сок из ростков пшеницы не снизили уровень фермента.

Таким образом, при применении сока из ростков пшеницы не наблюдается восстановления функции печени.

Было выявлено, что сок из ростков пшеницы не обладает гепатопротекторными свойствами. Однако это не является ограничением для использования сока из ростков пшеницы лицам, больным гепатитом токсической природы.

Влияние сока на функцию почек крыс, страдающих тяжелой формой сахарного диабета

Было показано, что у крыс, в состав рациона которых был включен сок из ростков пшеницы, наблюдается уменьшение количества эритроцитов в моче у 100 % животных, что, по-видимому, является следствием уменьшения сосудистой проницаемости. По другим показателям общего анализа мочи (лейкоциты, рН, глюкоза, плотность и др.) различий между животными опытной и контрольной групп не выявлено.

Таким образом, у сока из ростков пшеницы выявлено протекторное действие на функцию почек белых крыс с экспериментально вызванным сахарным диабетом второго типа.

Антигипоксическая активность

Изучение антигипоксической активности на лабораторных животных проводилось в соответствии с выбранной методикой [11]. Было установлено выраженное антигипоксическое действие концентрата из ростков пшеницы (рис. 4). Среднее время жизни животных увеличилось на 17,6 % ($p \leq 0,001$).

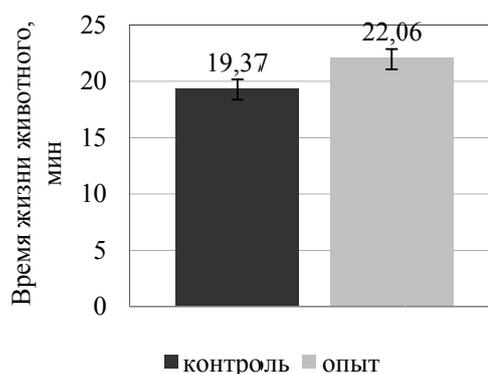


Рис. 4. Оценка антигипоксической активности

По-видимому, механизм антигипоксического действия сока связан с его уникальным составом – наличием комплекса биологически активных ингредиентов, в том числе обладающих антиоксидантными свойствами [6]. Тем не менее требуется дальнейшее изучение механизма антигипоксического действия сока.

Острая токсичность

При изучении острой токсичности за все время наблюдения не было ни одного случая отклонения какого-либо параметра у животных всех трех групп: общее состояние животных удовлетворительное, нарушений в потреблении пищи и воды не наблюдалось, шерстный покров не нарушен, изменения в поведенческих реакциях не выявлено, нарушений в работе дыхательной и сердечно-сосудистой систем не обнаружено. Введение объема сока больше чем 1 мл нами не проводилось, так как максимальный объем, рекомендованный для введения мышам, 1 мл [9]. В результате исследования нами установлено, что сок из ростков пшеницы нетоксичен при применении в максимально возможной в исследовании на животных дозе.

Выводы

1. Разработана технология производства сока из ростков пшеницы. Показано, что включение в схему производства предпосевной ультразвуковой обработки семян существенно повышает эффективность производства.

2. Полученный с использованием разработанной технологии сок оказывает защитное действие на сосудистые клубочки почек крыс при экспериментальном сахарном диабете 2-го типа.

3. Сок из ростков пшеницы в модели гипоксической гипоксии обладает выраженной антигипоксической активностью и может быть рекомендован к использованию в питании людей с гипоксическими состояниями, сопровождающимися различными заболеваниями.

4. Сок из ростков пшеницы не показал гепатопротекторного действия в модели острого токсического гепатита, вызванного внутрижелудочным введением CCl_4 .

5. Сок из ростков пшеницы обладает низкой токсичностью и может быть использован в качестве продукта питания.

Список литературы

1. Wheatgrass Juice May Improve Hematological Toxicity Related to Chemotherapy in Breast Cancer Patients: APilot Study / Bar-Sela G., Tsalic M., Fried G. // Nutrition and Cancer. – 2007. – vol 58 (2). – pp. 43-48.
2. Hypolipidemic effect of fresh *triticum aestivum* (Wheat) grass Juice in hypercholesterolemic rats / Kothari S., Jain A.K., Mehta S.C. // Acta Poloniae Pharmaceutica. – 2011. – vol. 68(2). – pp.291-294.
3. In vitro Studies of Iron Chelation Activity of Purified Active Ingredients Extracted from *Triticum aestivum* Linn. (Wheat Grass) / Priyabrata D., Ashis M. // European Journal of Medicinal Plants. – 2012. – vol. 62 (2). – pp.113-124.
4. Multitude potential of wheatgrass juice (Green Blood): An overview / Padalia S., Drabu S., Raheja I. // Chronicles of Young Scientists. – 2010. – vol. 1(2). – pp.23-28.
5. Phytochemical and pharmacological screening of wheatgrass juice / S.A. Ashok. // International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research. – 2011. – vol. 9(1). – pp.159-164.
6. Therapeutic Potential of Organic *Triticum aestivum* Linn. (Wheat Grass) in Prevention and Treatment of Chronic Diseases: An Overview / Singh N., Verma P., Pandey B. R. // International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research. – 2012. – vol. 4(1). – pp.10-14.
7. Effect of Wheat Grass Tablets on the Frequency of Blood Transfusions in Thalassemia Major / Singh K., Pannu M.S., Singh .P, Singh J. // The Indian Journal of Pediatrics. – 2010. – vol. 77(1). – pp.90-91.
8. A DNA-technology-based cellular assay used to measure specific biological activity in a wheatgrass extract / Reynolds. C. // Australasian Integrative Medicine Association. – 2005. – vol. 7(1). – pp.37-39.
9. Иванова, В.В. Изучение гепатопротекторного действия растительного экстракта коры березы при экспериментальном гепатите, вызванном четыреххлористым углеродом / В.В. Иванова, Ю.В. Лигостаева // Медицинские науки. – 2013. – № 3 – С. 277–279.
10. Fructose-fed streptozotocin-injected rat: an alternative model for type 2 diabetes / Wilson R. D., Islam S. // Pharmacological Reports. – 2012. – vol. 64. – pp. 129-139.
11. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств / А.Н. Миронов [и др.]. – М.: Гриф и К, 2012. – 944 с.
12. Верещагин, А.Л. Влияние ультразвукового облучения и регуляторов роста на ризогенную активность растительных объектов: монография / А.Л. Верещагин, А.Н. Хмелева; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул, 2010. – 74 с.
13. Combined effects of chemical, heat and ultrasound treatments to kill *Salmonella* and *Escherichia coli* / Scouten A.J., Beuchat L.R. Applied // Microbiology and Biotechnology. – 2002. – vol.92(4). – pp. 668-674.
14. The effectiveness of ultrasound treatment on the germination stimulation of barley seed and its alpha-amylase activity / Yal-dagard M., Mortazavi S.A., Tabatabaie F. // International journal of chemical and biomolecular engineering. – 2007. – vol.23(1). – pp. 55-64.
15. Володин, В.И. Стимуляция прорастания семян с помощью ультразвука и гиббереллина: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1962. – 25 с.

ASSESSMENT OF BIOLOGICAL PROPERTIES OF WHEAT GRASS JUICE. TECHNOLOGY DEVELOPMENT FOR ITS PRODUCTION

S.Yu. Solodnikov^{1,*}, G.A. Lyushina¹, O.V. Kolesova¹, V.V. Maslova¹, Yu.V. Andreeva¹,
A.A. Kuznetsov²

¹Perm National Research Polytechnic University,
29 Komsomolsky prospekt, Perm - GSP,
Perm krai, 614990, Russia

²Soma LLC,
12 Bukireva Str., Perm,
Perm krai, 614068, Russia

*e-mail: s.u.solodnikov@rambler.ru

Received: 24.04.2015

Accepted: 30.06.2015

It is known that a balanced diet is the basis of a healthy lifestyle and an important factor of the complex treatment of various diseases. A balanced diet is important in the treatment of such diseases as diabetes, atherosclerosis and glomerulonephritis. The interest to wheat grass juice as a component of healthy nutrition is growing in recent years. The production technology of wheat grass juice with the use of hydroponics has been developed. The effectiveness of ultrasonic preplant treatment of wheat seeds has been shown. Ultrasonic treatment has significantly improved the production efficiency; the average length of sprouts has increased by 35%. The investigation results of the biological activity of wheat grass juice in the models of toxic hepatitis and nephropathy in diabetes type 2 are presented. Acute toxicity and antihypoxic activity of wheat grass juice obtained according to the developed technology have been studied. In the model of toxic hepatitis induced by per os injection of CCl₄ to white CD rats it has been found that wheat grass juice has no hepatoprotective activity. It has been shown that the prolonged use of wheat grass juice reduces the vascular permeability of kidney glomeruli of white rats with experimentally induced diabetes type 2. The average life expectancy of white CD mice increases in the model of hypoxic hypoxia when wheat grass juice is used. The mechanism of antihypoxic activity is not clear and requires further investigation. The toxicity of wheat grass juice has been studied. The research results enable to recommend wheat grass juice as a component of healthy diet, and as a part of clinical nutrition in various diseases such as hypoxia, lack of vitamins and minerals.

Hydroponics, production technology, wheat grass juice, biological activity

References

1. Bar-Sela G., Tsalic M., Fried G. Wheatgrass Juice May Improve Hematological Toxicity Related to Chemotherapy in Breast Cancer Patients: APilot Study. *Nutrition and Cancer*, 2007, vol 58 (2), pp. 43–48.
2. Kothari S., Jain A.K., Mehta S.C. Hypolipidemic effect of fresh *triticum aestivum* (Wheat) grass Juice in hypercholesterolemic rats. *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 2011, vol. 68(2), pp. 291–294.
3. Priyabrata D., Ashis M. In vitro Studies of Iron Chelation Activity of Purified Active Ingredients Extracted from *Triticum aestivum* Linn. (Wheat Grass). *European Journal of Medicinal Plants*, 2012, vol. 62 (2), pp. 113–124.
4. Padalia S., Drabu S., Raheja I. Multitude potential of wheatgrass juice (Green Blood): An overview. *Chronicles of Young Scientists*, 2010, vol. 1(2), pp. 23–28.
5. Ashok S.A. Phytochemical and pharmacological screening of wheatgrass juice. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 2011, vol. 9(1), pp. 159–164.
6. Singh N., Verma P., Pandey B.R. Therapeutic Potential of Organic *Triticum aestivum* Linn. (Wheat Grass) in Prevention and Treatment of Chronic Diseases: An Overview. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research*, 2012, vol. 4(1), pp. 10–14.
7. Singh K., Pannu M.S., Singh P., Singh J. Effect of Wheat Grass Tablets on the Frequency of Blood Transfusions in Thalassemia Major. *The Indian Journal of Pediatrics*, 2010, vol. 77(1), pp. 90–91.
8. Reynolds C. A DNA-technology-based cellular assay used to measure specific biological activity in a wheatgrass extract. *Australasian Integrative Medicine Association*, 2005, vol. 7(1), pp. 37-39.
9. Ivanova V.V., Ligostaeva Yu.V. Izuchenie gepatoprotekornogo dejstvija rastitelnogo jekstrakta kory berezy pri jeksperimental'nom gepatite vyzvannom chetyrehhloristym uglerodom [The study of hepatoprotective action of plant birch bark extract in experimental hepatitis induced by carbon tetrachloride]. *Medicinskie nauki* [Medical science], 2013, vol. 3, pp. 277–279.
10. Wilson R. D., Islam S. Fructose-fed streptozotocin-injected rat: an alternative model for type 2 diabetes. *Pharmacological Reports*, 2012, vol. 64, pp. 129–139
11. Mironov A.N., Bunatjan N.D. *Rukovodstvo po provedeniju doklinicheskikh issledovanij lekarstvennyh sredstv* [Guidelines for preclinical drugs studies]. Moscow, Grief and K, 2012. 944 p.
12. Vereshhagin A.L., Hmeleva A.N. *Vlijanie ul'trazvukovogo obluchenija i reguljatorov rosta na rizogennuju aktivnost' rastitel'nyh ob'ektov* [The Influence of ultrasonic irradiation and growth regulators on rizogenic activity of plant facilities]. Barnaul, AltSTU Publ., 2010. 74 p.
13. Scouten A.J., Beuchat L.R. Combined effects of chemical, heat and ultrasound treatments to kill *Salmonella* and *Escherichia coli*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2002, vol. 92(4), pp. 668–674.

14. Yaldagard M., Mortazavi S.A., Tabatabaie F. The effectiveness of ultrasound treatment on the germination stimulation of barley seed and its alpha-amylase activity. *International Journal of Chemical and Biomolecular Engineering*, 2007, vol. 23(1), pp. 55–64.

15. Volodin V.I. *Stimuljacija prorastanija semjan s pomoshh'ju ul'trazvuka i gibberelina*. Avtoref. diss. kand. biol. nauk [Stimulation of seed germination and ultrasonically gibberelin. Cand. biol. sci. autoabstract diss.]. St. Petersburg, 1963. 20 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Оценка биологических свойств сока из ростков пшеницы. Разработка технологии его получения / С.Ю. Солодников, Г.А. Люшина, О.В. Колесова, В.В. Маслова, Ю.В. Андреева, А.А. Кузнецов // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 62-68.

Solodnikov S.Yu., Lyushina G.A., Kolesova O.V., Maslova V.V., Andreeva Yu.V., Kuznetsov A.A. Assessment of biological properties of wheat grass juice. Technology development for its production. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 62-68 (In Russ.).

Солодников Сергей Юрьевич

канд. мед. наук, доцент кафедры химии и биотехнологии, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Россия, Пермский край, г. Пермь – ГСП, Комсомольский проспект, д. 29, тел.: +7 (342) 2-198-261, e-mail: s.u.solodnikov@rambler.ru

Люшина Галина Андреевна

младший научный сотрудник научно-образовательного центра химико-биологических исследований, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Россия, Пермский край, г. Пермь - ГСП, Комсомольский проспект, д. 29, тел.: +7 (342) 2-198-261, e-mail: lindick@ya.ru

Колесова Ольга Владиславовна

аспирант кафедры химических технологий, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Россия, Пермский край, г. Пермь - ГСП, Комсомольский проспект, д. 29, тел.: +7 (342) 2-198-261, e-mail: goldacox@mail.ru

Маслова Вера Владимировна

инженер-исследователь научно-образовательного центра химико-биологических исследований, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Россия, Пермский край, г. Пермь - ГСП, Комсомольский проспект, д. 29, тел.: +7 (342) 2-198-261, e-mail: vmasliva@mail.ru

Андреева Юлия Вячеславовна

магистрант кафедры химии и биотехнологии, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, Россия, Пермский край, г. Пермь - ГСП, Комсомольский проспект, д. 29, тел.: +7 (342) 2-198-261, e-mail: Julietta44perm@mail.ru

Кузнецов Андрей Александрович

учредитель компании, ООО «Сома», 614068, Россия, Пермский край, г. Пермь, Букирева, 12, тел.: +7 (342) 2-198-261, e-mail: andrey.kuz@mail.ru

Sergey Yu. Solodnikov

Cand. Med. Sci., Associate Professor of the Department of Chemistry and Biotechnology, Perm National Research Polytechnic University, 29 Komsomolsky prospekt, Perm - GSP, Perm krai, 614990, Russia, phone: +7 (342) 2-198-261, e-mail: s.u.solodnikov@rambler.ru

Galina A. Lyushina

Junior Researcher in Research and Education Center of Applied Chemical and Biological Research, Perm National Research Polytechnic University, 29 Komsomolsky prospekt, Perm - GSP, Perm krai, 614990, Russia, phone: +7 (342) 2-198-261, e-mail: lindick@ya.ru

Olga V. Kolesova

Postgraduate Student of the Department of Chemical Technology, Perm National Research Polytechnic University, 29 Komsomolsky prospekt, Perm - GSP, Perm krai, 614990, Russia, phone: +7 (342) 2-198-261, e-mail: goldacox@mail.ru

Vera V. Maslova

Engineer Researcher in Research and Education Center of Applied Chemical and Biological Research, Perm National Research Polytechnic University, 29 Komsomolsky prospekt, Perm - GSP, Perm krai, 614990, Russia, phone: +7 (342) 2-198-261, e-mail: vmasliva@mail.ru

Yuliya V. Andreeva

Master Student of the Department of Chemistry and Biotechnology, Perm National Research Polytechnic University, 29 Komsomolsky prospekt, Perm - GSP, Perm krai, 614990, Russia, phone: +7 (342) 2-198-261, e-mail: Julietta44perm@mail.ru

Andrey A. Kuznetsov

Founder of the Company, Soma LLC, 12 Bukireva Str., Perm, Perm krai, 614068, Russia, phone: +7 (342) 2-198-261, e-mail: andrey.kuz@mail.ru



УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ САХАРНОГО ПЕЧЕНЬЯ ПУТЕМ ДОБАВЛЕНИЯ ПЫЛЬЦЫ-ОБНОЖКИ

А.А. Черненкова^{1,*}, С.А. Леонова¹, Л.И. Пусенкова²

¹ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет»,
450001, Россия, г. Уфа, 50-летия Октября, 34

²ФГБНУ «Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,
450059, Россия, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 19

*e-mail: bgau@ufanet.ru

Дата поступления в редакцию: 24.04.2015

Дата принятия в печать: 30.06.2015

В настоящее время многие производители пищевой продукции стратегически ориентированы на выпуск функциональных продуктов для здорового питания. Мотивация производителей в этом случае обусловлена новыми тенденциями развития рынка продуктов здорового питания. Преобладающие в последнее десятилетие взгляды на особенности питания предполагают потребление продуктов повседневного спроса, содержащих повышенное количество макро- и микронутриентов. Одной из наиболее перспективных в этом отношении групп продовольственных товаров являются мучные кондитерские изделия. В связи с этим целью исследования является разработка рецептуры сахарного печенья с добавлением пыльцы-обножки, которая содержит витамины, аминокислоты и минеральные вещества. В данной работе отражены исследования по определению содержания водо- и жирорастворимых витаминов, заменимых и незаменимых аминокислот и минеральных веществ. Объектами исследования выступают пыльца-обножка (которую получают от пчелосемей популяции башкирской пчелы) и сахарное печенье. Разработаны и внедрены в производство рецептуры сахарного печенья с добавлением пыльцы-обножки, имеющего повышенную биологическую ценность. Экспериментально доказано, что добавление пыльцы-обножки позволяет получить изделия с повышенным фитохимическим потенциалом, причем увеличение содержания витаминов по сравнению с контролем составляет от 1,7 до 4 раз; появляются отсутствующие в контрольном образце микроэлементы. Установлено, что сохранность водо- и жирорастворимых витаминов в сахарном печенье с добавлением пыльцы-обножки колеблется от 40,0 до 86,7 %. Возрастает срок годности печенья до 6 месяцев с максимальным сохранением потребительских и физико-химических свойств.

Пыльца-обножка, сахарное печенье, противомикробные свойства, срок годности, биологическая ценность

Введение

Мучные кондитерские изделия относятся к продуктам массового потребления. Установлено, что 20–25 % детского и 6–13 % взрослого населения регулярно потребляют мучные кондитерские изделия. Наибольшую долю – около 40 % – в структуре потребления мучных кондитерских изделий занимает сахарное печенье. Анализ рецептур и технологии сахарного печенья свидетельствует о необходимости коррекции их химического состава путем увеличения доли полезных для здоровья веществ, в частности, водо- и жирорастворимых витаминов, минеральных веществ и аминокислот.

Для улучшения качества и увеличения биологической ценности мучных кондитерских изделий идет активный поиск сырья, содержащего необходимые для здоровья человека функциональные ингредиенты: витамины, минеральные вещества, аминокислоты и т.д. Для обогащения традиционных рецептур продуктов этими компонентами в их состав целесообразно включать пыльцу-обножку, обладающую ценным химическим составом [1].

Пыльца-обножка не является непосредственно пчелиным продуктом, но ее относят к продуктам пчеловодства. Собранный пчелами пыльца называется обножкой, так как пчела переносит ее в корзинках задних ножек. При формировании обножки пчелы

осуществляют влажную грануляцию, покрывая каждое зерно агглютинирующими веществами [2]. Обножка состоит из пыльцевых зерен, смоченных нектаром. В связи с этим по химическому составу обножка представляет собой смесь веществ растительно-животного происхождения.

По литературным данным [3], пыльца содержит большое количество витаминов: каротина (А); тиамин (В₁); рибофлавин (В₂); никотиновой кислоты (В₃, РР); пантотеновой кислоты (В₅); пиридоксина (В₆); биотина (Н); фолиевой кислоты (В₉); инозита (В₈) и др., а также аскорбиновой кислоты. Пыльца-обножка содержит минеральные вещества (Si, S, Cu, Co, Na, Fe, Al, Ca, Mg, Mn, P, Ag, Ba, Cr), а также от 7,0 до 36,7 % белков, которые представлены альбуминами, глобулинами и пептонами. Аминокислотный состав белков представлен аланином, глутаминовой кислотой, фенилаланином, триптофаном, цистином, пролином, аспарагиновой кислотой и др. В пыльце-обножке содержится много нуклеиновых кислот и нуклеотидов, она обладает выраженными противомикробными свойствами, которые обусловлены содержанием жирных кислот и флавоноидных соединений, устойчивых к действию высоких температур (активность не снижается при нагревании до 121 °С в течение 30 мин) [2]. Пыльца-обножка, кроме того, не вызывает аллергии.

Объекты и методы исследования

Таблица 1

Исследования проводили в технологических лабораториях кафедры технологии общественного питания и переработки растительного сырья ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ и Центральной аналитической лаборатории ГНУ БНИИСХ. При проведении исследований использовали пыльцу-обножку, полученную на собственной пасеке ИП Фазылов от пчелосемей популяции башкирской пчелы. Внешне пыльца имела вид рассыпчатой зернистой массы и представляла собой твердые комочки, похожие на просяное зерно. При надавливании комочки сплющивались.

Проанализировали исследуемую пыльцу-обножку на содержание жирорастворимых и водорастворимых витаминов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на жидкостном хроматографе LC-20AD Prominence производства фирмы Shimadzu. Метод заключается в кислотной и щелочной (жирорастворимые витамины) экстракции витаминов из проб анализируемого объекта, очистке от мешающих примесей на полимерном сорбенте или гексаном (жирорастворимые витамины), разделении витаминов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на колонке с обращенной фазой C 18 в режиме градиентного элюирования и их спектрофотометрическом детектировании на длине волны 260 и 280 нм. Подготовленный к хроматографическому анализу раствор разбавляли или концентрировали, если значение массовой доли компонентов выходило за диапазоны градуировочной характеристики.

Аминокислоты определяли также методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на жидкостном хроматографе LC-20AD Prominence производства фирмы Shimadzu.

Метод основан на расщеплении пептидных связей белка соляной кислотой или щелочью при нагревании, последующей модификации получаемых аминокислот фенилизотиоционатом (ФИТЦ), разделении фенилтиокарбамильных (ФТК) производных аминокислот на колонке с обращенной фазой C 18 в режиме градиентного элюирования и их спектрофотометрическом детектировании на длине волны 254 нм.

Минеральные вещества анализировали на атомно-абсорбционном спектрофотометре Shimadzu AA-6300 с электротермическим атомизатором GFA EX-7. Метод атомно-абсорбционного анализа основан на свойстве атомов поглощать излучение определенной (резонансной) длины волны. Атомный пар Pb, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni получают нагревом пробы до высокой температуры в графитовой печи и измеряют величину поглощения излучения резонансной длины волны атомным паром определяемого элемента.

Результаты и их обсуждение

В исследуемой пыльце-обножке преобладали витамины E, PP, C; отмечена также достаточно высокая концентрация витаминов группы D (табл. 1).

Количество витаминов в пыльце-обножке

| Содержание водорастворимых витаминов, мг/100 г | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|
| C | PP | B ₃ | B ₆ |
| 2,57 | 7,87 | 1,23 | 0,66 |
| Содержание жирорастворимых витаминов, мг/100 г | | | |
| A | D ₂ | D ₃ | E |
| - | 0,3 | 0,01 | 0,9 |

Установлено, что в пыльце содержится железо в количестве 83,5 мг/100 г, марганец – 14,0 мг /100 г, медь – 20,0 мг/100 г и цинк – 67,0 мг/100 г (табл. 2).

Таблица 2

Количественное содержание минеральных веществ в пыльце-обножке

| Микроэлемент | Количество, мг/кг |
|--------------|-------------------|
| Fe | 83,5 |
| Cu | 20,0 |
| Co | 0,4 |
| Zn | 67,0 |

Качественный анализ аминокислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии показал, что в пыльце-обножке содержится 11 аминокислот, 5 из которых являются незаменимыми для человеческого организма. В значительных количествах содержатся: аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, тирозин, изолейцин, фенилаланин, триптофан и лизин (рис. 1).

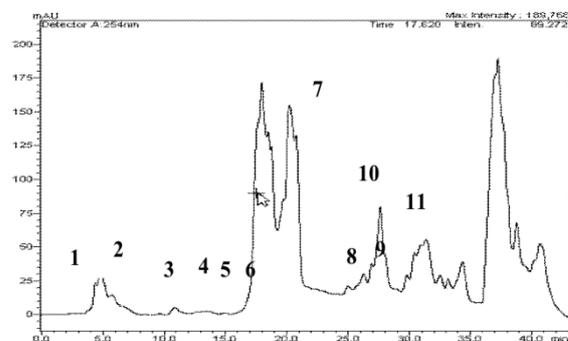


Рис. 1. Содержание аминокислот в пыльце-обножке:

- 1 – аспарагиновая кислота; 2 – глутаминовая кислота; 3 – серин; 4 – глицин; 5 – треонин; 6 – аланин; 7 – тирозин; 8 – изолейцин; 9 – фенилаланин; 10 – триптофан; 11 – лизин

Исходя из вышесказанного очевидно, что пыльцу-обножку следует рассматривать в качестве биологически активной добавки, содержащей физиологически функциональные ингредиенты, что и предопределило ее выбор в качестве компонента мучных кондитерских изделий.

При оптимизации дозировок пыльцы-обножки для разработки рецептуры сахарного печенья за основу была взята рецептура одного из наиболее распространенных сортов сахарного печенья – «Шахматное». Нами были приготовлены изделия с

добавлением пыльцы-обножки в количестве 6 % к массе муки, которое являлось оптимальным [4, 5]. Контролем служил образец печенья без добавления пыльцы-обножки. Далее исследовали количество жиро- и водорастворимых витаминов (табл. 3 и 4), минеральных веществ (табл. 5) и аминокислот (рис. 2) в опытных образцах.

Таблица 3

Содержание витаминов в исследуемых образцах, мг/100 г

| Исследуемые образцы | Содержание витаминов | | | | |
|---|----------------------|-----|----------------|----------------|------|
| | C | PP | B ₃ | B ₁ | E |
| Контроль | - | 0,7 | - | 0,01 | 0,31 |
| Сахарное печенье с добавлением пыльцы-обножки | 0,2 | 1,3 | 0,05 | 0,04 | 0,52 |

Из табл. 3 видим, что в изделиях с добавлением пыльцы-обножки сохранились жиро- и водорастворимые витамины, вносимые с указанным сырьем.

Таблица 4

Сопоставление расчетного количества витаминов с фактическим

| Витамин | Расчетное количество, вносимое с сырьем, в пересчете на 100 г | | | ∑ витаминов, вносимых с сырьем | Фактическое содержание витаминов в опытном образце | % сохранности |
|----------------|---|--------|----------------|--------------------------------|--|---------------|
| | Мука пшеничная высшего сорт | Меланж | Пыльца-обножка | | | |
| C | - | - | 0,28 | 0,28 | 0,20 | 71,42 |
| PP | 0,75 | 0,0008 | 0,84 | 1,59 | 1,30 | 81,77 |
| B ₁ | 0,10 | 0,0002 | - | 0,10 | 0,04 | 40,00 |
| B ₂ | 0,27 | 0,001 | - | 0,27 | - | - |
| B ₃ | - | - | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 83,33 |
| B ₆ | - | - | 0,02 | 0,02 | - | - |
| A | - | 0,001 | - | 0,001 | - | - |
| D ₂ | - | - | 0,01 | 0,01 | - | - |
| D ₃ | - | - | 0,0004 | 0,0004 | - | - |
| E | - | - | 0,60 | 0,60 | 0,52 | 86,66 |

Таким образом, показано, что в разрабатываемых изделиях содержатся витамины: C, PP, витамины группы B и E в количестве, в несколько раз превосходящем контрольный образец. Мы провели анализ сохранности этих витаминов и сопоставили расчетное количество с фактическим, поскольку ряд витаминов разлагается при тепловой обработке (табл. 4).

Анализируя полученные данные, пришли к выводу, что при тепловой обработке сохраняются витамины: C – 71,42 %; PP – 81,77 %; B₁ – 40,00 %; B₃ – 83,33 %; E – 86,66 %. Что же касается витаминов A, D₂ и D₃ – эти витамины не сохраняют стабильность в присутствии кислот и щелочей в отличие от витамина C, который не разрушается в щелочной среде.

Это связано с содержанием разрушителей в рецептуре изделия.

Таблица 5

Содержание минеральных веществ в сахарном печенье с добавлением пыльцы-обножки, мг/кг

| Микроэлемент | Контроль | Сахарное печенье с добавлением пыльцы-обножки |
|--------------|----------|---|
| Fe | 7,10 | 20,50 |
| Cu | - | 1,70 |
| Co | - | 0,40 |
| Zn | - | 10,08 |

Согласно данным табл. 5, в сахарном печенье с добавлением пыльцы-обножки присутствуют минеральные вещества в существенном количестве, что свидетельствует об их сохранности в готовом изделии и, как следствие, позволяет отнести разрабатываемое изделие к функциональным продуктам питания.

В сахарном печенье с добавлением пыльцы-обножки обнаружены следующие аминокислоты: аспарагиновая кислота; глутаминовая кислота; тирозин; изолейцин; лейцин; фенилаланин; триптофан и лизин.

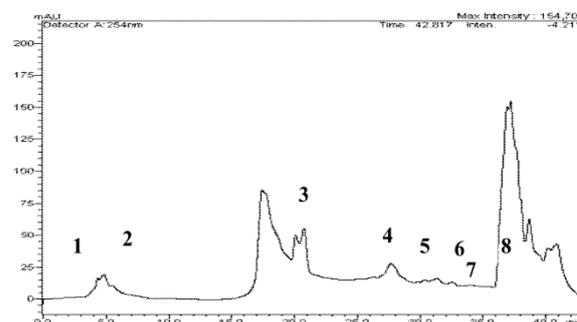


Рис. 2. Содержание аминокислот в сахарном печенье с добавлением пыльцы-обножки:

1 – аспарагиновая кислота; 2 – глутаминовая кислота; 3 – тирозин; 4 – изолейцин; 5 – лейцин; 6 – фенилаланин; 7 – триптофан; 8 – лизин

Исходя из вышеприведенных результатов можно сделать вывод, что разработанные нами изделия характеризуются высоким содержанием жиро- и водорастворимых витаминов, минеральных веществ и аминокислот. Учитывая высокую биологическую активность исходного сырья, дальнейшей задачей исследования явилось установление срока годности сахарного печенья с добавлением пыльцы-обножки.

С целью установления гарантийного срока годности сахарное печенье хранили при температуре (15±3) °С и относительной влажности воздуха не более 75 % в течение 6 месяцев в упаковке из полимерного материала со специальными зажимами, ежемесячно определяя органолептические показатели контрольных образцов сахарного печенья (без добавле-

ния пыльцы-обножки) и сахарного печенья с добавлением пыльцы-обножки [6]. Результаты сенсорной оценки качества изделий приведены на рис. 3 и 4.

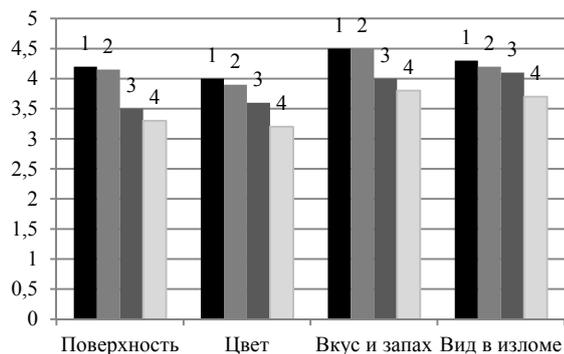


Рис. 3. Изменение органолептических показателей сахарного печенья без добавления пыльцы-обножки в процессе хранения: 1 – 0 месяцев; 2 – 2 месяца; 3 – 4 месяца; 4 – 6 месяцев

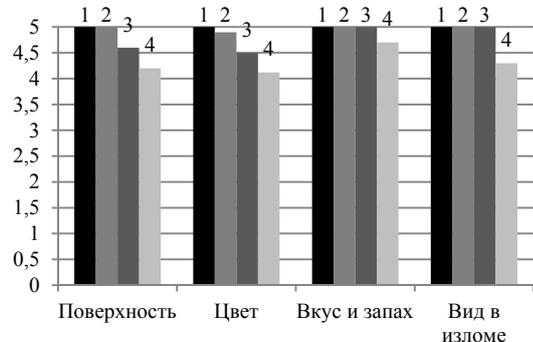


Рис. 4. Изменение органолептических показателей сахарного печенья с добавлением пыльцы-обножки в процессе хранения: 1 – 0 месяцев; 2 – 2 месяца; 3 – 4 месяца; 4 – 6 месяцев

Установлено, что в течение первых четырех месяцев хранения органолептические показатели сахарного печенья изменились незначительно. По истечении 6 месяцев хранения в контрольном образце отмечено появление несвойственных привкусов и запахов, которые являются порочащими признаками органолептических свойств. В то же время образцы сахарного печенья с добавлением пыльцы-обножки на протяжении всего срока хранения сохраняли свои вкусоароматические достоинства и по истечении 6 месяцев хранения отмечено лишь незначительное снижение интенсивности проявления медового вкуса и запаха.

Также нами были определены изменения физико-химических показателей сахарного печенья с добавлением пыльцы-обножки и контрольных образцов (без добавления пыльцы-обножки) в процессе хранения, а именно влажности (рис. 5, 6), намокаемости (рис. 7, 8) и щелочности (рис. 9, 10).

Выявили, что в процессе хранения физико-химические показатели контрольного образца снижались быстрее, чем у разработанного изделия. Это связано с тем, что в пыльце-обножке содержатся флавоноидные соединения и антибиотики, которые

служат своего рода консервантами, сохраняя органолептические и физико-химические свойства изделия.

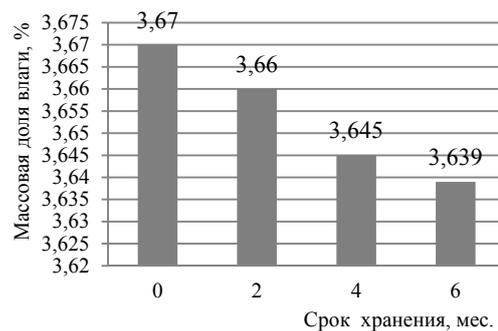


Рис. 5. Изменение влажности сахарного печенья с добавлением пыльцы-обножки

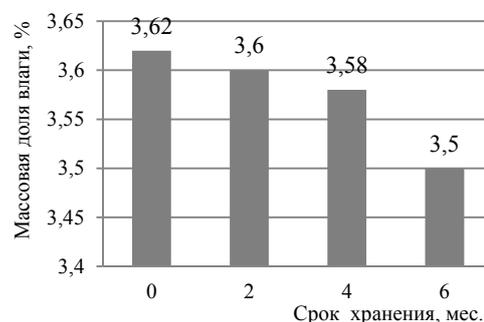


Рис. 6. Изменение влажности сахарного печенья без добавления пыльцы-обножки

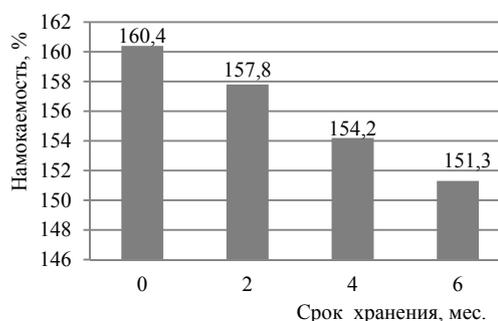


Рис. 7. Изменение намокаемости сахарного печенья с добавлением пыльцы-обножки

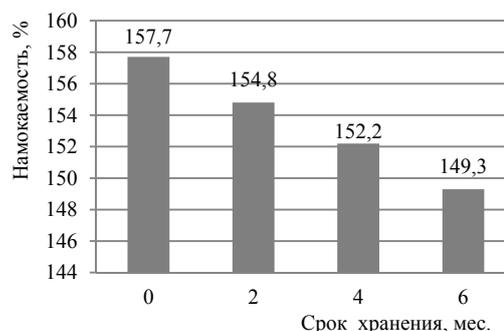


Рис. 8. Изменение намокаемости сахарного печенья без добавления пыльцы-обножки

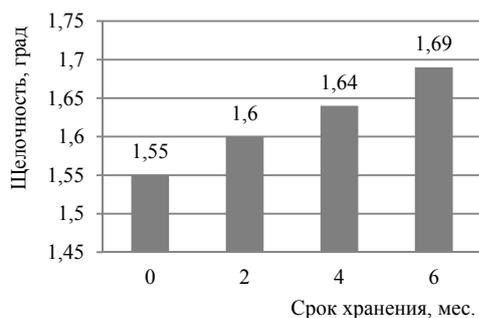


Рис. 9. Изменение щелочности сахарного печенья с добавлением пыльцы-обножки

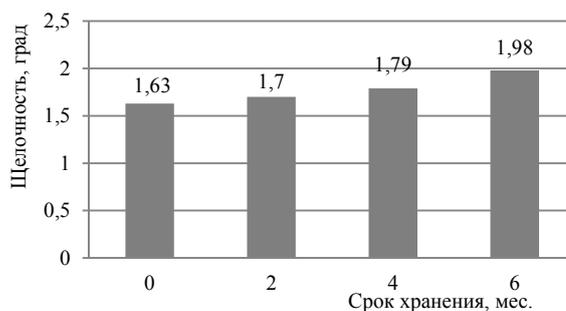


Рис. 10. Изменение щелочности сахарного печенья без добавления пыльцы-обножки

Следовательно, установлено, что гарантийный срок хранения сахарного печенья с добавлением пыльцы-обножки может быть увеличен до 6 месяцев с максимальным сохранением потребительских свойств, т.е. практически удвоен по сравнению с контрольным образцом.

Обобщая полученные экспериментальные данные, можно с уверенностью заключить, что пыльца-обножка способствует повышению биологической ценности сахарного печенья, улучшению его потребительских свойств и увеличению срока годности.

Список литературы

1. Лоцманов, А.С. Использование продуктов пчеловодства для повышения пищевой ценности тортов и пирожных / А.С. Лоцманов, Г.И. Назимова, А.С. Романов // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 3.
2. Хисматуллина, Н.З. Апитерапия: учебник / Н.З. Хисматуллина. – Пермь: Мобиле, 2005. – 296 с.
3. Хорн, Х. Лекарства из улья: мед, пыльца, маточное молочко, пчелиный воск, прополис, пчелиный яд / Х. Хорн, Г. Лейбольд; пер. с нем. М. Беляева. – М.: АСТ: АСТРЕЛЬ, 2006. – 238 с.
4. Использование продуктов пчеловодства в рецептуре сахарного печенья / А.А. Черненкова [и др.] // Хлебопродукты. – 2014. – № 7. – С. 43–46.
5. Черненкова, А.А. Исследование содержания витаминов и микроэлементов в пыльце и в готовом продукте / А.А. Черненкова // Перспективы инновационного развития АПК: междунар. науч.-практ. конф. в рамках XXIV Междунар. специализированной выставки «Агрокомплекс-2014». – Уфа: БГАУ, 2014. – С. 28–31.
6. Стеле, Р. Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание / Р. Стеле; пер. с англ. В.Д. Широкова; под общ. ред. Ю.Г. Базарновой. – СПб.: Профессия, 2006. – 480 с.

IMPROVEMENT OF QUALITY AND BIOLOGICAL VALUE OF SUGAR COOKIES BY ADDING BEE POLLEN

A.A. Chernenkova^{1,*}, S.A. Leonova¹, L.I. Pusenkova²

¹Bashkir State Agrarian University,
34, 50-letiya Oktyabrya Str., Ufa, 450001, Russia

²Bashkir Scientific Research Institute of Agriculture,
19, Richard Sorge Str., Ufa, 450059, Russia

*e-mail: bgau@ufanet.ru

Received: 24.04.2015
Accepted: 30.06.2015

Currently, many manufacturers of food products are strategically focused on the production of functional foods for a healthy diet. The motivation of manufacturers in this case is caused by new trends of developing the market of healthy foods. The basis of functional nutrition is functional foods, but now they are not enough developed and commercially available to refuse from traditional products. Therefore, a person should eat regular foods, but in order to maintain the balance of caloric intake and intake of macro and micronutrient set it is necessary to use biologically active additives. Prevailing attitudes to the eating habits in the last decade suggest consumption of FMCG products containing an increased amount of the above nutrients. One of the most promising food groups in this respect is pastries. The aim of the research is to develop a sugar cookie recipe with the addition of pollen, which contains vitamins, amino acids and minerals. The novelty of this work is the study to determine the content of water and fat-soluble vitamins, essential and nonessential amino acids and minerals. The objects of study are pollen (which is obtained from the population of Bashkir bee colonies) and sugar cookies. Practical value: recipes of sugar cookies with the addition of pollen with high biological value have been developed and put into production. It has been experimentally proved that the addition of pollen enables to obtain products with increased phytochemical potential, and the increase in the vitamin content is from 1.7 to 4 times as compared to the control sample; there appear microelements absent in the control sample. It has been established that the preservation of water and

fat-soluble vitamins in sugar cookies with the addition of pollen ranges from 40.0% to 86.7%. The shelf life of cookies increases up to 6 months with maximum preservation of consumer and physical and chemical properties.

Pollen, sugar cookies, antimicrobial properties, shelf-life, biological value

References

1. Locmanov A.S., Nazimova G.I., Romanov A.S. Ispol'zovanie produktov pchelovodstva dlja povysheniya pishhevoj cennosti tortov i pirozhnyh [The use of bee-keeping products for improving the food value of cakes and pastries]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2011, vol. 22, no. 3, pp. 71–77.
2. Hismatullina N.Z. *Apiterapiya* [Apiterapiya]. Perm, Mobile, 2005. 296 p.
3. Horn H., Lejbol'd G. *Lekarstva iz ul'ja: mjod, pyl'ca, matochnoe molochko, pchelinyj vosk, propolis, pchelinyj jad* [Medicines from the hive: honey, pollen, royal jelly, beeswax, propolis, bee venom]. Moscow, AST: Astrel, 2006. 238 p.
4. Chernenkova A.A., Pusenkova L.I., Shumilova E.A. Ispol'zovanie produktov pchelovodstva v recepture сахarnого печен'я [The use of bee products in the sugar cookie recipe]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2014, no. 7, pp. 43–46.
5. Chernenkova A.A. Issledovanie sodержaniya vitaminov i mikrojelementov v pyl'ce i v gotovom produkte [Investigation of vitamins and trace elements in pollen and in the finished product]. *Materialy mezhdunar.nauchn.-prakt. konf. «Perspektivy innovacionnogo razvitija APK»* [Proc. of the Intern. Sci.-Prac. Conf. "Prospects of innovative development of agriculture"]. Ufa, BSAU, 2014, pp. 28–31.
6. Steele R. *Understanding and Measuring the Shelf-Life of Food*. New York, Woodhead Publishing, 2004. 407 p. (Russ. ed.: Stele R. *Srok godnosti pishhevykh produktov: Raschet i ispytanie*. St. Petersburg, Professija Publ., 2006. 480 p.).

Дополнительная информация / Additional Information

Черненкова, А.А. Улучшение качества и биологической ценности сахарного печенья путем добавления пыльцы-обножки / А.А. Черненкова, С.А. Леонова, Л.И. Пусенкова // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 69-74.

Chernenkova A.A., Leonova S.A., Poussenkova L.I. Improvement of quality and biological value of sugar cookies by adding bee pollen. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 69-74 (In Russ.).

Черненкова Альфия Адиповна

ассистент кафедры технологии общественного питания и переработки растительного сырья, ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет», 450001, Россия, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, тел.: +7 (347) 228-91-77, e-mail: bgau@ufanet.ru

Леонова Светлана Александровна

д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой технологии общественного питания и переработки растительного сырья, ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет», 450001, Россия, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, тел.: +7 (347) 228-91-77, e-mail: bgau@ufanet.ru

Пусенкова Людмила Ивановна

канд. с.-х. наук, заведующая лабораторией, ФГБНУ «Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», 450059, Россия, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 19, e-mail: bniish@rambler.ru

Alfiya A. Chernenkova

Assistant of the Department of Technology of Public Catering and Processing Plant Raw Materials, Bashkir State Agrarian University, 34 50-letiya Oktyabrya Str., Ufa, 450001, Russia, phone: +7 (347) 228-91-77, e-mail: bgau@ufanet.ru

Svetlana A. Leonova

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Technology of Public Catering and Processing Plant Raw Materials, Bashkir State Agrarian University, 34 50-letiya Oktyabrya Str., Ufa, 450001, Russia, phone: +7 (347) 228-91-77, e-mail: bgau@ufanet.ru

Lyudmila I. Pusenkova

Cand. Agr. Sci., Head of the Laboratory, Bashkir Scientific Research Institute of Agriculture, 19 Richard Sorge Str., Ufa, 450059, Russia, e-mail: bniish@rambler.ru



УДК 664:664.6.641.2

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ПОЛУЧЕНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЗАРОДЫШЕВОЙ ФРАКЦИИ СЕМЯН СОИ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ СПЕЦНАЗНАЧЕНИЯ

С.М. Доценко¹, И.В. Бибик^{1,*}, Д.В. Купчак², Е.Б. Обухов³,
В.М. Грызлов³, И.В. Агафонов³

¹ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный
аграрный университет»,
650021, Россия, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86

²ФГБОУ ВПО «Хабаровская государственная академия экономики и права»,
680042, Россия, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 134

³Дальневосточное высшее общеобразовательное командное училище
им. Маршала Советского Союза К.К. Рокоссовского,
650021, Россия, г. Благовещенск, ул. Ленина, 158

*e-mail: bibikevgeniya@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 11.03.2015

Дата принятия в печать: 30.06.2015

В период ускоренного развития космической отрасли и строительства космодрома «Восточный» разработка технологий и рецептур специализированных продуктов для космонавтов в связи с их физическими и нервно-эмоциональными нагрузками является актуальной проблемой. Цель работы – разработка рациональных способов и схем получения биологически активного компонента из семян сои и продуктов питания специализированного назначения. В процессе исследований и разработки специализированных продуктов использовались следующие методы: биохимический состав исходного сырья и готовых продуктов определяли с помощью инфракрасного сканера FOSSNIRSystem 5000 (Швеция); определение массовой доли: влаги, жира, витамина Е по соответствующим стандартам. Энергетическую ценность готовой продукции рассчитывали, используя коэффициенты Рубнера. Для органолептической оценки использовали методы парных сравнений и балльных шкал. Результатом работы является разработка научно обоснованного технологического подхода к получению муки из зародышевой фракции семян сои, технологическая схема которой включает влаготепловую обработку, проращивание, прожаривание и обрушивание семян сои, а также дезинтеграцию и рассев на фракции с последующим их дроблением. Исследован химический состав и биологическая ценность продуктов специализированного назначения, полученных с добавлением зародышевой соевой муки. Установлено, что рецептура хлеба и мучных кондитерских изделий, содержащих от 10 до 25 % муки из зародышевой фракции семян сои, позволяет повысить содержание белка по сравнению с контрольным от 46 до 74 %, а токоферола (витамина Е) – от 40 до 100 %.

Зародышевая фракция, семена сои, мука, хлеб, мучные кондитерские изделия, пряничные изделия, овсяное печенье, химический состав, витамин Е, специализированные продукты

Введение

Одним из эффективных способов повышения адаптационных возможностей организма космонавтов является алиментарный фактор в виде сбалансированного питания, обеспечивающего в достаточном количестве поступление в организм незаменимых компонентов пищи – витаминов, органических кислот, минеральных веществ, белков, жиров, углеводов, веществ антиоксидантной природы и иммуномодуляторов.

При этом с учетом периода полета, физических и нервно-эмоциональных нагрузок особая значимость отводится специализированным продуктам с направленными физиолого-биохимическими свойствами [1].

Данная проблема является актуальной в связи с ускоренным развитием космической отрасли и строительством космодрома «Восточный».

Решение данной проблемы возможно прежде всего благодаря использованию биологически активного сырья Дальневосточного региона. В качестве данного вида сырья могут быть использованы семена сои, а в качестве одного из компонентов, обладающих направленными физиолого-биохимическими свойствами, – зародышевая фракция.

Данная фракция является отходом в производстве необезжиренной соевой муки и крупы. Химический состав зародышевой фракции характеризуется средним содержанием протеина в количестве 40,8 %, жира – 11,4 %, углеводов – 43,4 % и минеральных веществ – 4,4 % [2–5].

Особенностью состава этой фракции является то, что ее жир содержит токоферолы, обладающие, как известно, высокой антиоксидантной активностью.

Целью работы является разработка рациональных способов и схем получения биологически активного компонента из семян сои и продуктов питания специализированного назначения, полученных на его основе.

Задачи исследования:

- разработка технологии получения биоактивного соевого компонента в виде зародышевой муки;
- разработка технологии хлеба и мучных кондитерских изделий, полученных с добавлением зародышевой соевой муки.

Научная новизна заключается в разработке научно обоснованного технологического подхода к получению биоактивных фракций, которые являются отходом переработки семян сои на необезжиренную муку и крупу с последующим выделением из него зародышевой фракции и трансформацией ее в мучной биоактивный компонент.

Практическая значимость работы заключается в возможности получения специализированных продуктов питания космонавтов, полученных с использованием продуктов переработки семян сои и обладающих антиоксидантной активностью за счет содержания токоферолов.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являются:

- семена сои амурских сортов «Соната» и «Гармония», отвечающие требованиям ГОСТ 17109-88 «Соя. Требования при заготовках и поставках» и

хранившиеся при температуре 10 °С в течение двух месяцев;

- мука из зародышевой фракции семян сои тех же сортов;

- образцы готовой продукции – хлеб, пряничные изделия и овсяное печенье, полученные с добавлением муки из зародышевой фракции семян сои.

Общим методологическим подходом к проведению исследований по данному направлению является системный подход, методы математического анализа и планирования многофакторного эксперимента по обоснованию режимов и параметров технологии.

В процессе исследований использовались следующие методы: биохимический состав исходного сырья и готовых продуктов определяли с помощью инфракрасного сканера FOSSNIRSystem 5000 (Швеция); определение массовой доли: влаги, жира, витамина Е по соответствующим ГОСТам.

Энергетическую ценность готовой продукции рассчитывали, используя коэффициенты Рубнера.

Для органолептической оценки использовали методы парных сравнений и балльных шкал.

Результаты и их обсуждение

На рис. 1 приведена технологическая схема получения соответствующих соевых фракций в виде порошка и муки на оборудовании линии по производству необезжиренной соевой муки и крупы КПСМ-850 производительностью 850 кг/ч [3].

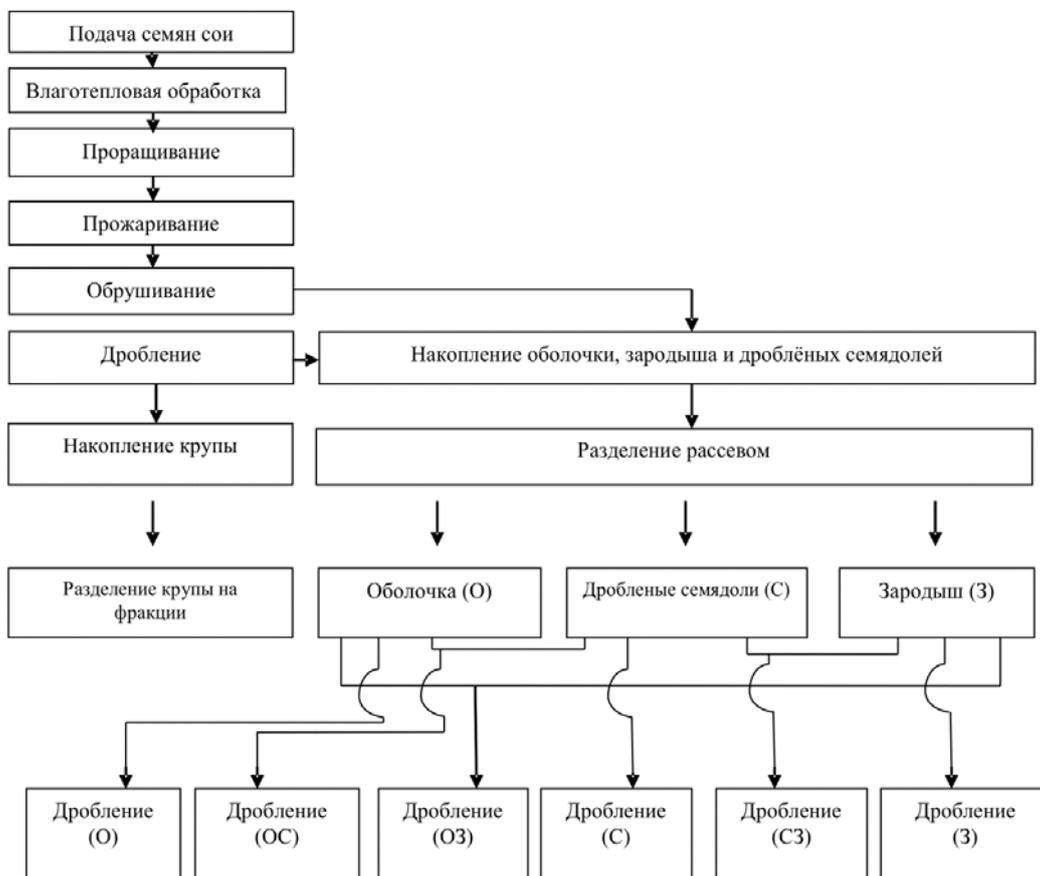


Рис. 1. Технологическая схема получения биоактивных фракций семян сои соответствующей физической формы при производстве соевой крупы на агрегате КПСМ-850: ОС – оболочко-семядолевая, ОЗ – оболочко-зародышевая и СЗ – семядоле-зародышевая бинарные композиции

Установлены оптимальные значения параметров и режимов:

- для влаготепловой обработки:
 - подача семян сои – 0,1 кг/с;
 - температура – 110–119 °С;
 - частота ворошения семян в потоке – 0,4 с⁻¹;
- для прожаривания:

- частота ворошения в жаровне – 0,28 с⁻¹;
- температура – 120 °С;
- влажность – 20,3 %.

На рис. 2 представлена конструктивно-технологическая схема получения муки на основе зародышевой и других фракций семян сои, разработанная авторами статьи в результате проведенных исследований.

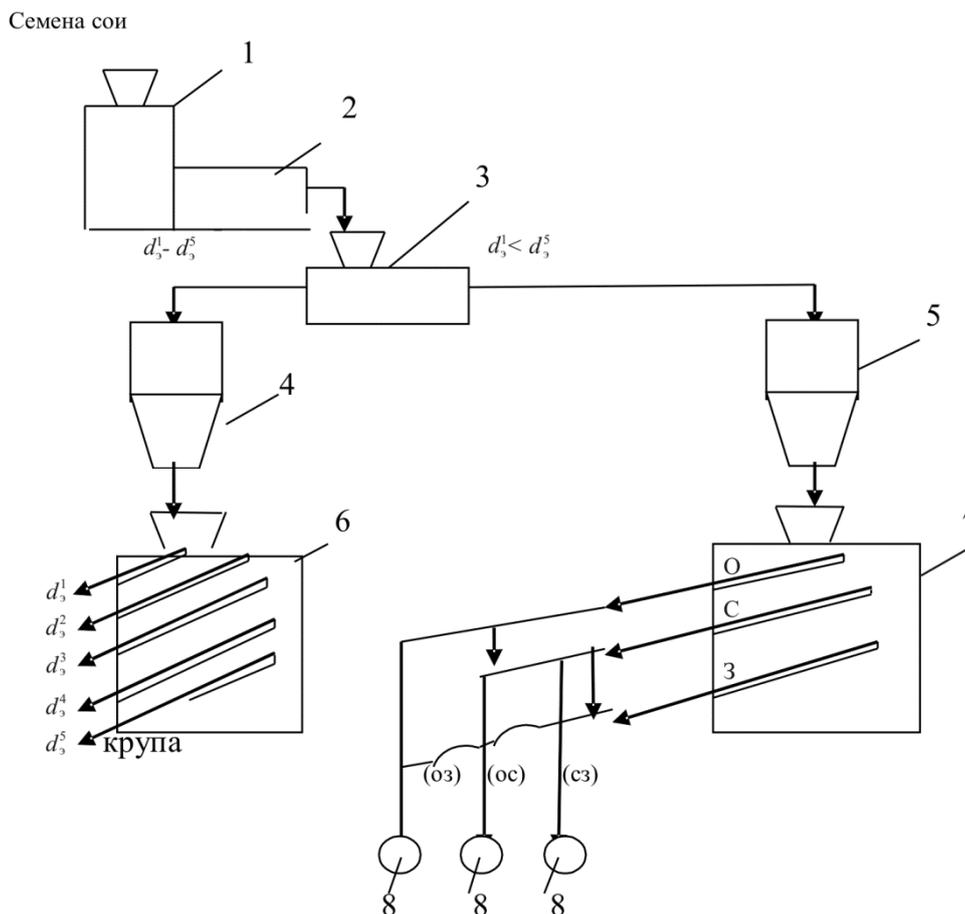


Рис. 2. Конструктивно-технологическая схема линии по производству муки из зародышевой фракции семян сои: 1 – пропариватель; 2 – жаровня; 3 – мельница грубого помола; 4 – бункер для крупы; 5 – бункер для «отхода»; 6 – рассев для крупы; 7 – рассев для «отхода»; 8 – мельница вихревая

При осуществлении данной технологии (рис. 1, 2) [3, 4] семена сои сорта «Соната» через загрузочный бункер поступают в пропариватель агрегата, где прогреваются за счет контакта с поверхностью донной паровой рубашки, перемешиваются и увлажняются паром, выходящим через отверстия в лопастях мешалки. После окончания процесса семена сои через патрубок выхода продукта поступают по лотку в полость барабана, где происходит подсушивание оболочек и нагрев семян. В результате такой обработки шелуха легко отделяется от зерна. Семена сои, сыпавшись с лотка, падают на дно барабана, где захватываются наклонными пластинами, поднимаются и высыплются на нагревательный элемент.

Здесь они заполняют межтрубное пространство, ограничиваемое фартуками и движущимся возвратно-поступательно поддоном с отверстиями. Медленно перемещаясь между трубами и через отверстия в поддоне, семена нагреваются и прожариваются. Регулировкой угла наклона барабана, а

также регулировкой положения шибера выгрузки организуют необходимое движение семян сои и время их контакта с трубами нагревательного элемента. Кроме этого, для создания необходимых параметров в процессе термообработки семян полость барабана продувается воздушным потоком, регулировка которого осуществляется открытием (закрытием) заслонки воздухоотвода.

Внутри барабана перегородками на нагревательном элементе образованы три зоны, через которые последовательно проходят семена сои. В первой зоне происходит интенсивное подсушивание оболочек и подготовка семян к последующему обжариванию. Во второй зоне осуществляется процесс обжарки семян, в результате которого происходит инактивация вредных для организма антипитательных веществ, содержащихся в сое, в частности уреазы. В третьей зоне происходит охлаждение семян и выгрузка из агрегата. Семена из нижней части барабана захватываются ковшами и через

окно выгрузки подаются на разгрузочный желоб, по которому высыпается из агрегата.

Конструкция агрегата дает возможность организовать термообработку семян и зернобобовых культур в потоке. Для контроля температуры семян на выходе на последнем имеется датчик. Для изменения числа оборотов барабана агрегат комплектуется ведомыми звездочками.

Затем семена сои поступают в мельницу грубого помола 3, где дробятся с получением различных видовых и размерных фракций:

- крупяных с диаметром $d_3^1 - d_3^5$;
- оболочковой (О);
- зародышевой (З);
- дробленых семядолей с диаметром d_3^6 менее d_3^5 (рис. 2).

Первая фракция направляется в бункер-накопитель 4, а затем в рассев 6. Вторая, третья и четвертая фракции направляются в бункер-накопитель 5, а затем на рассев 7.

На рассеве 7 происходит разделение «отхода» в виде вторичного соевого сырья на три фракции – оболочковую, семядолевую и зародышевую, которые после разделения могут направляться для формирования оболочко-зародышевой, оболочко-семядолевой и семядоле-зародышевой бинарных композиций (рис. 1 и 2).

Данные фракции или композиции направляются на дробление в измельчители 8, где измельчаются в муку или порошок в зависимости от дальнейшего их назначения и использования, при этом соотношение фракций в композициях также зависит от

каждого из конкретных вариантов приготовления пищевых продуктов и обусловлено многочисленными их рецептурами.

Полученная в результате данной переработки зародышевая мука из семян сои имеет приятные ореховые запах и вкус.

В качестве основных видов продуктов специализированного назначения в рамках данного исследования нами приняты следующие:

- хлебобулочные изделия специализированного и функционального назначения;
- молочнокислые биопродукты;
- мясные продукты заданного состава и свойств;
- кондитерские изделия повышенной биологической ценности.

Известен способ приготовления хлебобулочных изделий, включающий добавление в пшеничную муку 10 % соевого компонента, приготовление на их основе теста, формование изделий и их выпечку (С.В. Кудрявцев, В.И. Манжесов). Однако полученные продукты имеют относительно низкие органолептические показатели в связи с наличием в них соевого привкуса и запаха. А разработанная нами мука из зародышевой фракции семян сои имеет приятный вкус и запах, улучшающие органолептические показатели готовых продуктов.

На рис. 3–5 представлены разработанные на основании проведенных исследований технологические схемы производства хлеба и мучных кондитерских изделий повышенной биологической ценности.

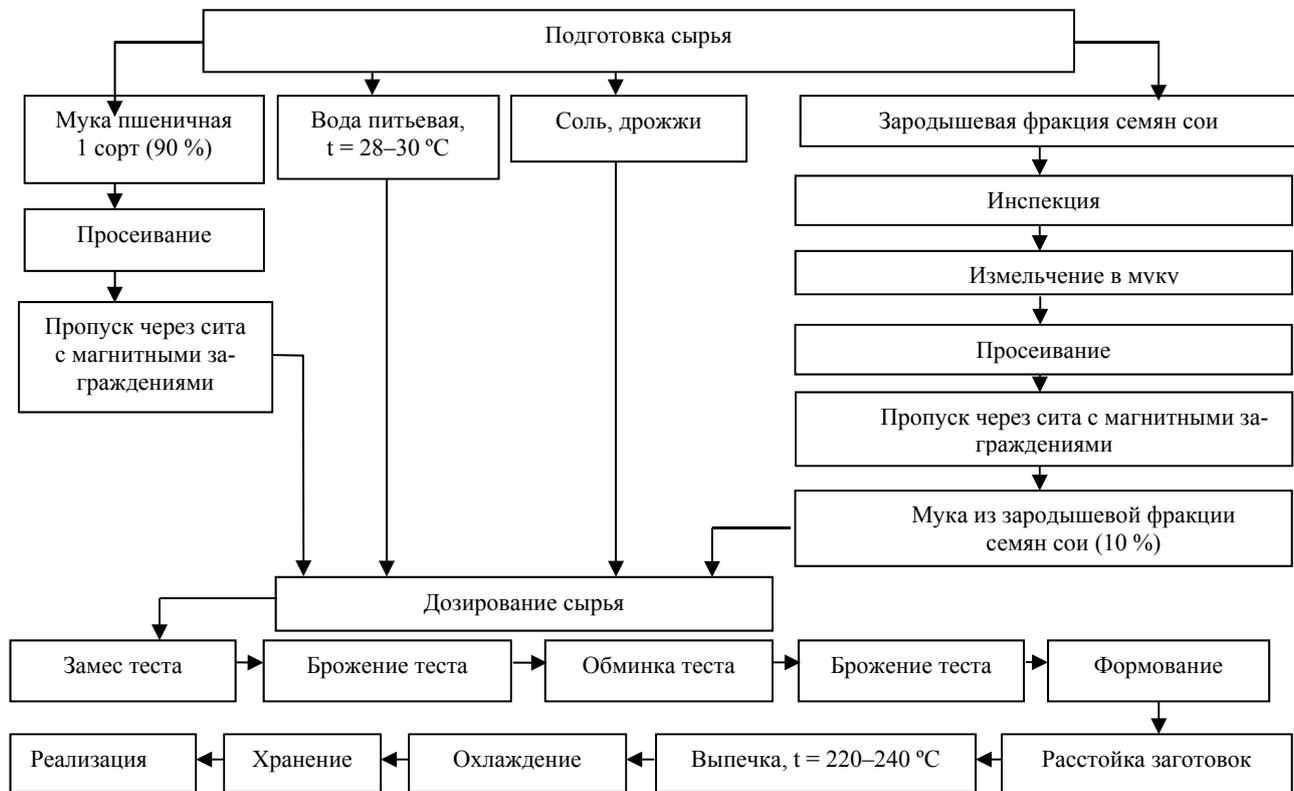


Рис. 3. Технологическая схема приготовления хлеба с использованием муки из зародышевой фракции семян сои

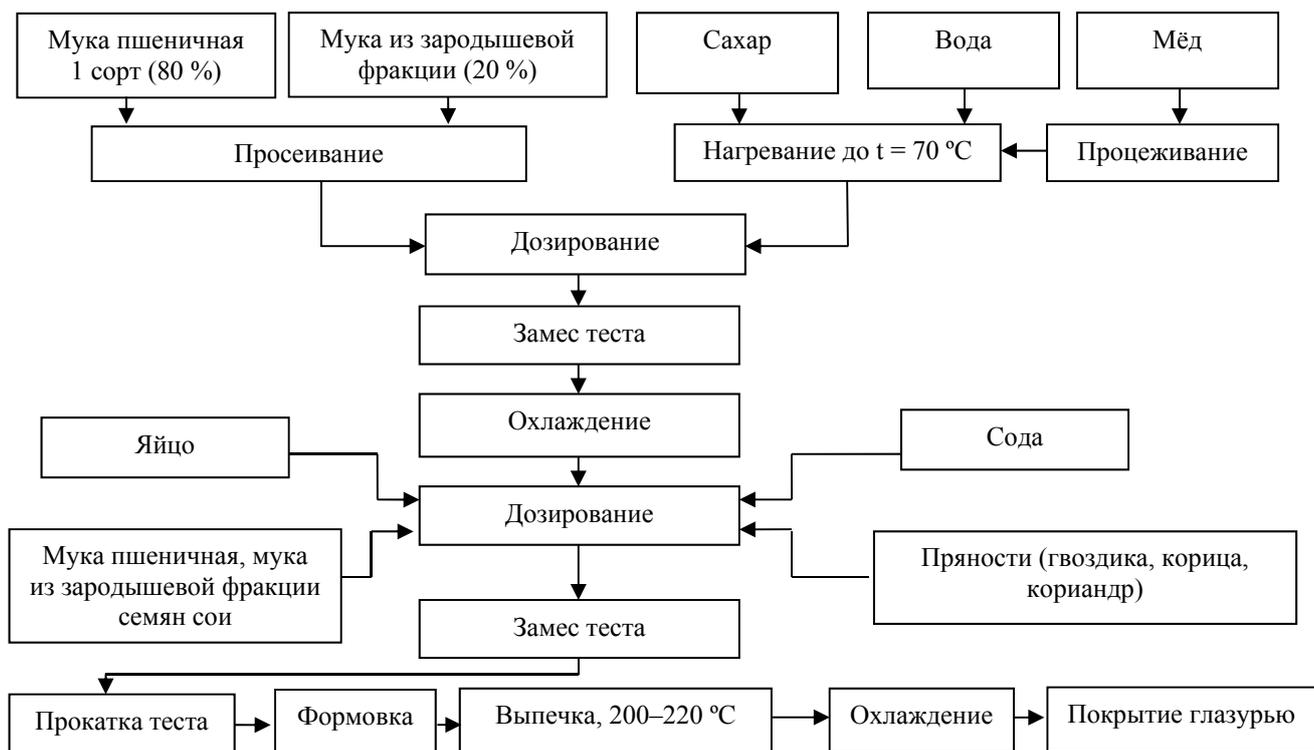


Рис. 4. Технологическая схема приготовления пряников с использованием соевой зародышевой муки

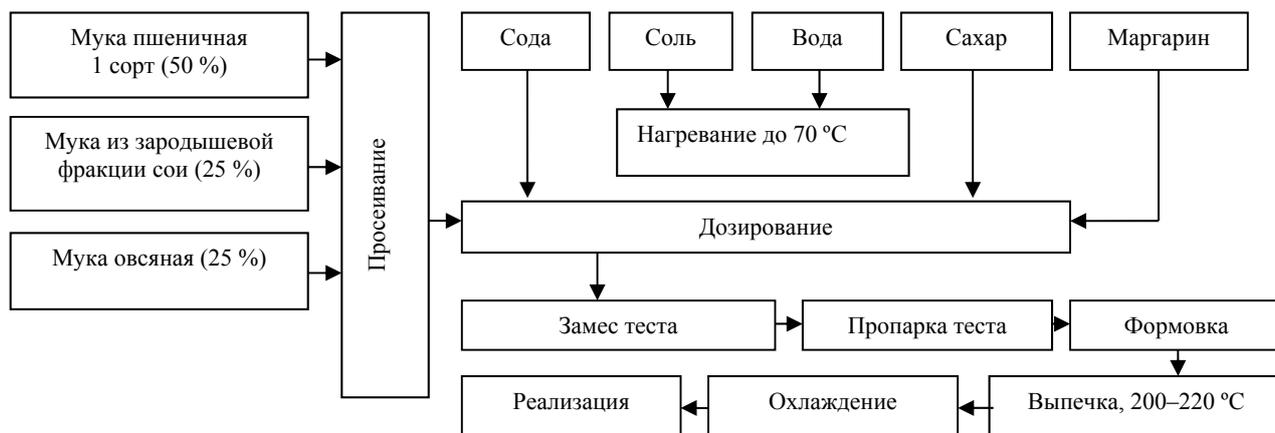


Рис. 5. Технологическая схема производства печенья овсяного с добавлением соевой зародышевой муки

В табл. 1 приведены сравнительные данные по химическому составу и биологической ценности разработанных продуктов.

Анализ данных показывает, что разработанные продукты по сравнению с аналогами имеют повышенное содержание растительных белков (от 46 до 73 %), включающих незаменимые аминокислоты. При этом содержание витамина Е в разработанных продуктах составляет 40, 80 и 100 % от суточной физиологической потребности человека, что в соответствии с ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые функциональные» позволяет отнести их и к функциональным.

Кроме того, как видно из таблицы, происходит увеличение общего содержания минеральных веществ в обогащенных продуктах по отношению к продуктам, полученным из пшеничной муки. Это объясняется тем, что основное количество минеральных веществ зерновых продуктов сосредоточено в зародышевой части и оболочках. А удаление их при производстве муки высших сортов и крупы приводит к обеднению их минерального состава.

Рекомендуемая суточная норма потребления хлеба с добавлением зародышевой соевой муки составляет около 200 г, пряников – 100 г, печенья овсяного – 80 г.

Сравнительный химический состав и биологическая ценность продуктов без использования и с использованием муки из зародышевой фракции термообработанной сои

| Продукты | Содержание, г/100 г | | | | | | Энергетическая ценность, ккал/100 г |
|--|---------------------|------|----------|-------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| | белки | жиры | углеводы | минеральные вещества, % | витамин Е, мг/100 г | % от СФП* по витамину Е | |
| Хлеб из муки пшеничной | 7,6 | 0,9 | 56,7 | 1,8 | 2,3 | 8,0 | 266,1 |
| Хлеб с добавлением муки из зародышевой фракции сои (10 %) | 10,9 | 1,2 | 54,6 | 2,4 | 12,0 | 40,0 | 290,2 |
| Пряник из муки пшеничной «Ленинградский» по ГОСТ 15810-96 | 6,3 | 6,8 | 31,0 | 2,0 | 2,4 | 8,0 | 210,4 |
| Пряники с добавлением муки из зародышевой фракции сои (20 %) | 13,1 | 7,5 | 39,0 | 2,8 | 24,0 | 80,0 | 215,4 |
| Печенье овсяное – мука пшеничная + мука овсяная по ОСТ 10061-95 | 5,3 | 5,2 | 76,1 | 2,0 | 3,4 | 11,0 | 428,0 |
| Печенье овсяное с добавлением муки из зародышевой фракции сои (25 %) | 11,3 | 6,9 | 61,0 | 2,5 | 30,0 | 100,0 | 351,0 |

*СФП – суточная физиологическая потребность человека.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований научно обоснованы технологические подходы к получению биологически активного компонента пищевых систем в виде муки из зародышевой фракции семян сои, содержащей витамин Е – природный антиоксидант.

Установлена возможность и доказана целесообразность использования соевой зародышевой муки в технологии хлеба и мучных кондитерских изделий повышенной биологической ценности в виде пряников и овсяного печенья для специализированного питания.

Список литературы

1. Добровольский, В.Ф. Научно-практические аспекты экологизации продуктов питания для космонавтов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 12. – С. 42–45.
2. Перкинс, Э.Г. Состав и физические характеристики соевых семян и соевых продуктов / Э.Г. Перкинс. – М.: Колос, 1998. – 45 с.
3. Обоснование параметров производства белково-углеводной муки из вторичного соевого сырья / С.М. Доценко, О.В. Скрипко, Г.В. Кубанкова [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – № 2. – С. 12–15.
4. Разработка технологии получения белково-углеводной добавки в виде муки / С.М. Доценко, О.В. Скрипко, С.А. Иванов [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 2 (33). – С. 50–55.
5. Биотехнологические аспекты создания поликомпонентных продуктов с использованием математического моделирования: монография / С.М. Доценко, О.В. Скрипко, В.А. Тильба, Б.И. Ющенко. – Благовещенск: ОАО «ПКИ Зея», 2011. – 180 с.
6. Петибская, В.С. Соя: химический состав и использование / В.С. Петибская. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2012. – 432 с.
7. Патент РФ № 2532979. Способ получения хлебобулочных и мучных кондитерских изделий функциональной направленности / Доценко С.М. – Оpubл. 20.11.2014, БИ № 321.

TECHNOLOGICAL APPROACH TO OBTAINING AND USING SOYBEAN SEED GERM FRACTION IN SPECIFIC FOODS

C.M. Dotsenko¹, I.V. Bibik^{1,*}, D.V. Kupchak², E.B. Obukhov³,
V.M. Gryzlov³, I.V. Agafonov³

¹Far Eastern State Agrarian University,
86, Politehnicheskaya Str., Blagoveshchensk, 650021, Russia

²Khabarovsk State Academy of Economics and Law,
134, Tikhookeanskaya Str., Khabarovsk, 680042, Russia

³Far Eastern Higher Military Command School,
158, Lenina Str., Blagoveshchensk, 650021, Russia

*e-mail: bibikevgeniya@mail.ru

Received: 11.03.2015

Accepted: 30.06.2015

During the accelerated development of space branch and construction of the cosmodrome "Vostochny" the development of technologies and compounding of specific foods for cosmonauts connected with their physical and nervous-emotional activity is an actual problem. The purpose of our research is the development of obtaining the ways and schemes of obtaining of biologically active component from soya seeds and foodstuffs of specialized purposes. During the research and the development of specific foods the following methods were used: the biochemical structure of initial raw material and finished products were defined by means of infra-red scanner FOSSNIR System 5000 (Sweden); mass fraction, moisture, fat, vitamin E were found according to corresponding standards. Power value of finished goods was calculated using Rubnera factors. The method of pair comparisons and mark scales was used for organoleptic evaluation. The result of the given research is the development of a scientifically proved technological approach to obtaining of flour from germ fraction of soya seeds, the technological scheme including moisture-heat processing, germination, frying and decortications of soya seeds, and decomposition and fraction dressing with their subsequent crushing. The chemical composition and biological value of specific foods produced with the addition of germ soya flour has been investigated. It has been established that in the formula of bread and flour confectionery containing from 10% to 25 % of flour from germ fraction of soya seeds allows us to raise the content of fiber in comparison with control samples from 46% to 74 %, and that of tocopherol (vitamin E) from 40% to 100 %.

Germ fraction, soybean seeds, flour, bread, flour confectionery, cakes, oatmeal cookies, chemical composition, vitamin E, specific foods

References

1. Dobrovolskij V.F. Nauchno-prakticheskie aspekty jekologizacii produktov pitaniya dlja kosmonavtov [The Scientific and practical aspects of ecologization food products for astronauts]. *Khranenie i pererabotka selkhozsyrya* [Storage and Processing of Farm Products], 2008, no. 12, pp. 42–45.
2. Perkins Ye.G. *Sostav i fizicheskie harakteristiki soevyh semjan i soevyh produktov* [The composition and physical characteristics of soybean seeds and soybean products]. Moscow, Kolos, 1998. 40 p.
3. Dotsenko S.M., Skripko O.V., Kubankova G.V., Obukhov Ye.B., Korshenko L.O. Obosnovanie parametrov proizvodstva belkovo-uglevodnoj muki iz vtorichnogo soevogo syr'ja [Grounds of parameters and technology of production of albuminous carbohydrate flour from secondary soybean raw materials]. *Khranenie i pererabotka selkhozsyrya* [Storage and Processing of Farm Products], 2013, no. 2, pp. 12–15.
4. Dotsenko S.M., Skripko O.V., Ivanov S.A., Kubankova G.V. Razrabotka tehnologii poluchenija belkovo-uglevodnoj dobavki v vide muki [Development of technology for protein-carbohydrate additive production in the form of meal]. *Tekhnika i tekhnologija pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2014, vol. 33, no. 2, pp. 50–55.
5. Dotsenko S.M., Skripko O.V., Til'ba V.A., Jushhenko B.I. *Biotehnologicheskie aspekty sozdaniya polikomponentnyh produktov s ispol'zovaniem matematicheskogo modelirovanija* [Biotechnological aspects of multicomponent products using mathematical modeling]. Blagoveshchensk, PKI Zeja JSC, 2011. 180 p.
6. Petibskaja V.S. *Soja: himicheskij sostav i ispol'zovanie* [Soybeans: chemical composition and use]. Maykop, Polygraph-South, 2012. 432 p.
7. Dotsenko S.M. *Sposob poluchenija hlebobulochnyh i muchnyh konditerskih izdelij funkcional'noj napravlenosti* [A process for preparing bakery and flour confectionery functional orientation]. Patent RF, no. 2532979321, 2014.

Дополнительная информация / Additional Information

Обоснование технологических подходов к получению и использованию зародышевой фракции семян сои в пищевых продуктах спецназначения / С.М. Доценко, И.В. Бибик, Д.В. Купчак, Е.Б. Обухов, В.М. Грызлов, И.В. Агафонов // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 75-82.

Dotsenko S.M., Bibik I.V., Kupchak D.V., Obukhov E.B., Gryzlov V.M., Agafonov I.V. Technological approach to obtaining and using soybean seed germ fraction in specific foods. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 75-82 (In Russ.).

Доценко Сергей Михайлович

д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», 650021, Россия, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86

Бибик Ирина Васильевна

канд. техн. наук, доцент, заведующая кафедрой безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», 650021, Россия, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, тел.: +7 (4162) 52-53-96, e-mail: bibikevgeniya@mail.ru

Купчак Дарья Владимировна

канд. техн. наук, старший преподаватель, ФГБОУ ВПО «Хабаровская государственная академия экономики и права», 680042, Россия, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 134

Обухов Евгений Борисович

канд. техн. наук, доцент, Дальневосточное высшее общевойсковое командное училище им. Маршала Советского Союза К.К. Рокоссовского, 650021, Россия, г. Благовещенск, ул. Ленина, 158

Грызлов Владимир Михайлович

канд. воен. наук, профессор, Дальневосточное высшее общевойсковое командное училище им. Маршала Советского Союза К.К. Рокоссовского, 650021, Россия, г. Благовещенск, ул. Ленина, 158

Агафонов Игорь Викторович

заместитель начальника по материально-техническому снабжению, Дальневосточное высшее общевойсковое командное училище им. Маршала Советского Союза К.К. Рокоссовского, 650021, Россия, г. Благовещенск, ул. Ленина, 158

Sergey M. Dotsenko

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Far Eastern State Agrarian University, 86, Politehnicheskaya Str., Blagoveshchensk, 650021, Russia

Irina V. Bibik

Cand. Tech. Sci., Associate Professor, Head of the Department of Health and Safety, Far Eastern State Agrarian University, 86, Politehnicheskaya Str., Blagoveshchensk, 650021, Russia, phone: +7 (4162) 52-53-96, e-mail: bibikevgeniya@mail.ru

Darya V. Kupchak

Cand. Tech. Sci., Senior Lecturer, Khabarovsk State Academy of Economics and Law, 134, Tikhookeanskaya Str., Khabarovsk, 680042, Russia

Evgeniy B. Obukhov

Cand. Tech. Sci., Associate Professor, Far Eastern Higher Military Command School, 158, Lenina Str., Blagoveshchensk, 650021, Russia

Vladimir M. Gryzlov

Cand. Mil. Sci., Professor, Far Eastern Higher Military Command School, 158, Lenina Str., Blagoveshchensk, 650021, Russia

Igor V. Agafonov

Deputy Chief of for Logistics, Far Eastern Higher Military Command School, 158, Lenina Str., Blagoveshchensk, 650021, Russia



ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ БАРОВАКУУМНОЙ СУШКИ СЫРОВ ПРИ НАЧАЛЬНОМ ПОВЫШЕНИИ И Понижении Давления

В.А. Ермолаев*, Е.А. Равнюшкин

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

*e-mail: ermolaevvla@rambler.ru

Дата поступления в редакцию: 28.04.2015

Дата принятия в печать: 30.06.2015

Сушка в условиях вакуума является одним из наиболее распространенных способов консервирования пищевых продуктов. Интенсифицировать данный процесс возможно за счет использования переменного давления – путем организации баровакуумной сушки. Настоящая работа посвящена исследованию процессов, происходящих при сушке продуктов в условиях переменного давления. В качестве объектов сушки выступали мягкие сыры, такие как Адыгейский, Рокфор и Русский камамбер. Опыты проводили при двух различных условиях: когда изначально объект сушки выдерживался под остаточным давлением с последующей сушкой под избыточным давлением и в условиях, когда объект изначально выдерживался под избыточным давлением с последующим обезвоживанием в условиях вакуума. В ходе опытов были установлены зависимости относительной массы мягких сыров, а также температуры в сушильной камере и в продукте от времени сушки. Установлено время обезвоживания мягких сыров: при изначальном понижении давления сушка сыров Адыгейский, Рокфор и Русский камамбер длится соответственно 490, 450 и 420 мин, при изначальном повышении давления – от 200 до 340 мин в зависимости от вида сыра и длительности выдержки. Приведены данные сравнения показателей сушки при баровакуумном и вакуумном способе обезвоживания. Обнаружено, что сушка при изначальном повышении давления является более эффективной. Анализ проведенных исследований позволил установить, что мягкие сыры наиболее эффективно выдерживать при избыточном давлении в течение 15 мин. Сухие сыры при таком режиме характеризуются органолептической оценкой в 62–64 балла из 75.

Баровакуумная сушка, мягкие сыры, давление

Введение

Внедрение нетрадиционных способов консервирования продуктов питания является важной задачей пищевой промышленности. Среди всех способов консервирования особо выделяется сушка. Такой метод основан на том, что при удалении влаги из продукта прекращаются либо значительно замедляются процессы жизнедеятельности микроорганизмов.

За последние десятилетия разработано достаточно большое количество способов сушки пищевых продуктов, основанных на разных принципах. Сушка с использованием вакуума позволяет проводить процесс более эффективно, поскольку в таком случае удается снизить температуру кипения влаги в продукте и проводить процесс при более низкой температуре. Для интенсификации процесса сушки в вакууме разработано достаточно много способов. Одной из разновидностей такого способа обезвоживания является баровакуумная сушка. Данная сушка осуществляется в среде переменного давления, за счет чего в продукте также возникает градиент давления, способствующий интенсификации процесса миграции влаги из внутренних слоев на поверхность и ее последующего испарения в окружающую среду [1, 2, 3].

В настоящее время баровакуумная сушка используется преимущественно для обезвоживания пиломатериалов. Несмотря на ее эффективность, в пищевой промышленности данный способ обезвоживания совершенно не исследован, данную техно-

логию рассматривают преимущественно в деревообрабатывающей промышленности [1, 4, 5].

Целью настоящей работы является исследование возможности использования баровакуумной сушки для обезвоживания мягких сыров и анализ влияния параметров данной сушки на эффективность процесса.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов сушки выступали мягкие сыры, такие как Адыгейский, Рокфор и Русский камамбер. Химический состав данных сыров отражен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав мягких сыров [6]

| Показатель | Массовая доля компонента | | |
|-------------------------------|--------------------------|--------|------------------|
| | Адыгейский | Рокфор | Русский камамбер |
| Вода, % | 56,0 | 45,0 | 52,0 |
| Белки, % | 19,8 | 20,5 | 15,3 |
| Жиры, % | 19,8 | 27,5 | 28,8 |
| Насыщенные жирные кислоты, % | 12,7 | 15,3 | 18,3 |
| Холестерин, мг% | 54,0 | 62,0 | 78,0 |
| Сумма моно- и дисахаридов, % | 1,5 | 0 | 0,1 |
| Усвояемые углеводы, % | 1,5 | 0 | 0,1 |
| Органические кислоты, % | 0,1 | 1,8 | 0,9 |
| Зола, % | 2,8 | 5,2 | 2,6 |
| Энергетическая ценность, ккал | 264 | 335 | 324 |

Вышеуказанные мягкие сыры характеризуются достаточно высокой массовой долей влаги, которая составляет 40÷60 %. Содержание белков в рассмотренных сырах составляет порядка 15÷20 %. Соотношение белков и жиров в мягких сырах Адыгейский, Рокфор и Русский камамбер равно соответственно 1:1; 1:1,3 и 1:1,9. По концентрации золы сыры Адыгейский и Русский камамбер примерно равны – содержание данного элемента составляет соответственно 2,8 и 2,6 %, в то время как у сыра Рокфор наблюдается повышенное содержание золы – 5,2 %. Данный сыр из всех представленных сыров характеризуется также наибольшей энергетической ценностью в 335 ккал.

Баровакуумную сушку осуществляли следующим образом. При сушке с изначальным понижением давления после укладки продукта в рабочую камеру включали вакуум-насос, создающий давление 4–5 кПа. Продукт выдерживали при пониженном давлении в течение 5 мин, после чего давление повышали до атмосферного, нагнетали избыточное давление в 25 кПа и включали лампы нагрева, повышающие температуру в камере до 60 °С. Весь последующий процесс сушки осуществлялся при повышенном давлении. При сушке с изначальным повышением давления вначале производили создание избыточного давления в камере 25 кПа, продукт выдерживали при таких условиях в течение 1, 5, 15 и 30 мин (в различных опытах), после чего давление сбрасывали до атмосферного, производили вакуумирование камеры до остаточного давления 6–7 кПа и включали инфракрасные лампы, нагревающие продукт до 60 °С.

Органолептическую оценку проводили по таким показателям, как запах, вкус, цвет, консистенция, форма. Каждый из показателей оценивался по 15-балльной шкале. Суммарная оценка составляла 75 баллов.

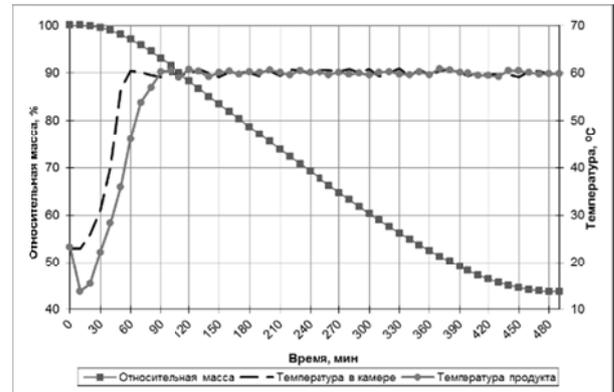
Результаты и их обсуждение

Вначале были проведены экспериментальные исследования баровакуумной сушки сыров при начальном понижении давления в камере. Предполагалось, что пониженное давление в камере будет способствовать интенсивному движению влаги из внутренних слоев наружу, а последующее повышение давления до атмосферного и создание избыточного давления позволит снизить энергозатраты на сушку ввиду меньшего потребления мощности вакуумного насоса.

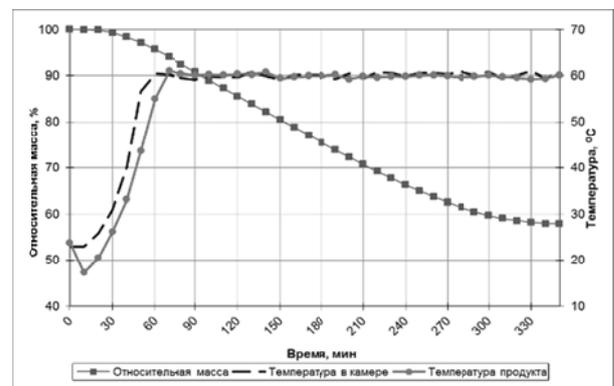
В ходе исследований снимались показания массы сыров в процессе сушки, температуры в камере и в центре продукта. Соответствующие графики представлены на рис. 1.

После включения вакуум-насоса за счет резкого уменьшения давления наблюдается понижение температуры продукта на 5÷10 °С. Относительная масса при этом меняется незначительно. После выдержки продукта при пониженном давлении в течение 5 мин осуществлялось повышение давления до атмосферного, создание избыточного давления и включались инфракрасные лампы нагрева. При этом происходил значительный рост скорости уда-

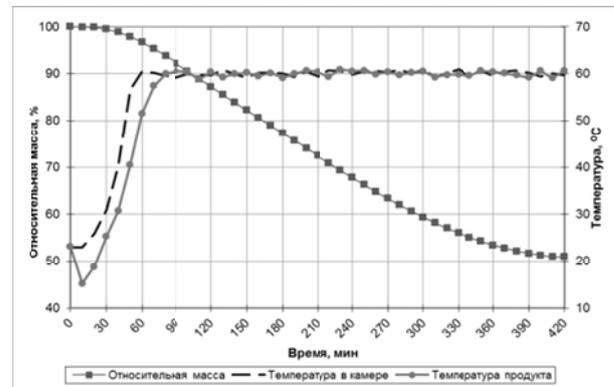
ления влаги, наибольшие значения которой наблюдались через 90÷120 мин после начала процесса и составляли порядка 10 %/ч.



а



б



в

Рис. 1. Графики изменения относительной массы и температуры в процессе баровакуумной сушки сыров Адыгейский (а), Рокфор (б) и Русский камамбер (в)

Температура в камере достигала заданного значения в 50 °С через 60 мин после начала процесса сушки. Что касается продукта, то температура в нем достигала нужного уровня через 90, 70 и 80 мин соответственно для сыров Адыгейский, Рокфор и Русский камамбер. После того как продукт прогревался до необходимой температуры, наблюдалось относительное постоянство скорости сушки. Через 210÷240 мин скорость сушки начинает снижаться. Сушка осуществлялась до достижения содержания влаги в продукте порядка 5 %.

Установлено, что продолжительность сушки сыров с большим исходным содержанием влаги выше. Так, длительность баровакуумной сушки Адыгейского сыра составила 490 мин, для сыров Рокфор и Русский камамбер это время было равно 420 и 350 мин.

Для сравнения эффективности были проведены также исследования по вакуумной сушке сыров при той же температуре, в ходе которых определялась продолжительность сушки и органолептические показатели готового продукта.

Сравнительный анализ продолжительности сушки, энергозатрат и органолептической оценки представлен в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительный анализ показателей сушки

| Показатель | Адыгейский | Рокфор | Русский камамбер |
|--------------------------------------|------------|--------|------------------|
| Вакуумная сушка | | | |
| Органолептическая оценка, балл | 62 | 63 | 61 |
| Время сушки, мин | 360 | 230 | 280 |
| Удельные энергозатраты, кВт/кг влаги | 3,45 | 2,98 | 3,16 |
| Баровакуумная сушка | | | |
| Органолептическая оценка, балл | 62 | 61 | 60 |
| Время сушки, мин | 490 | 350 | 420 |
| Удельные энергозатраты, кВт/кг влаги | 1,18 | 1,02 | 1,24 |

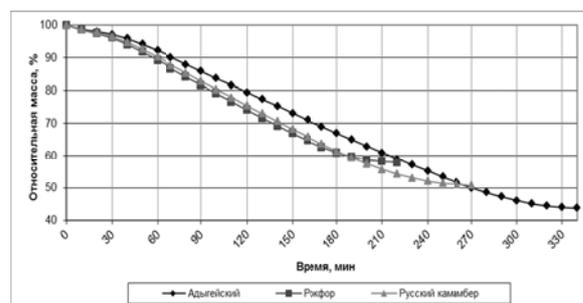
Представленные результаты исследований показывают, что использование баровакуумной сушки при изначальном понижении давления не дает возможности повысить качество продукта по сравнению с сырами вакуумной сушки. Общая органолептическая оценка сухих сыров вакуумной и баровакуумной сушки составила 60÷63 балла из 75 для различных наименований сыров.

Баровакуумная сушка с изначальным понижением давления дает возможность снизить энергозатраты на сушку, что обусловлено меньшим энергопотреблением вакуум-насоса. Однако при этом значительно повышается продолжительность процесса: на 120÷160 мин. Кроме того, суммарная органолептическая оценка при обоих способах сушки практически одинаковая, в некоторых случаях при баровакуумной сушке она ниже, что дает основания утверждать о нецелесообразности использования такого способа сушки.

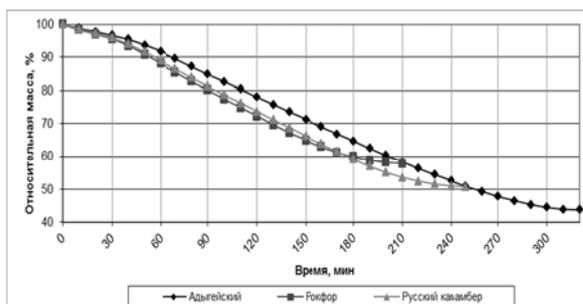
Следующим этапом было исследование процессов баровакуумной сушки при изначальном повышении давления. Именно такой способ используется при сушке древесины [6]. За счет выдержки продукта под избыточным давлением происходит быстрый прогрев продукта до заданной температуры за счет более высокой теплоемкости сушильного агента и возникающего градиента давления

между продуктом и окружающей средой после понижения давления до атмосферного и вакуумирования рабочей камеры.

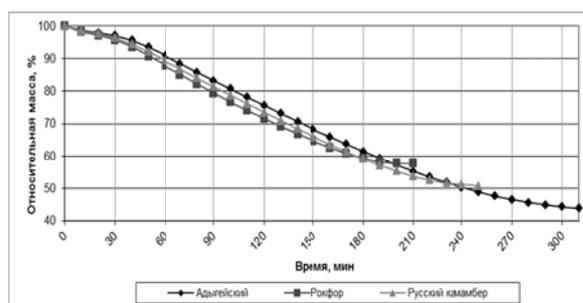
Опыты проводили при той же температуре нагрева 60 °С. При этом исследовали влияние продолжительности выдержки продукта при избыточном давлении, составляющем 25 кПа перед вакуумной сушкой при температуре теплоносителя 60 °С. На рис. 2 представлены графики изменения относительной массы мягких сыров при баровакуумной сушке с изначальным повышением давления.



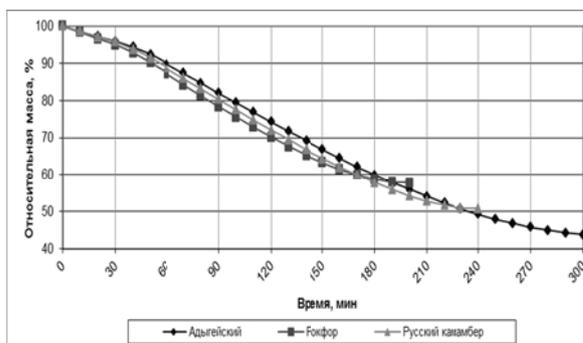
а



б



в



г

Рис. 2. Графики изменения относительной

массы мягких сыров в процессе баровакуумной сушки при выдержке 1 мин (а), 5 мин (б), 15 мин (в) и 30 мин (г)

Сравнительный анализ данных показывает, что использование предварительного повышения давления является более эффективным по сравнению с предварительным вакуумированием и позволяет сократить продолжительность сушки. При этом с повышением длительности выдержки сокращается время обезвоживания. На первом этапе, когда продукт выдерживают под избыточным давлением при заданной температуре, наблюдается повышение скорости сушки до $8 \div 10$ %/ч. После установленного промежутка времени давление резко сбрасывали до атмосферного и производили вакуумирование камеры. При этом наблюдалось некоторое снижение температуры продукта на $5 \div 15$ °С. Скорость сушки достигала своего наибольшего значения через $60 \div 70$ мин и составляла от 12 до 18 %/ч в зависимости от вида сыра и длительности выдержки под избыточным давлением. Через $90 \div 210$ мин (в зависимости от длительности выдержки и вида сыра) скорость сушки начинает снижаться.

Для сравнения эффективности режимов сушки на рис. 3 представлены графики зависимости продолжительности обезвоживания и величины энергозатрат.

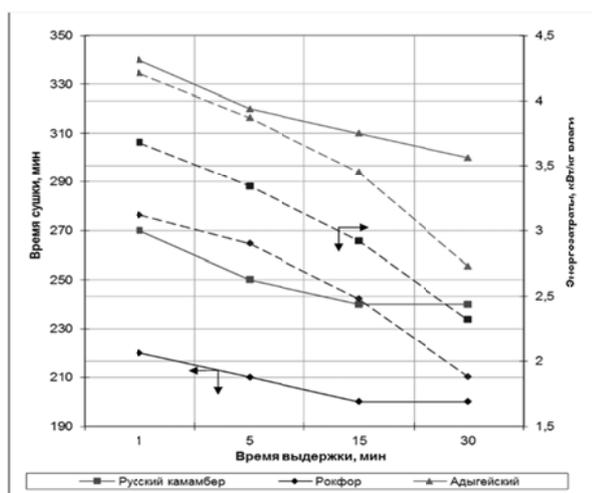


Рис. 3. Зависимость времени сушки (сплошная линия) и величины удельных энергозатрат (штриховая линия) от длительности выдержки продукта под избыточным давлением при баровакуумной сушке

При повышении длительности выдержки за счет сокращения времени сушки, а также за счет уменьшения времени действия вакуум-насоса

наблюдается снижение энергозатрат. Так, увеличение длительности выдержки от 1 до 5 мин влечет за собой снижение энергозатрат в среднем на 8 %. Дальнейшее повышение времени выдержки до 15 и 30 мин обуславливает сокращение удельных энергозатрат еще в среднем на 12 и 22 % соответственно.

Длительность сушки при повышении продолжительности выдержки от 1 до 15 мин сокращается на 30 мин для сыров Адыгейский и Русский камамбер и на 20 мин для сыра Рокфор. При дальнейшем повышении времени выдержки до 30 мин лишь у сыра Адыгейский наблюдается сокращение продолжительности сушки на 10 мин.

Для выбора конкретного времени выдержки продукта под избыточным давлением необходимо учитывать также влияние режимов на качественные показатели продукта. В табл. 3 представлены соответствующие данные по органолептической оценке сыров.

Таблица 3

Органолептическая оценка сухих сыров, балл

| Время выдержки, мин | Адыгейский | Рокфор | Русский камамбер |
|---------------------|------------|--------|------------------|
| 1 | 66 | 65 | 67 |
| 5 | 65 | 64 | 65 |
| 15 | 64 | 62 | 63 |
| 30 | 60 | 59 | 58 |

Наибольшие показатели органолептической оценки наблюдались при выдержке продукта в течение 1 мин и составляли $65 \div 67$ баллов. Повышение длительности выдержки до 5 и 15 мин приводило к снижению качественной оценки до $64 \div 65$ и $62 \div 64$ баллов. Повышение длительности выдержки до 30 мин приводило к уменьшению качественной оценки до $58 \div 60$ баллов. Установлено, что сыры наиболее эффективно выдерживать при избыточном давлении в течение 15 мин. По сравнению с выдержкой в 1 мин удается сократить время сушки на $20 \div 30$ мин и снизить энергозатраты на 20 %. Выдерживать продукт в течение 30 мин нецелесообразно, поскольку при этом существенно теряется качество продукта.

Таким образом, в результате проведенной работы установлено, что баровакуумную сушку мягких сыров эффективнее осуществлять при изначальном повышении давления. При этом длительность выдержки продукта должна составлять порядка 15 мин. При данном режиме и температуре нагрева 60 °С время сушки сыров Адыгейский, Рокфор и Русский камамбер составляет 310, 200 и 240 мин соответственно, а органолептическая оценка – $62 \div 64$ балла из 75.

Список литературы

1. Ковальский, В.А. Баровакуумные сушилки / В.А. Ковальский // Химическая промышленность. – 2005. – Т. 82. – № 5. – С. 249–252.
2. Ковальский, В.А. Баровакуумные сушилки / В.А. Ковальский // Пищевая промышленность. – 2005. – № 6. – С. 6–7.
3. Ковальский, В.А. Агрегат для баровакуумной сушки пиломатериалов / В.А. Ковальский // Деревообрабатывающая промышленность. – 2005. – № 1. – С. 8–11.
4. Defo, M., Fortin, Y. and Cloutier, A. Modeling superheated steam vacuum drying of wood. Drying Technology, 2004, no. 22, pp. 2231–2253.
5. Гареев, Ф.Х. Нетрадиционная сушка древесины: вакуумная и СВЧ / Ф.Х. Гареев // Лесная промышленность. – 2004. – № 5. – С. 62–63.
6. Пат. 2307298, МПК F26B9/06, F26B5/04, F26B21/04. Агрегат для баровакуумной сушки пиломатериалов / Ковальский В.А. – № 2006122368/06; заявл. 22.06.2006; опублик. 27.09.2007.

INVESTIGATION OF BAROVACUUM CHEESE DRYING AT INITIAL PRESSURE INCREASE AND DECREASE

V.A. Ermolaev*, E.A. Ravnushkin

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

*e-mail: ermolaevvla@rambler.ru

Received: 28.04.2015

Accepted: 30.06.2015

Vacuum drying is one of the most widespread ways of food preservation. It is possible to intensify this process using alternating pressure i.e. performing barovacuum drying. The given work is devoted to investigation of processes taking place during food products drying under the conditions of alternating pressure. Soft cheeses, such as “The Adygei cheese”, “The Roquefort cheese” and “The Russian Camembert cheese”, were the objects of drying. Experiments were made under two different conditions: when the object of drying was initially held under the residual pressure with subsequent drying under the excessive pressure, and under the conditions when the object was initially held under the excessive residual pressure with subsequent dehydration under vacuum. During the experiments, the dependences of relative mass of soft cheeses as well as the temperatures in the drying chamber and in the product on the drying time have been established. The dehydration time of soft cheeses has been determined. At the initial decrease of pressure the drying of “The Adygei cheese”, “The Roquefort cheese” and “The Russian Camembert cheese” lasts 490, 450 and 420 min respectively. At the initial increase of pressure, it lasts from 200 to 340 min depending on the type of cheese and the duration of curing. The comparison data of drying indices when using barovacuum and vacuum dehydration have been given. It has been revealed that drying at the initial increase of pressure is more effective. The analysis of the conducted studies enables to establish that it is more effective to hold soft cheeses under excessive pressure for 15 min. At such a mode, the organoleptic mark of dry cheeses is 62-64 points out of 75 points.

Barovacuum drying, soft cheeses, pressure

References

1. Koval'skij V.A. Barovakuumnye sushilki [Barovacuum dryers]. *Himicheskaja promyshlennost'* [Chemical Industry], 2005, vol. 82, no. 5, pp. 249–252.
2. Koval'skij V.A. Barovakuumnye sushilki [Barovacuum dryers]. *Pishhevaja promyshlennost'* [Food Industry], 2005, no. 6, pp. 6–7.
3. Koval'skij V.A. Agregat dlja barovakuumnoj sushki pilomaterialov [Unit for barovakuumny drying of timber]. *Derevoobrabatyvajushhaja promyshlennost'* [Woodworking industry], 2005, no. 1, pp. 8–11.
4. Defo M., Fortin Y. and Cloutier A. Modeling superheated steam vacuum drying of wood. *Drying Technology*, 2004, no. 22, pp. 2231–2253.
5. Gareev F.H. Netradicionnaja sushka drevesiny: vakuumnaja i SVCh [Nonconventional drying of wood: vacuum and microwave oven]. *Lesnaja prom'shshennost'* [Timber Industry], 2004, no 5, pp. 62–63.
6. Koval'skij, V.A. Agregat dlja barovakuumnoj sushki pilomaterialov [The unit for barovacuum drying of timber]. Patent RF, no. 2307298, 2007.

Дополнительная информация / Additional Information

Ермолаев, В.А. Исследование процессов баровакуумной сушки сыров при начальном повышении и понижении давления / В.А. Ермолаев, Е.А. Равнюшкин // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 83-87.

Ermolaev V.A., Ravnushkin E.A. Investigation of barovacuum cheese drying at initial pressure increase and decrease. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 83-87 (In Russ.).

Ермолаев Владимир Александрович

д-р техн. наук, доцент кафедры теплохладотехники, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (904) 965-85-39, e-mail: ermolaevvla@rambler.ru

Равнюшкин Елисей Андреевич

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

Vladimir A. Ermolaev

Dr. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Heat Refrigerant Equipment, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (904) 965-85-39, e-mail: ermolaevvla@rambler.ru

Elisey A. Ravnushkin

Postgraduate Student of the Department of Heat Refrigerant Equipment, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia



ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫМ ВЫМОРАЖИВАНИЕМ

И.А. Короткий, Е.В. Короткая*, А.В. Учайкин

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

*e-mail: krot69@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 03.06.2015

Дата принятия в печать: 21.07.2015

Вода является основным видом сырья в пищевом производстве. Ее состав имеет огромное влияние на качественные характеристики и технологические свойства выпускаемой продукции: прозрачность, вкус, стойкость, безопасность, биологическая ценность и др. Для нашего времени характерна высокая степень загрязнения окружающей среды, в том числе и источников природной воды, которая используется в производстве. В природной воде можно обнаружить огромный спектр загрязнений как естественного, так и антропогенного характера. Очистные сооружения и станции водоподготовки в отношении органических ингредиентов выполняют лишь функции барьера, но этот условный барьер не приносит стопроцентного результата. Стоит отметить, что в процессе водоочистки возможно образование еще и дополнительных токсикантов, которые также оказывают негативное влияние на показатели используемой воды. Работа посвящена исследованию процессов очистки воды разделительным вымораживанием в кристаллизаторе емкостного типа. Представлены результаты экспериментов по разделительному вымораживанию воды при различных температурах и продолжительности процесса кристаллизации. Установлена зависимость массы образующегося льда от времени и температуры кристаллизации, построены графики изменения толщины слоя льда, а также температурные кривые на теплообменной поверхности кристаллизатора. В результате экспериментальных исследований получены графики, отражающие зависимость удельного энергопотребления от времени и толщины слоя намораживаемого льда. Изучено влияние скорости льдообразования на качественные показатели воды (цветность, содержание сухого остатка, общая жесткость, окисляемость, содержание хлоридов и фторидов). На основании полученных зависимостей определены энергоэффективные режимы разделительного вымораживания, позволяющие получить воду с высокими показателями качества.

Разделительное вымораживание, кристаллизатор, очистка воды

Введение

Вода – одно из самых распространенных веществ на нашей планете, она является одним из важнейших компонентов системы жизнеобеспечения. В то же время вода служит сырьем для огромного количества технологий во всех отраслях промышленности. Являясь прекрасным растворителем неорганических, органических веществ и газов, природная вода представляет собой раствор тех веществ, с которыми она контактировала в процессе круговорота. Эти вещества могут быть как полезны, так и вредны для человеческого организма. В пищевой промышленности к качеству воды предъявляются особые требования, так как от этого напрямую зависит качество выпускаемой продукции. Для того чтобы сделать воду пригодной для использования в промышленности или для питья, она должна пройти специальную подготовку, в процессе которой воду освобождают от вредных примесей. Такой технологический процесс называют водоподготовкой. Набор технологических процессов, используемых в технологиях водоподготовки, зависит от состояния исходной воды, требований к конечному продукту, а также от возможностей производителя [1–4].

Важнейшими показателями качества воды, определяющими ее пригодность в пищевой промышленности, являются: прозрачность, сухой оста-

ток, рН, общая жесткость, окисляемость, содержание коррозионно-активных газов, таких как кислород и углекислый газ.

Для использования в пищевых производствах интересным и перспективным методом очистки воды представляется очистка воды вымораживанием [2, 4, 5].

Физико-химическая основа очистки воды методом вымораживания состоит в следующем: при замерзании растворов кристаллизуется чистый растворитель – вода, а раствор насыщается остатком растворенных веществ. Удаление насыщенного примесями раствора и плавление льда завершают процесс водоподготовки [6, 7].

Процессы разделительного вымораживания происходят в кристаллизаторах косвенного охлаждения. В таких кристаллизаторах на теплообменной поверхности происходит намораживание льда за счет отвода теплоты кристаллизации хладоносителем. В таких аппаратах не происходит механического удаления льда с поверхности теплообмена, по завершении процесса кристаллизации жидкий остаток с примесями сливается из центральной части емкости, после чего намороженный лед плавится и удаляется из аппарата. Это позволяет значительно упростить технологию разделительного вымораживания и повысить эффективность очистки воды разделительным вымораживанием. Применение

технологии вымораживания позволит исключить из технологического процесса водоподготовки этапы: очистки воды от механических примесей; осветления воды и удаления активного хлора; умягчения; обессоливания; удаления растворенных газов.

Таким образом, целью настоящей работы является исследование процесса разделительного вымораживания воды в кристаллизаторе емкостного типа, установление наиболее эффективных технологических параметров его работы и определение показателей качества вымороженной воды.

Объекты и методы исследований

Для проведения экспериментальных исследований был использован емкостной кристаллизатор и контрольно-измерительный комплекс регистрации температур [8, 9].

Эксперимент проводился в течение 15, 30, 60, 90, 120 и 180 мин при температурах хладоносителя -2, -5, -7 и -10 °С. Расчет высоты намороженного льда ($h_{л}$, м) проводили по формуле

$$h_{л} = \frac{4 \cdot V_{см}}{\pi \cdot D^2}, \quad (1)$$

где $V_{см}$ – объем водолеяной смеси (определяется как сумма объема незамороженной воды и намороженного льда), м³; D – диаметр рабочей емкости криоконцентратора, равный 0,174 м. При определении объема водолеяной смеси учитывались значения плотности воды и льда, составляющие соответственно 0,9982 и 0,917 г/см³.

Внутренний диаметр ледяного массива ($D_{л.м.}$, м) рассчитывали по формуле

$$D_{л.м.} = \sqrt{\frac{D^2 - 4 \cdot V_{л}}{\pi \cdot h_{л}}}, \quad (2)$$

где $V_{л}$ – объем образовавшегося льда, м³.

Толщина намороженного слоя льда (S , мм) определялась по формуле

$$S = \frac{D - D_{л.м.}}{2} \cdot 1000. \quad (3)$$

В качестве исходной воды использовали воду из водопроводной сети города Кемерово. Определяли показатели качества вымороженной воды: цветность по ГОСТ 3351-74; содержание сухого остатка по ГОСТ 18164-72; общая жесткость по ГОСТ 4151-72; перманганатная окисляемость по ГОСТ 55684-2013; содержание хлоридов по ГОСТ 4245-72; массовая концентрация фторидов по ГОСТ 4386-89.

Энергетические затраты разделительного вымораживания определялись экспериментально с помощью электронного счетчика ватт-часов потребленной энергии «Меркурий-203.2Т», классом точности 1.

Результаты и их обсуждение

После запуска холодильная машина работает непрерывно до тех пор, пока температура хладоносителя не достигнет заданного значения. Необходи-

мое для этого время, при установленных значениях температуры хладоносителя ($t_{хл}$) -2, -5, -7 и -10 °С составило 25, 60, 96 и 160 мин соответственно (рис. 1). Далее холодильная машина работает в циклическом режиме для поддержания заданной температуры хладоносителя в допустимом диапазоне, установленном перед началом эксперимента, что подтверждает наблюдаемый волнообразный характер температурных кривых на рис. 1.

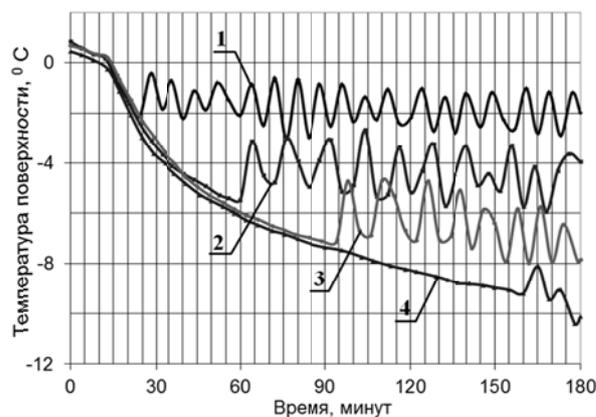


Рис. 1. Зависимость температуры теплообменной поверхности кристаллизатора от времени замораживания при $t_{хл}$: 1 – -2 °С; 2 – -5 °С; 3 – -7 °С; 4 – -10 °С

Количество вымороженной воды в процессе кристаллизации определяли по разности объемов исходной и незамерзшей воды. Результаты определения количества вымороженной воды в зависимости от времени и температуры хладоносителя представлены в табл. 1.

Таблица 1

Количество вымороженной воды в процессе кристаллизации, кг

| Время, мин | Температура хладоносителя $t_{хл}$, °С | | | |
|------------|---|------|------|------|
| | -2 | -5 | -7 | -10 |
| 15 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| 30 | 0,41 | 0,45 | 0,45 | 0,45 |
| 60 | 0,66 | 0,95 | 1,00 | 1,01 |
| 90 | 0,87 | 1,24 | 1,43 | 1,46 |
| 120 | 1,08 | 1,50 | 1,70 | 1,81 |
| 180 | 1,39 | 1,95 | 2,25 | 2,43 |

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что на начальном этапе, который составляет 30 мин, количество вымороженной воды при всех заданных температурах хладоносителя практически одинаково, так как к этому времени температура хладоносителя достигает заданного уровня лишь при установленном значении температуры -2 °С (рис. 1). Далее с увеличением продолжительности процесса вымораживания и понижением температуры хладоносителя масса вымороженной воды увеличивается.

Масса льда, образовавшегося в процессе кристаллизации, зависит от продолжительности вымо-

раживания, температуры хладоносителя, а также размера и формы кристаллизатора. Поэтому важной характеристикой процесса разделительного вымораживания является толщина слоя намораживаемого льда.

Для определения толщины слоя намороженного льда использовали формулы (1)–(3). По полученным данным был построен график зависимости толщины слоя намораживаемого льда от времени кристаллизации при различных значениях температуры хладоносителя (рис. 2).

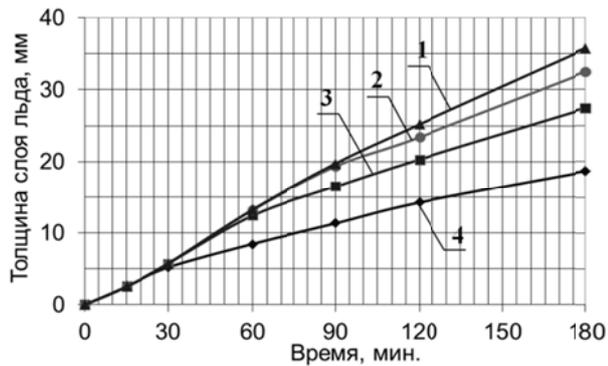


Рис. 2. Зависимость толщины слоя намораживаемого льда от времени при $t_{хл.}$:
1 – $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$; 2 – $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$; 3 – $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$; 4 – $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$

Анализ полученных графических зависимостей позволяет сделать вывод, что скорость льдообразования имеет нелинейный характер. При температурах хладоносителя -10 , -7 и $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ наибольшая скорость образования льда наблюдалась через 30–60 мин после начала процесса замораживания и в среднем составила $0,24\text{ мм/мин}$. При температуре хладоносителя $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ максимальная скорость льдообразования наблюдалась в первые 30 мин замораживания. Дальнейшее увеличение времени кристаллизации до 180 мин приводило к снижению скорости льдообразования в среднем в 1,4–1,8 раза при различных температурах хладоносителя. Уменьшение скорости льдообразования при увеличении продолжительности замораживания обусловлено тем, что по мере увеличения толщины слоя льда термическое сопротивление между теплообменной поверхностью и водой повышается, что снижает эффективность отвода теплоты.

Следующим этапом работы являлось определение наиболее эффективных технологических параметров процесса разделительного вымораживания воды с целью ее очистки в кристаллизаторе емкостного типа.

Энергетические затраты процесса разделительного вымораживания состоят из расхода электроэнергии на привод компрессора холодильной машины кристаллизатора. Расход электроэнергии на вымораживание при различных температурных режимах представлен в табл. 2.

При температуре хладоносителя $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ зависимость энергопотребления от времени имела практически линейный характер. Это связано с тем, что из 180 мин общего времени кристаллиза-

ции холодильная машина работала в непрерывном режиме 160 мин и лишь 20 мин в циклическом режиме (рис. 1). Повышение температуры хладоносителя до $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ приводит к незначительному снижению энергопотребления, незначительное уменьшение энергопотребления по сравнению с $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ наблюдается через 120 мин замораживания. Дальнейшее повышение температуры хладоносителя до -5 и $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ приводит к значительному снижению энергозатрат. Через 180 мин кристаллизации энергозатраты при температуре хладоносителя $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ были на 40 % ниже, чем при температуре хладоносителя $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблица 2

Величина энергопотребления в процессе кристаллизации, кВт·ч

| Время, мин | Температура хладоносителя, $^{\circ}\text{C}$ | | | |
|------------|---|-------|-------|-------|
| | -2 | -5 | -7 | -10 |
| 15 | 0,035 | 0,035 | 0,035 | 0,035 |
| 30 | 0,065 | 0,070 | 0,070 | 0,070 |
| 60 | 0,110 | 0,135 | 0,140 | 0,140 |
| 90 | 0,150 | 0,193 | 0,210 | 0,210 |
| 120 | 0,190 | 0,250 | 0,272 | 0,280 |
| 180 | 0,250 | 0,350 | 0,395 | 0,410 |

Для определения наиболее энергоэффективных режимов разделительного вымораживания был построен график зависимости удельного энергопотребления (кДж/кг вымороженной влаги) от толщины слоя образовавшегося льда (рис. 3).

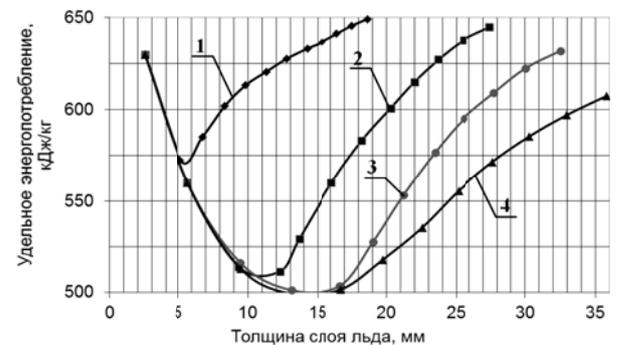


Рис. 3. Зависимость удельного энергопотребления от толщины слоя льда в процессе кристаллизации при температуре хладоносителя:
1 – $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$; 2 – $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$; 3 – $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$; 4 – $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$

Из графика, приведенного на рис. 3, видно, что каждой температуре хладоносителя соответствовал свой оптимум толщины слоя льда с минимальным удельным энергопотреблением. При температурах хладоносителя -2 и $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, наименьшие энергозатраты на вымораживание 1 кг воды наблюдались при толщине слоя льда соответственно $5\div 6$ и $9\div 12\text{ мм}$. В том случае, когда температура хладоносителя составляла -7 и $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, наименьшее удельное энергопотребление соответствовало толщине слоя льда $13\div 16\text{ мм}$. Было также установлено, что кристаллизация при заданной температуре хладоносителя $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$

характеризовалась наименьшими удельными энергозатратами, которые при толщине слоя льда 13÷16 мм составили 500÷512 кДж/кг вымороженной влаги.

Таким образом, в ходе исследований было установлено, что разделительное вымораживание сопровождается наименьшими энергозатратами при непрерывной работе холодильной машины до достижения слоя льда 13÷16 мм. Разделительное вымораживание при более низких температурах ведет к повышению удельного энергопотребления и является нецелесообразным. В среднем на один литр чистой воды тратится 0,11 кВт·ч электроэнергии.

Следующий этап исследований заключался в определении основных показателей качества воды (цветность, содержание сухого остатка, общая жесткость, перманганатная окисляемость, содержание хлоридов и фторидов) после разделительного вымораживания.

На рис. 4 представлен график анализа цветности исследуемой воды.

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что вымораживание в целом снижает цветность воды. Возможно, при низкотемпературном воздействии выпадают в осадок вещества, влияющие на показатели цветности воды, хотя изменения цветности очень незначительны.

Окисляемость водопроводной воды составила $(1,61 \pm 0,32)$ мгО/дм³. После вымораживания наименьшая окисляемость обнаружена у воды, вымороженной при температуре -2 °С, – $(0,25 \pm 0,05)$

мгО/дм³, а наибольшая – у воды, не замерзшей при температуре -2 °С, – $(1,84 \pm 0,37)$ мгО/дм³. При этом окисляемость воды, оставшейся не замерзшей при температуре -2 °С и при температуре -5 °С, отличалась незначительно.

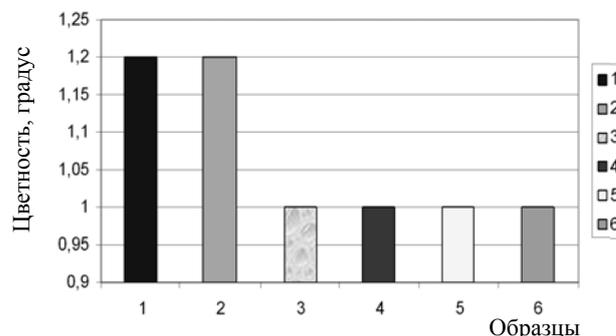


Рис. 4. График анализа цветности исследуемой воды:

- 1 – вода из водопроводной системы;
2 – отстоявшаяся вода;
3 – вымороженная при -2 °С; 4 – незамерзшая при -2 °С;
5 – вымороженная при -5 °С; 6 – незамерзшая при -5 °С

Существенное снижение окисляемости вымороженной воды объясняется тем, что при кристаллизации из воды вытесняются растворенные в ней газы, в том числе и кислород.

Результаты определения сухого остатка, общей жесткости, содержания хлоридов и фторидов исследуемой воды приведены в табл. 3.

Таблица 3

Химический состав исследованных образцов воды

| Показатель | | Сухой остаток, мг/дм ³ | Жесткость общая, °Ж | Хлориды, мг/дм ³ | Фториды, мг/дм ³ |
|--------------|-------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Исходная | | 154,4±15,4 | 2,5±0,4 | 8,2±1,7 | 0,19±0,04 |
| Вымороженная | -2 °С | 19,6±2,0 | 0,4±0,2 | 1,1±1,0 | 0,07±0,01 |
| | -5 °С | 26,8±2,7 | 0,6±0,2 | 2,3±1,1 | 0,10±0,02 |
| Незамерзшая | -2 °С | 157,1±15,7 | 3,0±0,4 | 9,4±1,6 | 0,24±0,05 |
| | -5 °С | 142,3±14,2 | 2,9±0,2 | 9,1±1,5 | 0,22±0,05 |

Приведенные результаты свидетельствуют о значительном влиянии разделительного вымораживания на содержание растворенных веществ. Наименьший сухой остаток имеет вода, вымороженная при температуре -2 °С, наибольший – вода, оставшаяся не замерзшей при температуре -2 °С. Больше содержание растворимых веществ в воде, вымороженной при температуре -5 °С, вероятно, обусловлено большей скоростью процесса разделительного вымораживания при температуре -5 °С. При более высокой скорости кристаллизации в формирующийся массив льда захватывается большее количество растворенных веществ и, соответственно, меньшее их количество остается в жидкой фазе. Это подтверждается и распределением солей жесткости в исследуемых образцах воды. Наименьшую жесткость имеет вода, вымороженная при температуре -2 °С, наибольшую – оставшаяся не замерзшей при температуре -2 °С.

Содержание хлоридов и фторидов в исследуемых образцах воды имеет общий характер. Наименьшее

их содержание отмечено в воде, вымороженной при температуре -2 °С, а наибольшее – в воде, оставшейся не замерзшей при температуре -2 °С.

Характер полученных результатов свидетельствует о накоплении хлоридов и фторидов в незамерзшей воде и эффективном освобождении от них вымороженной воды.

Обобщая полученные результаты, можно сделать следующие выводы. Установлено, что наименьшим удельным затратам энергии соответствует работа холодильной установки при температуре хладоносителя -7÷-10 °С. Энергетически оптимальная толщина льда, намораживаемого в емкостном кристаллизаторе, составляет 13÷16 мм. Отмечено значительное улучшение показателей вымороженной воды по сравнению с водой из водопроводной сети. Лучшие показатели имеет вода, вымороженная при температуре -2 °С, это объясняется тем, что процесс разделительного вымораживания при данной температуре идет медленнее, поэтому выделение чистой воды идет более эффективно.

Список литературы

1. Карюхина, Т.А. Химия воды и микробиология / Т.А. Карюхина, И.Н. Чурбанова. – М.: Стройиздат, 1995. – 208 с.
2. Рябчиков, Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 328 с.
3. Широносков, В.Г. Приготовление питьевой воды высшего качества: анализ и перспективы // Экология и промышленность России. – 2008. – № 3. – С. 4–7.
4. Ивлева, А.М. Современные методы очистки воды / А.М. Ивлева, С.В. Образцов, А.А. Орлов. – Томск: ТПУ, 2010. – 78 с.
5. Gao W., Smith D.W., Sego D.C. Treatment of pulp mill and oil sands industrial wastewaters by the partial spray freezing process // *Water Res.* – 2004. – 38, № 3. – P. 579–584.
6. Пап, Л. Концентрирование вымораживанием / пер. с венгерского. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 96 с.
7. Консервирование пищевых продуктов холодом / И.А. Рогов, В.Е. Куцакова, В.И. Филиппов, С.В. Фролов. – М.: Колос, 1999. – 176 с.
8. Короткий, И.А. Исследование работы емкостного кристаллизатора для разделительного вымораживания жидких пищевых продуктов / И.А. Короткий, Д.Е. Федоров, Н.А. Тризно // *Техника и технология пищевых производств.* – 2012. – № 4. – С. 120–125.
9. Короткая, Е.В. Очистка воды вымораживанием в емкостном кристаллизаторе / Е.В. Короткая, И.А. Короткий, А.В. Учайкин // *Вестник КрасГАУ.* – 2015. – № 6. – С. 140–144.

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF WATER PURIFICATION USING SEPARATION FREEZING

I.A. Korotkiy, E.V. Korotkaya*, A.V. Uchaykin

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

*e-mail: krot69@mail.ru

Received: 03.06.2015

Accepted: 21.07.2015

Water is the main raw material in food production. Its structure has a huge impact on quality characteristics and technological properties of the products: transparency, taste, stability, safety, bioavailability etc. Our time is characterized by a high degree of environmental pollution, including the sources of natural water used in production. One can find a huge range of natural and man-made contaminants in natural water. Sewage treatment plants and water treatment plants for organic ingredients serve as a barrier, but this relative barrier has no perfect result. It should be noted that during water purification, the formation of additional toxicants having negative effect on water used is possible. The work is devoted to the research on water purification by means of separation freezing using a capacitive crystallizer. The results of water separation freezing experiments at different temperatures and crystallization process duration are presented. The dependence of the ice quantity on the process duration and crystallization temperature has been established. The graphs of the ice thickness as well as temperature curves for the heat transfer surface of the crystallizer have been obtained. As a result of experimental studies the graphs showing the dependence of the energy on the process duration and ice thickness have been obtained. The effect of the rate of ice formation on water quality parameters (color, solids content, total hardness, oxidation, the content of chloride and fluoride) has been studied. Based on these dependencies energy-efficient modes of separation freezing enabling us to get high quality water have been determined.

Separation freezing, crystallizer, water purification

References

1. Karyuhina T.A., Churbanova I.N. *Khimiya vody i mikrobiologiya* [Water chemistry and microbiology]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1995. 208 p.
2. Rjabchikov B.E. *Sovremennye metody podgotovki vody dlya promyshlennogo i bytovogo ispol'zovaniya* [Modern methods of water for industrial and domestic use]. Moscow, DeLee print Publ., 2004. 328 p.
3. Shironosov V.G. Prigotovlenie pit'evoy vody vysshego kachestva: analiz i perspektivy [Preparation of drinking water of the highest quality: analysis and prospects]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and industry of Russia], 2008, no. 3, pp. 4–7.
4. Ivlev A.M., Specimens S.V., Orlov A.A. *Sovremennye metody ochistki vody* [Modern methods of water purification]. Tomsk, TPU Publ., 2010. 78 p.
5. Gao W., Smith D.W., Sego D.C. Treatment of pulp mill and oil sands industrial wastewaters by the partial spray freezing process. *Water Res.*, 2004, vol. 38, no. 3, pp. 579–584.
6. Pap L. *Kontsentrirovanie vymorazhivaniem* [Concentration by freezing]. Moscow, Food processing Publ., 1982. 96 p.
7. Rogov I.A., Kazakova V.E., Filippov V.I., Frolov S.V. *Konservirovanie pishchevykh produktov kholodom* [Canning food cold]. Moscow, Kolos Publ., 1999. 176 p.
8. Korotkiy I.A., Fedorov D.E., Trizno N.A. Issledovanie raboty emkostnogo kristallizatora dlya razdelitel'nogo vymorazhivaniya zhidkikh pishchevykh produktov [Research work for the capacitance of the mold separation freezing liquid food]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2012, no. 4, pp. 120–125.

9. Korotkaya E.V., Korotkiy I.A., Uchaykin A.V. Ochistka vody vymorazhivaniem v emkostnom kristallizatore [Water purification by freezing in capacitive crystallizer]. *Vestnik krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of KrasGAU], 2015, no. 6, pp. 140–144.

Дополнительная информация / Additional Information

Короткий, И.А. Исследование процессов очистки воды разделительным вымораживанием / И.А. Короткий, Е.В. Короткая, А.В. Учайкин // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 88-93.

Korotkiy I.A., Korotkaya E.V., Uchaykin A.V. Investigation of the process of water purification using separation freezing. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 88-93. (In Russ.).

Короткий Игорь Алексеевич

д-р техн. наук, профессор кафедры теплохладотехники, декан заочного факультета, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 73-43-44, e-mail: krot69@mail.ru

Короткая Елена Валерьевна

д-р техн. наук, профессор кафедры аналитической химии и экологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-30, e-mail: lena_short@mail.ru

Учайкин Алексей Владимирович

аспирант кафедры теплохладотехники, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 73-43-44, e-mail: uchaikin_aleksei@mail.ru

Igor A. Korotkiy

Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of Heat Refrigerant Equipment, Dean of the Faculty of Extra Mural Studies, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 73-43-44, e-mail: krot69@mail.ru

Elena V. Korotkaya

Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of Analytical Chemistry and Ecology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-30, e-mail: lena_short@mail.ru

Alexey V. Uchaikin

Postgraduate Student of the Department of Heat Refrigerant Equipment, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 73-43-44, e-mail: uchaikin_aleksei@mail.ru



НИЗКОЧАСТОТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ДАВЛЕНИЙ В ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ КАК СПОСОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Д.Н. Люлька*, В.В. Пономаренко, С.Ю. Лементарь

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

*e-mail: lulkadm@ukr.net

Дата поступления в редакцию: 27.04.2015

Дата принятия в печать: 08.07.2015

Рассмотрена интенсификация массообменных процессов на примере экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки при воздействии на сокоотружечную смесь низкочастотных механических колебаний. Исследовано формирование и перемещение слоя сокоотружечной смеси под воздействием переменных силовых полей, которые создаются вращающимися лопастями транспортной системы колонного диффузионного аппарата, и их влияние на фильтрационную способность слоя, а соответственно, степень прогрева сокоотружечной смеси, скорость массопередачи сахарозы. Решена задача уплотнения слоя сокоотружечной смеси, что позволило выявить влияние ряда факторов на процесс распределения давления в слое и процесс фильтрации экстрагента через слой стружки. Получен закон изменения давления от времени для любого фиксированного сечения слоя, а также закон изменения давления по высоте слоя для любого фиксированного промежутка времени. Распределение давлений в сокоотружечной смеси под действием рабочих органов транспортных систем в аппаратах различных типов влияет на фильтрационную способность слоя стружки и соответственно формирует температурные поля в аппаратах. Получены результаты математического моделирования процесса сжатия пористой среды для волнообразного профиля транспортных лопастей диффузионных аппаратов, которые вызывают пульсационные низкочастотные колебания сокоотружечной смеси, что приводит к заметной интенсификации массообменных процессов. Их рекомендуется применять при профилировании рабочей поверхности элементов транспортных систем, при разработке новых и модернизации существующих промышленных экстракторов.

Диффузия, сок, стружка, сокоотружечная смесь, фильтрация, давление, структурно-механические свойства

Введение

Движущей силой любого массообменного процесса является разность концентраций. В случае гетерогенного процесса массоперенос осуществляется не только внутри фазы, но и через границу раздела фаз.

Увеличить движущую силу, а следовательно и скорость процесса, возможно следующими путями:

- 1) повысить концентрацию вещества (реагента), то есть работать с более концентрированным сырьем;
- 2) понизить равновесную концентрацию вещества на границе раздела фаз.

Первый путь не всегда может быть реализован, так как концентрация исходного целевого компонента в сырье зачастую ограничена.

Реализовать второй путь интенсификации процесса массопередачи возможно, изменяя внешние условия проведения процесса. Выбор способа смещения равновесия зависит от конкретного типа исследуемой системы.

Для системы газ-жидкость сместить равновесие процесса растворения газа в жидкости можно, увеличивая общее давление (соответственно увеличивается парциальное давление абсорбируемого газа) или уменьшая температуру, при наложении на газожидкостный поток низкочастотных механических колебаний. Интенсификация абсорбции также возможна при существенном увеличении относительной скорости движения фаз [1]. Эффективным

аппаратом для осуществления такой интенсификации является эжекционный аппарат.

Для систем газ-твердое тело и жидкость-твердое тело необходимо найти условия смещения равновесия процесса массопередачи. Обычно для этого понижают температуру и повышают давление. Для систем жидкость-жидкость, а также твердое тело-жидкость (когда твердое вещество растворяется в жидкости) обычно повышают температуру. Принципы смещения равновесия в процессах массопереноса те же, что и для химических равновесий.

Другим инструментом управления гетерогенным процессом, протекающим в диффузионной области, является коэффициент массопередачи K_m , который характеризует количество вещества, переданного из фазы в фазу через единицу поверхности в единицу времени при движущей силе, равной единице. Коэффициент массопередачи выше при более высоком коэффициенте молекулярной диффузии диффундирующего вещества в данной фазе, при интенсивной конвективной диффузии и малой толщине пограничного слоя δ .

Для повышения коэффициента конвективной диффузии и уменьшения толщины пограничного слоя используют различные методы турбулизации внешнего потока: повышение скорости движения, интенсификация перемешивания, вибрация поверхности, низкочастотные механические колебания, импульсный ввод энергии, воздействие электрических и магнитных полей и др.

Не следует стремиться к максимально возможной величине межфазной поверхности. Она должна быть оптимальной, так как слишком сильное диспергирование одной из фаз приводит к уносу ее из аппарата, снижению проницаемости слоя и другим нежелательным эффектам.

Научной основой интенсификации технологических процессов является выбор наиболее эффективных способов воздействия на исследуемую систему, установление и использование новых физических эффектов, теоретическое описание поведения системы под влиянием таких воздействий.

В работе рассмотрена интенсификация массообменных процессов на примере экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки при воздействии на сокоотружечную смесь низкочастотных механических колебаний.

Если в процессе противоточного экстрагирования участвует только 20...25 % всей внешней поверхности частиц, то благодаря низкочастотным механическим колебаниям при оптимальных параметрах активная поверхность частиц приближается к 100 %.

Из общих положений теории процесса экстрагирования следует, что для интенсификации процесса необходимо увеличивать движущую силу и уменьшать диффузионное сопротивление.

Главный параметр, с помощью которого можно изменять коэффициент диффузии экстрагируемого вещества в частицах растительного сырья, – температура. Однако повышение ее выше определенного уровня для случая экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки приводит к ухудшению свойств частиц, а в результате – ухудшению условий массоотдачи и соответствующему увеличению внешнего диффузионного сопротивления, так что суммарное диффузионное сопротивление окажется в результате не меньшим, а большим.

Таким образом, при экстракции сахарозы из свекловичной стружки температура не является определяющим средством интенсификации процесса экстрагирования.

Значительное влияние на внутреннее диффузионное сопротивление оказывает размер частиц. Уменьшение размера частиц является одним из самых мощных средств для увеличения количества переданного вещества.

Очевидно, с повышением степени измельчения сырья будет увеличиваться суммарная поверхность частиц и молекулярная (внутренняя) диффузия, так как становится больше разорванных клеток сырья, экстрагент более свободно проникает в клетку и увеличивается контакт сырья с растворителем. Вслед за увеличением молекулярной диффузии должна увеличиться и наружная (конвективная), то есть диффузия от поверхности частиц сырья в экстрагент, а значит, увеличится и количество проэкстрагированной сахарозы.

Однако гидродинамические условия течения экстрагента через слой частиц по мере уменьшения их размера значительно ухудшаются. Для каждого вида сырья и условий протекания процесса суще-

ствует минимальный размер частиц, при котором суммарное внутреннее и внешнее диффузионное сопротивление является минимальным. При дальнейшем уменьшении размера частиц внешнее диффузионное сопротивление увеличивается в большей степени, чем уменьшается внутреннее сопротивление [2].

Для интенсификации процесса экстрагирования необходимо уменьшение размера частиц способствовать улучшению условий массоотдачи от поверхности частиц к экстрагенту. При этом важно как увеличение относительной скорости фаз, так и то, чтобы вся поверхность частиц участвовала в процессе. По мере уменьшения размера частиц увеличивается блокирование поверхности одних частиц другими, уменьшаются поры, по которым движется жидкость, могут возникать области, в которых жидкость не циркулирует.

Описанные процессы экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки имеют место в промышленных вертикальных диффузионных аппаратах непрерывного действия. Структурно-механические свойства сокоотружечной смеси оказывают влияние на характер противоточного перемещения твердой фазы вдоль аппарата и фильтрационную способность слоя смеси, которая изменяется при изменении давления на нее рабочими органами транспортных систем. Увеличение скорости течения экстрагента через поры твердой фазы вызывает снижение равновесной концентрации сахарозы у поверхности раздела фаз, увеличивает коэффициент массопередачи.

Согласно нашим исследованиям на величину внешнего диффузионного сопротивления оказывает влияние фильтрационная способность слоя, повысить которую возможно при воздействии низкочастотных механических колебаний, которые генерируются в систему при вращении специально разработанной лопасти волнообразного профиля [3].

Объекты и методы исследований

В промышленных экстракторах при переработке сахарной свеклы различного качества, разной степени измельчения возможно появление застойных зон, пробок, сжатие слоя свекловичной стружки с уменьшением его фильтрационной способности, наблюдается неравномерность прогревания сокоотружечной смеси. Это приводит к снижению скорости массопередачи [4].

Нами рассмотрено формирование и распределение силовых полей и их влияние на поведение сокоотружечной смеси, ее фильтрационную способность, а соответственно, степень прогрева сокоотружечной смеси и скорость массопередачи при перемещении ее лопастями различной конструкции по высоте колонны.

Сокоотружечная смесь представляет собой двухфазную систему, которая состоит из свекловичной стружки и экстрагента. Состояние смеси характеризуется величиной удельного наполнения стружкой объема диффузионного пространства. У аппаратов различных типов эта величина различна и колеблется в пределах

400...850 кг/м³ [5]. В процессе работы диффузионного аппарата сокоотружечная смесь подвергается механическому воздействию разной интенсивности, что значительно влияет на процесс экстрагирования. Для оценки этого воздействия необходимо определить локальное направление движения жидкости в аппарате, так как градиент давлений перед рабочим органом и после него разный.

Таким образом, в результате исследований необходимо изучить вопрос о распределении давлений в сокоотружечной смеси и определить коэффициент фильтрации под действием сжимающих усилий, различных по величине при прохождении смеси рабочих органов, которые перемещают твердую фазу.

Для выявления влияния распределения давления в слое сокоотружечной смеси на его фильтрационную способность используем метод математического моделирования сжатия пористой среды.

Результаты и их обсуждение

Для построения математической модели процесса сжатия сокоотружечной смеси сделаем следующие предположения:

- слой свекловичной стружки полностью насыщен экстрагентом, состояние которого в порах считается свободным, несжатым и гидравлически непрерывным;
- слой стружки принимается линейно деформированным: возникающие напряжения в нем мгновенно вызывают его перемещение;
- слой стружки не структурирован и внешнее давление, которое прикладывается к ней, моментально полностью передается на сок;
- фильтрация сока в порах слоя стружки подчиняется закону Дарси.

Внешнее давление, приложенное к выделенному объему сокоотружечной смеси, составляет:

$$P = P_{\Pi} + P_C, \quad (1)$$

где P_{Π} – избыточное давление экстрагента в порах; P_C – давление, которое передается движущимися лопастями на части свекловичной стружки.

В начальный момент времени t_1 внешнее давление P полностью передается на сокоотружечную смесь, но в следующие промежутки времени давление в соке P_C будет уменьшаться, а давление, действующее на стружку P_{Π} , расти до тех пор, пока не станет равным внешнему давлению (рис. 1).

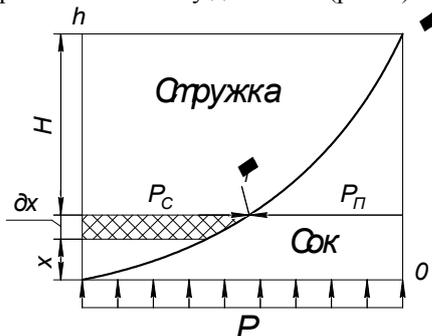


Рис. 1. Схема сжатия сокоотружечной смеси

Для элементарного слоя на глубине x в объеме сокоотружечной смеси увеличение расхода сока q равно уменьшению пористости слоя n :

$$\frac{\partial q}{\partial x} = -\frac{\partial n}{\partial t}, \quad (2)$$

где q – расход сока в направлении x ; n – объем сока в слое между стружкой.

Зависимость (2) представляет собой условие неразрывности движения сока в слое сокоотружечной смеси. По закону фильтрации Дарси для случая направленного движения сока (вдоль оси x) получим:

$$q = -k_{\phi} \cdot \frac{\partial H}{\partial x}, \quad (3)$$

где k_{ϕ} – коэффициент фильтрации; H – напор в соке.

Отсюда:

$$\frac{\partial q}{\partial x} = -k_{\phi} \cdot \frac{\partial^2 H}{\partial x^2}. \quad (4)$$

Принимая во внимание, что напор в соке H равен избыточному давлению экстрагента в порах P_{Π} , разделенному на ρ_{Π} и g , и учитывая уравнение (1), получим:

$$P_{\Pi} = P - P_C, \quad H = \frac{P_{\Pi}}{\rho_{\Pi} \cdot g}, \quad H = \frac{P - P_C}{\rho_{\Pi} \cdot g},$$

откуда:

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} = -\frac{1}{\rho_{\Pi} \cdot g} \cdot \frac{\partial^2 P_C}{\partial x^2}.$$

С учетом (4) имеем:

$$\frac{\partial q}{\partial x} = \frac{k_{\phi}}{\rho_{\Pi} \cdot g} \cdot \frac{\partial^2 P_C}{\partial x^2}. \quad (5)$$

Для преобразования правой части уравнения (2) введем понятие коэффициента пористости слоя сокоотружечной смеси e_{cc} . Поскольку выделенный единичный объем сокоотружечной смеси состоит из объема твердой фазы m и объема сока в порах твердой фазы n , то:

$$n + m = 1, \quad (6)$$

тогда:

$$e_{cc} = \frac{n}{m}. \quad (7)$$

Из выражений (6) и (7) получаем выражение:

$$n = \frac{e_{cc}}{1 + e_{cc}}, \quad \text{и} \quad \frac{\partial n}{\partial t} \approx \frac{1}{1 + e_{cp}} \cdot \frac{\partial e}{\partial t}. \quad (8)$$

Принимаем в знаменателе выражения (8) переменную e_{cc} , равную среднему значению пористости слоя e_{cp} .

Введем также коэффициент сжимаемости слоя m_0 , равный отношению изменения коэффициента пористости к действующему давлению:

$$m_0 = \frac{e_0 - e_i}{P_{Ci}} \quad (9)$$

Для некоего промежуточного текущего значения P_{Ci} имеем:

$$e_i = e_0 - m_0 \cdot P_{Ci}, \quad (10)$$

где e_0 – начальный коэффициент пористости.

Дифференцируя уравнение (10) по t , получим:

$$\frac{\partial e}{\partial t} = -m_0 \cdot \frac{\partial P_C}{\partial t}.$$

Или:

$$\frac{\partial n}{\partial t} = -\frac{m_0}{1 + e_{cp}} \cdot \frac{\partial P_C}{\partial t}. \quad (11)$$

Тогда уравнение (2) с учетом выражений (5) и (11) можно записать в виде:

$$\frac{k_\phi \cdot (1 + e_{cp})}{m_0 \cdot \rho_{II} \cdot g} \cdot \frac{\partial^2 P_C}{\partial x^2} = \frac{\partial P_C}{\partial t}.$$

Обозначив множитель в левой части через a , получим в конечном виде дифференциальное уравнение одномерной задачи уплотнения сокостружечной смеси:

$$\frac{\partial P_C}{\partial t} = a \cdot \frac{\partial^2 P_C}{\partial x^2}, \quad (12)$$

где

$$a = \frac{k_\phi \cdot (1 + e_{cp})}{m_0 \cdot \rho_{II} \cdot g}. \quad (13)$$

Величина a называется коэффициентом фильтрационного уплотнения, который отражает исходные условия задачи по характеристике уплотнения сокостружечной смеси.

Для однозначного решения уравнения (12) дополняем его крайними условиями сжатия слоя смеси толщиной $2h$ при двухсторонней фильтрации экстрагента (вверх и вниз) (рис. 2).

Выбираем начало координат в центре слоя. В этом случае функция $P_C(x, t)$ является четной относительно x для любого фиксированного t , поэтому данная задача является симметричной и для нее при $x = 0$ можно записать условие симметрии в виде (первое граничное условие):

$$\frac{\partial P_C(0, t)}{\partial x} = 0. \quad (14)$$

Поскольку рассматриваем фильтрацию сока через слой, то второе граничное условие при $x = h$ может быть записано в виде:

$$P_C(h, t) = P = const, \quad (15)$$

так как сок свободно выходит после фильтрации сквозь внешнюю поверхность слоя $x = h$. Начальным условием задачи примем, что в момент времени $t = 0$ по глубине слоя уплотнительное давление равномерно распределено: $P_0 = const$:

$$P_C(x, 0) = P_0 = const. \quad (16)$$

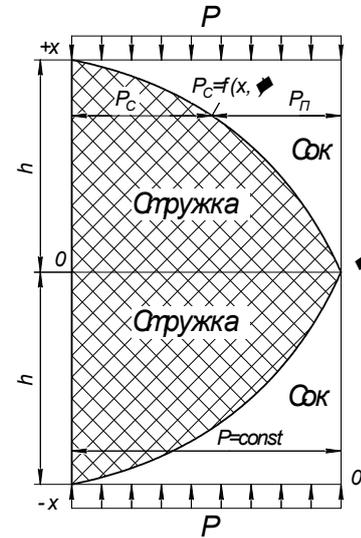


Рис. 2. Сжатие слоя смеси при двухсторонней фильтрации экстрагента

Тогда краевая задача может быть сформулирована в виде:

$$\frac{\partial P_C(x, t)}{\partial t} = a \cdot \frac{\partial^2 P_C(x, t)}{\partial x^2}, \quad (t > 0, -h \leq x \leq +h), \quad (17)$$

$$\frac{\partial P_C(0, t)}{\partial x} = 0, \quad (18)$$

$$P_C(h, t) = P = const, \quad (19)$$

$$P_C(x, 0) = P_0 = const. \quad (20)$$

Решение задачи проведем методом разделения переменных (методом Фурье). Частное решение уравнения (17) представим в виде произведения функций, каждая из которых зависит только от одного аргумента x или t :

$$P_C(x, t) = c \cdot \theta(t) \cdot \psi(x) \quad (21)$$

Подставим выражение (21) в (17):

$$\theta_i(t) \cdot \psi(x) = a \cdot \theta(t) \cdot \psi_{xx}(x),$$

откуда:

$$\frac{\theta_i(t)}{\theta(t)} = a \cdot \frac{\psi_{xx}(x)}{\psi(x)}, \quad (22)$$

где

$$\theta_i(t) = \frac{\partial \theta(t)}{\partial t}, \quad \psi_{xx}(x) = \frac{\partial^2 \psi(x)}{\partial x^2}.$$

Выражение (22) должно выполняться при любых значениях x, t . Это возможно только в том случае, если правая и левая его части равны некоторой постоянной величине:

$$\frac{\theta_t(t)}{\theta(t)} = F, \quad (23)$$

$$a \cdot \frac{\psi_{xx}(x)}{\psi(x)} = F. \quad (24)$$

Интегрируя выражение (23), получим:

$$\theta(t) = e^{F \cdot t}. \quad (25)$$

Так как при прохождении бесконечно большого промежутка времени ($t \rightarrow \infty$) величина $P_C(x, t)$ принимает конечное значение, а именно $P_C \rightarrow P = const$, следовательно, из физических соображений величина F может быть только отрицательной. Поскольку величина F пока произвольная постоянная по числовым значениям, то можно принять $F = -a \cdot k^2$, где $a > 0$; k – некоторая постоянная, что определяется из граничных условий.

Тогда получим:

$$\theta(t) = e^{-a \cdot k^2 \cdot t}, \quad (26)$$

а уравнение (24) может быть представлено в виде:

$$\psi_{xx}(x) + k^2 \cdot \psi(x) = 0. \quad (27)$$

Решением уравнения (27) в общем виде будет выражение:

$$\psi(x) = A \cdot \sin kx + B \cdot \cos kx. \quad (28)$$

Тогда частное решение уравнения фильтрационного уплотнения будет иметь вид:

$$P_C(x, t) = (A \cdot \sin kx + B \cdot \cos kx) \cdot e^{-a \cdot k^2 \cdot t}. \quad (29)$$

Из условия симметрии (18) следует, что:

$$\begin{aligned} \frac{\partial P_C(0, t)}{\partial x} &= \lim_{x \rightarrow 0} (A \cdot k \cdot \cos kx - B \cdot k \cdot \sin kx) \cdot e^{-a \cdot k^2 \cdot t} = \\ &= A \cdot k \cdot e^{-a \cdot k^2 \cdot t} = 0, \end{aligned}$$

откуда $A = 0$.

Рассмотрим второе граничное условие. Для упрощения расчета временно примем $P = 0$, то есть уплотнение проходит под действием силы тяжести слоя смеси.

Итак:

$$P_C(h, t) = B \cdot \cos(k \cdot h) \cdot e^{-a \cdot k^2 \cdot t} = 0,$$

отсюда следует, что $\cos(k \cdot h) = 0$, следовательно, $k_n = (2 \cdot n - 1) \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{h}$, где $n = 1, 2, \dots$, а k имеет бесконечное количество решений. Итак, общее решение представляет собой сумму всех частных решений:

$$\begin{aligned} P_C(x, t) &= \sum_{n=1}^{\infty} B_n \cdot \cos \left[(2 \cdot n - 1) \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{x}{h} \right] \times \\ &\times \exp \left[-(2 \cdot n - 1)^2 \cdot \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{a \cdot t}{h^2} \right]. \quad (30) \end{aligned}$$

Общее решение данной задачи можно записать так:

$$P_C(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 \cdot P_0}{k_n \cdot h} \cdot \sin(k_n \cdot h) \cdot \cos(k_n \cdot h \cdot x) \cdot e^{-a \cdot k_n^2 \cdot t}, \quad (31)$$

или:

$$\begin{aligned} \frac{P_C(x, t)}{P_0} &= 2 \cdot \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \cdot \cos \left[(2 \cdot n - 1) \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{x}{h} \right] \times \\ &\times \exp \left[-(2 \cdot n - 1)^2 \cdot \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{a \cdot t}{h^2} \right]. \quad (32) \end{aligned}$$

Если внешнее давление не равно нулю, а равно P , так как это следует из условия задачи, то решение (32) можно записать в виде:

$$\begin{aligned} P_C(x, t) &= P - (P - P_0) \cdot \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \cdot \frac{4}{(2 \cdot n - 1) \cdot \pi} \cdot \cos \left[(2 \cdot n - 1) \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{x}{h} \right] \times \\ &\times \exp \left[-(2 \cdot n - 1)^2 \cdot \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{a \cdot t}{h^2} \right]. \quad (33) \end{aligned}$$

Для решения практических задач ограничимся первым членом ряда, то есть примем $n = 1$, отсюда получим:

$$P_C(x, t) = P - (P - P_0) \cdot \frac{4}{\pi} \cdot \cos \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{x}{h} \right) \cdot e^{-\frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{a \cdot t}{h^2}}. \quad (34)$$

В случае приложения большого внешнего давления $P \gg P_0$ уравнение (34) примет вид:

$$P_C(x, t) = P \cdot \left[1 - \frac{4}{\pi} \cdot \cos \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{x}{h} \right) \cdot e^{-\frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{a \cdot t}{h^2}} \right]. \quad (35)$$

Полученное аналитическое решение задачи уплотнения слоя сокоотружечной смеси (35) позволяет выявить влияние ряда факторов на процесс распределения давления в слое и процесс фильтрации экстрагента через слой стружки.

1. Из выражения (35) можно получить закон изменения давления P_C от времени для любого фиксированного сечения слоя $x = h_1 = const, 0 \leq h_1 \leq +h$:

$$P_C(h_1, t) = P \cdot (1 - A \cdot e^{-B \cdot t}), \quad (36)$$

где A и B – некоторые постоянные числа для данного значения.

2. Аналогично можно получить закон изменения давления по высоте слоя для любого фиксированного промежутка времени $t = t_j$:

$$P_C(x, t_j) = P \cdot \left[1 - A_1 \cdot \cos \left(\frac{\pi \cdot x}{2 \cdot h} \right) \right], \quad (37)$$

где A_1 – некоторое постоянное число для данного значения t_j .

3. Решение уравнения (1) позволяет найти распределение давлений в экстрагенте в любом сечении слоя для любого момента времени при заданной внешней нагрузке P . Предварительно по выражению (35) просчитывается значение P_C .

4. Уравнение (35) позволяет определить скорость фильтрации сока в любом сечении слоя для любого момента времени.

Из уравнения (5) следует, что:

$$q = \frac{k_\phi}{\rho_{II} \cdot g} \cdot \frac{\partial P_C}{\partial x}.$$

Таким образом, чтобы определить расход сока (объемную скорость фильтрации), необходимо дифференцировать по x уравнение (35). В результате получим:

$$q = \frac{k_\phi}{\rho_{II} \cdot g} \cdot P \cdot \frac{2}{h} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2 \cdot h} \cdot x\right) \cdot e^{-\frac{\pi^2 \cdot a}{4 \cdot h^2 \cdot t}}. \quad (38)$$

5. Из решения (35) видно, что изменения физико-механических свойств сокостружечной смеси, которые учтены параметром a , влияют на распределение давлений P_C и P аналогично изменению продолжительности процесса.

Выводы

Полученные решения описывают изменение параметров, характеризующих состояние сокостружечной смеси в разные моменты времени ее пре-

бывания в аппарате. Фильтрационная способность слоя стружки под действием давления, которое вызвано силовым воздействием лопастей транспортной системы, формирует температурные поля в аппаратах, поскольку в большинстве из них нагревание стружки происходит за счет передачи тепла стружке от нагретого сока. Фильтрационная способность слоя стружки косвенно характеризует протекание массообменных процессов между твердой фазой и экстрагентом. Повышение скорости фильтрации слоя стружки вызывает однозначное увеличение скорости массообменных процессов.

На основе полученных результатов математического моделирования процесса сжатия пористой среды был разработан волнообразный профиль транспортной системы, при движении которого поочередно вызывалось сжатие пористого слоя и последующее его увеличение. Вызванные механическим воздействием пульсационные низкочастотные колебания сокостружечной смеси приводят к заметной интенсификации массообменных процессов при ограниченной технологическими возможностями и экономической целесообразностью объемной скорости экстрагента.

Результаты математического моделирования фильтрационной способности слоя позволяют провести профилирование рабочей поверхности элементов транспортных систем при разработке новых и модернизации существующих промышленных экс-тракторов различных типов и производительности.

Список литературы

1. Wave motion and heat and mass transfer of the disperse phase under the conditions of low-frequency gas pulsations Original Research Article International Journal of Heat and Mass Transfer, Volume 53, Issues 15–16, July 2010, Pages 3213-3221 P.V. Akulich, A.V. Akulich, V.L. Dragun.
2. Верхола, Л.А. Гидродинамические процессы в колонных диффузионных установках / Л.А. Верхола, Н.Н. Пушанко // Цукор України. – 2008. – № 6. – С. 33–41.
3. Люлька, Д.Н. Зависимость интенсивности массоотдачи в системе «свекловичная стружка – диффузионный сок» от конструкции транспортных систем колонных диффузионных аппаратов / Д.Н. Люлька, А.А. Серегин // Сахар. – 2010. – № 3. – С. 47–48.
4. Василяка, А. Пути повышения тепловой и технологической эффективности диффузионных установок / А. Василяка, Л. Верхола, М. Ладановский // Сахар и свекла. – 2011. – № 1. – С. 22–24.
5. Пушанко, М.М. Розподіл питомого навантаження стружки в об'ємі колонних дифузійних апаратів / М.М. Пушанко, А.М. Парахоня // Цукор України. – 2012. – № 9. – С. 12–16.

LOW FREQUENCY OSCILLATIONS OF PRESSURE IN HETEROGENEOUS SYSTEMS AS A WAY TO INTENSIFY MASS TRANSFER PROCESSES

D.N. Lyul'ka*, V.V. Ponomarenko, S.Yu. Lementar

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

*e-mail: lulkadm@ukr.net

Received: 27.04.2015

Accepted: 08.07.2015

The intensification of mass transfer processes has been considered by the example of the sucrose extraction from beet chips under the influence of low frequency mechanical oscillations on a juice-chips mixture. The formation and the layer movement of the juice-chips mixture have been investigated under the influence of variable force fields that are generated by the rotating blades of the handling system of the column diffuser, and their impact on the filtering ability of the layer, and the degree of juice-chips mixture warming respectively, the rate of sucrose mass transfer. The problem of thickening the layer of juice-chips mixture has been solved,

which enables to reveal the influence of several factors on the pressure distribution in the layer and filtering of the extracting agent through the layer of beet chips. The law governing the change in pressure over time for any fixed section of a layer, has been obtained as well as the law of changes in pressure through the layer height for any fixed period of time. The pressure distribution in juice-chips mixture under the influence of the handling systems in various types of devices affects the filtration ability of the beet chips layer and thus forms the temperature fields in the apparatuses. The results of mathematical modeling of the porous medium compression for the wave-like profile of the handling blades of diffusers have been obtained, which cause pulsating low frequency oscillations of juice-chips mixture. This leads to a significant intensification of mass transfer processes. The results of studies are recommended for profiling the working surface of elements of handling systems, and for developing new and modernizing the existing commercial extractors.

Diffusion, juice, beet chips, juice-chips mixture, filtration, pressure, structural and mechanical properties

References

1. Akulich P.V., Akulich A.V., Dragun V.L. Wave motion and heat and mass transfer of the disperse phase under the conditions of low-frequency gas pulsations Original Research Article. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, July 2010, vol. 53, iss. 15–16, pp. 3213–3221.
2. Verhola L.A., Pushanko N.N. Hidrodinamicheskie processy v kolonnykh diffuzionnykh ustanovkakh [Hydrodynamic processes in columned diffusive installations]. *Zhurnal «Cukor Ukraini»*, 2008, no. 6, pp. 33–41.
3. Ljul'ka D.N., Seregin A.A. Zavisimost' intensivnosti massootdachi v sisteme «sveklovichnaja struzhka – diffuzionnyj sok» ot konstrukcii transportnykh sistem kolonnykh diffuzionnykh apparatov [Dependence of the intensity mass transfer in the system "beet chips - diffusion juice" on the design of transport systems of column diffusers]. *Sahar [Sugar]*, 2010, no. 3, pp. 47–48.
4. Vasiljaka A., Verhola L., Ladanovskij M. Puti povysheniya teplovoj i tehnologicheskoy jeffektivnosti diffuzionnykh ustanovok [Ways to improve the thermal and technological efficiency diffusion systems]. *Sahar i svekla [Sugar and beet]*, 2011, no. 1, pp. 22–24.
5. Pushanko M.M., Parahonja A.M. Rozpodil pitomogo navantazhennija struzhki v ob'emi kolonnykh difuzijnykh aparativ [Average specific load chips in volume columnar diffusion facilities]. *Zhurnal «Cukor Ukraini»*, 2012, no. 9, pp. 12–16.

Дополнительная информация / Additional Information

Люлька, Д.Н. Низкочастотные колебания давлений в гетерогенных системах как способ интенсификации массообменных процессов / Д.Н. Люлька, В.В. Пономаренко, С.Ю. Лементарь // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 94-100.

Lyul'ka D.M., Ponomarenko V.V., Lementar S.Yu. Low frequency oscillations of pressure in heterogeneous systems as a way to intensify mass transfer processes. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 8, pp. 94-100 (In Russ.).

Люлька Дмитрий Николаевич

канд. техн. наук, доцент кафедры технологического оборудования и компьютерных технологий проектирования, Национальный университет пищевых технологий, 01601, Украина, г. Киев, ул. Владимирская, 68, тел.: +38 (044) 289-54-72, e-mail: lulkadm@ukr.net

Пономаренко Виталий Васильевич

канд. техн. наук, доцент кафедры технологического оборудования и компьютерных технологий проектирования, Национальный университет пищевых технологий, 01601, Украина, г. Киев, ул. Владимирская, 68

Лементарь Святослав Юрьевич

канд. техн. наук, доцент кафедры технологического оборудования и компьютерных технологий проектирования, Национальный университет пищевых технологий, 01601, Украина, г. Киев, ул. Владимирская, 68

Dmytro N. Lyul'ka

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of the Department of Technological Equipment and Computer Design Technology, National University of Food Technologies, 68, Volodymyrska Str., Kyiv, 01601, Ukraine, phone: +38(044) 289-54-72, e-mail: lulkadm@ukr.net

Vitaliy V. Ponomarenko

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of the Department of Technological Equipment and Computer Design Technology, National University of Food Technologies, 68, Volodymyrska Str., Kyiv, 01601, Ukraine

Svyatoslav Yu. Lementar

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of the Department of Technological Equipment and Computer Design Technology, National University of Food Technologies, 68, Volodymyrska Str., Kyiv, 01601, Ukraine



ПОЛУЧЕНИЕ ЭКСТРАКТОВ ЛИСТЬЕВ КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ И БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В ВИБРАЦИОННОМ АППАРАТЕ

А.В. Савенко^{1,*}, А.Ф. Сорокопуд², В.В. Гриценко¹

¹Рубцовский индустриальный институт (филиал)
ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова»,
658207, Россия, г. Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6

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

*e-mail: saven21@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 02.06.2015

Дата принятия в печать: 08.07.2015

В настоящее время способ экстрагирования в поле низкочастотных механических колебаний можно считать одним из наиболее прогрессивных, но отсутствие необходимых данных сдерживает его применение в промышленных масштабах. В работе представлены результаты исследования процесса экстрагирования водой высушенных листьев крапивы двудомной и березы повислой в поле низкочастотных механических колебаний. Экстрагирование представленным способом характеризуется большим количеством факторов, оказывающих существенное влияние на кинетику и энергозатраты процесса (гидромодуль, частота и амплитуда колебаний, диаметр отверстий перфорированной тарелки, время экстрагирования). Выявить зависимости влияния этих факторов на процесс возможно лишь экспериментальным путем. Для получения необходимого количества данных был поставлен полный факторный эксперимент 2⁵, на основе которых в результате статистической обработки данных были получены экспериментально-статистические модели процесса. Полученные уравнения отображают зависимости изменения основных выходных параметров от изменения основных факторов, влияющих на процесс. Наиболее важными выходными параметрами, широко характеризующими процесс, являются конечная концентрация полученного экстракта и эффективность процесса, отображающая отношение количества полученных экстрактивных веществ к количеству затраченной энергии. В результате математического анализа полученных уравнений были выявлены оптимальные режимы процесса экстрагирования с выполнением условия, согласно которому оптимальным режимом следовало считать тот режим, при котором достигается максимально возможная концентрация для водного экстрагирования данным способом при максимальной эффективности. Достоверность полученных результатов подтверждена серией проверочных опытов, показавших отклонение выходных параметров не более чем на 5 % от расчетных.

Вибрационный аппарат, экстрагирование, оптимизация, листья крапивы, листья березы

Введение

Многовековые традиции российской медицины сформировали высокое доверие к лекарственным растениям практически во всех социальных группах населения. Спрос отечественных покупателей на растительные препараты значительно выше, чем в большинстве развитых стран, где, тем не менее, на долю лекарственных средств растительного происхождения приходится в последние годы около 20–25 % всех выписываемых рецептов [2]. Это связано с рядом преимуществ средств растительного происхождения перед синтетическими, а именно большей биосовместимостью фитопрепаратов, низкой токсичностью, а также утратой многих баз по производству химических субстанций и реактивов, необходимых для их изготовления. Ценным растительным сырьем для производства являются вегетативные органы растений, накапливающие в своих тканях в течение вегетационного периода витамины и полезные вещества [14].

Растения рода крапива и береза с давних пор известны своими полезными и лечебными свойствами. Народная медицина знает крапиву как противогрибковое, кровоостанавливающее средство. Береза известна своими обеззараживающими, успокаива-

ющими свойствами. Экстракты этих растений постепенно находят место и в пищевой промышленности. Это объясняется богатым химическим составом растений. Известны работы, посвященные изучению влияния экстракта крапивы на технологические свойства мясного фарша и готовой продукции [9]. Экстракт березы оказывает антиоксидантное воздействие на молочные продукты с высоким содержанием влаги [8]. Выпускается концентрированный экстракт листьев крапивы в качестве биологически активной пищевой добавки [1]. Стоит отметить широкую доступность этих растений на территории Алтайского края и всей Сибири. Таким образом, имеются предпосылки к промышленной переработке этих растений, для получения из них веществ, обладающих высокой биологической активностью. Экстрагирование является наиболее простым способом извлечения полезных веществ из растительного сырья с низким содержанием влаги. Литературные данные подтверждают использование в качестве исходного сырья листьев крапивы и березы, так как в этих органах растений накапливается значительное количество питательных веществ [8, 9]. Немаловажным является изменение содержания полезных веществ в растениях

в течение вегетационного периода. Анализируя данные, представленные в работе [11], можно сделать вывод, что благоприятным временем для сбора листьев крапивы является период цветения. Для Сибирского региона это конец июня, начало июля. Наибольшее количество полезных веществ в березовых листьях наблюдается в мае [6]. Наиболее оправданным способом заготовки биомассы растений с точки зрения энергозатрат и последующей переработки является сушка в естественных условиях.

Различие широкого ряда свойств перерабатываемого сырья и содержащихся в нем компонентов, являющихся целевыми в процессе переработки, предопределяет множество способов экстрагирования. Однако можно выделить основные стадии, характерные для процесса экстрагирования твердых тел жидкостью в целом: 1) проникновение экстрагента вглубь частиц твердой фазы; 2) растворение экстрагентом целевых компонентов; 3) перенос масс растворенных компонентов к границе раздела фаз; 4) диффузионно-конвективный перенос растворенных компонентов в объем экстрагента [3].

Важнейшим показателем, характеризующим процесс экстрагирования, является скорость извлечения целевых компонентов, то есть время достижения системой равновесной концентрации. На ход каждой стадии процесса оказывают влияние факторы, во многом определяющие ее динамику. Среди них: степень измельчения растительного сырья; полярность экстрагента; вязкость и поверхностное натяжение растворителя; температура процесса экстрагирования; соотношение твердой и жидкой фаз; количество экстракций; физическое воздействие (низкочастотные механические колебания, ультразвук, перемешивание и др.); порозность; продолжительность экстрагирования. На процесс экстрагирования также оказывают влияние: размер молекул извлекаемых веществ; заряд коллоидных частиц протоплазмы клетки; наличие живой протоплазмы; наличие воздуха в сырье; удельная загрузка экстрактора (загрузочная плотность); скорость подачи экстрагента и другие факторы [10].

Среди разнообразия способов экстрагирования особое место занимает способ наложения низкочастотных механических колебаний, отличающийся высокой эффективностью при низкой металло- и энергоемкости. Такое сочетание обеспечивается тем, что в аппарате создается высокоинтенсивный гидродинамический режим, вызывающий активное обновление межфазной поверхности [13]. Следует отметить, что подводимая механическая энергия в соответствии с заданным режимом работы равномерно распределяется по объему аппарата, создавая тем самым необходимые условия для измельчения частиц твердой фазы. К сожалению, влияние основных факторов, определяющих динамику процесса на его интенсивность, изучено недостаточно и требует исследования для каждого конкретного вида сырья отдельно. В связи с этим целью данной работы является изучение процесса экстрагирования листьев крапивы и березы в аппарате с вибра-

ционной тарелкой с целью выявления оптимальных режимов работы.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования были высушенные в естественных условиях, неизмельченные листья крапивы и березы. В качестве экстрагента использовалась дистиллированная вода $t = (20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Для достижения поставленной цели была изготовлена экспериментальная установка, за основу конструкции которой был взят емкостный экстрактор периодического действия с вибрационной тарелкой (рис. 1) [13].

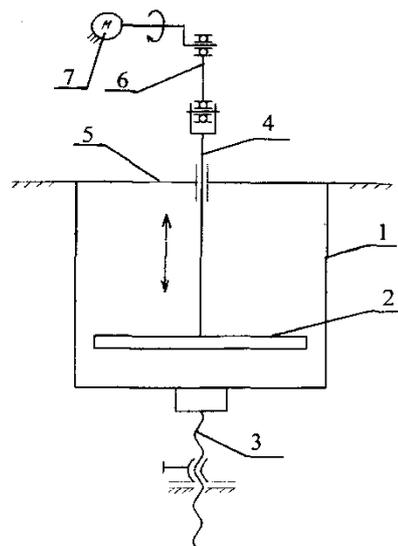


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Камера аппарата изготовлена из нержавеющей стали и состоит из цилиндрической емкости 1 диаметром 0,139 м, прижимаемой домкратом 3 к жестко закрепленной крышке 5. В объеме аппарата расположена перфорированная тарелка 2, жестко закрепленная на подвижном штоке 4. Образование низкочастотных колебаний происходит в результате работы кривошипно-шатунного механизма 6. Механическая энергия, сообщаемая тарелке, образуется в результате работы электродвигателя переменного тока АИРМ71В6У3, позиция 7. Регулировка частоты колебаний тарелки и регистрация потребляемой электродвигателем мощности осуществлялись с помощью промышленного частотного преобразователя АСН 550-01. Тарелка 2 представляет собой диск диаметром 0,135 м, толщиной 0,003 м, перфорированный цилиндрическими отверстиями и изготовленный из нержавеющей стали. К нижней стороне тарелки жестко прикреплено металлическое кольцо того же диаметра, высотой 0,01 м. Ось штока перпендикулярна дну аппарата, плоскость тарелки перпендикулярна штоку. В крышку экстрактора вмонтирована поливинилхлоридовая трубка 8 с внутренним диаметром 0,006 м, через которую осуществлялся забор проб полученного экстракта для контроля содержания сухих веществ.

Основные факторы, влияющие на ход процесса при экстрагировании в аппарате с вибрационной тарелкой: гидромодуль, частота и амплитуда колебаний тарелки, диаметр отверстий тарелки. При исследовании процесса каждый фактор варьировался отдельно при прочих равных условиях, таким образом удалось четко выявить влияние на процесс каждого из них. Гидромодуль – соотношение твердой и жидкой (сырье/экстрагент) фаз в аппарате. При его уменьшении происходит разбавление экстракта, при увеличении – чрезмерное уплотнение суспензии, что приводит к потерям целевого компонента в сырье, так как экстрагент быстро насыщается и теряет растворяющую способность. Частота и амплитуда колебаний тарелки – факторы, во многом определяющие интенсивность гидродинамической обстановки в аппарате. Их изменение влияет на степень турбулизации жидкости, то есть на интенсивность обновления межфазной поверхности. Отрицательное влияние увеличения частоты приводит к переизмельчению сырья, это негативно сказывается на сепарировании суспензии. К факторам, определяющим величину скоростей течения жидкости в аппарате, также можно отнести и диаметр отверстий. Уменьшение диаметра приводит к увеличению скоростей струй жидкости. Площадь отверстий составляла $\epsilon = 16,5\%$ от площади тарелки [13].

На основе предварительных экспериментов и имеющихся рекомендаций [7, 13] были определены границы варьирования факторов и шаг наращивания. Гидромодуль j в экспериментах составил от 1:15 (0,066) до 1:50 (0,02) кг/кг с шагом $\Delta j = 1,5$ кг/кг. Частота колебаний n изменялась от 0,83 до 10 Гц с шагом $\Delta n = 0,83$ Гц, диаметр отверстий d – от 0,002 до 0,007 м с шагом $\Delta d = 0,0005$ м, размах колебаний тарелки $2A$, равный двойному значению амплитуды колебаний – от 0,01 до 0,022 м с шагом $\Delta A = 0,001$ м.

Экстрагирование осуществлялось до достижения системой равновесного состояния, однако максимальное время экстрагирования было решено ограничить 40 и 45 мин для листьев крапивы и березы соответственно, так как дальнейшее экстрагирование было нецелесообразным ввиду существенного замедления кинетики выхода сухих веществ на 30 и 35 мин процесса. Показателями процесса являлись: процентное содержание сухих водорастворимых веществ $C_{св.р.}$, потребляемая электродвигателем мощность N , Вт, масса экстракта после фильтрации и отжима шрота M_3 , кг. Показатель $C_{св.р.}$ определялся рефрактометрическим методом [5] при помощи рефрактометра РЛ-2. Предел допускаемой погрешности измерения по шкале сухих веществ по сахарозе $\pm 0,01\%$. Измерение частоты вращения двигателя осуществлялось при помощи частотного преобразователя АСН 550-01, имеющего соответствующую функцию, с точностью $\pm 0,016$ Гц. Мощность, потребляемая электродвигателем, измерялась с помощью ваттметра Д 50041-5, класса точности 0,2.

Для решения задачи оптимизации критериями оценки режимов работы аппарата были приняты следующие показатели:

- 1) равновесная концентрация $C_{св.р.}$, % мас;
- 2) эффективность процесса \mathcal{E} , кг/(Дж·с), определяемая по формуле [7]:

$$\mathcal{E} = \frac{M_3}{N \cdot \tau_p}, \quad (1)$$

где M_3 – масса отфильтрованного экстракта после достижения системой равновесного состояния, кг; $C_{св.р.}$ – значение равновесной концентрации, % мас.; $N_{ср}$ – среднее значение потребляемой электродвигателем мощности в ходе процесса, Вт; τ_p – время достижения системой равновесной концентрации, с.

Таким образом, значение эффективности отражает экономическую составляющую, характеризующую режим работы, то есть количество вещества, полученное на единицу затраченной энергии. Оптимальным же режимом следует считать режим, при котором достигается максимально возможная концентрация экстракта за минимальное время при минимальных энергозатратах, то есть при максимальном значении эффективности.

Результаты и их обсуждение

Полученные в результате экспериментальных исследований и проведенных на их основе расчетов данные представлены на рис. 2–15. Для более объективного представления процессов, происходящих во время экстрагирования в аппарате с вибрационной тарелкой, влияние варьирования каждого фактора при прочих равных условиях следует рассмотреть отдельно. Учитывая выявленную корреляцию между кинетикой процесса обоих объектов исследования, описать основные зависимости можно для них в обобщенном виде.

Увеличение гидромодуля (рис. 2 и 3) приводит к росту потребляемой энергии, так как уплотнение суспензии вызывает большее сопротивление перемещению тарелки в рабочем объеме.

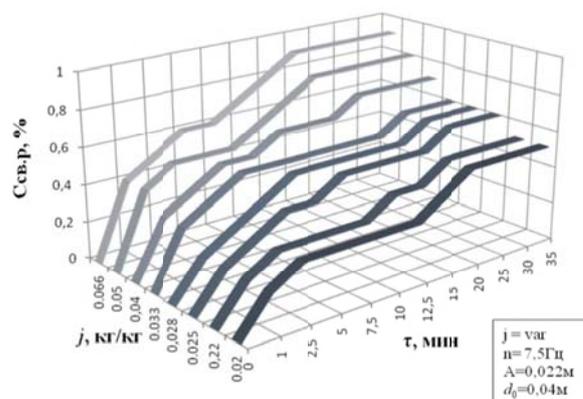


Рис. 2. Зависимость выхода сухих веществ от продолжительности экстрагирования листьев крапивы

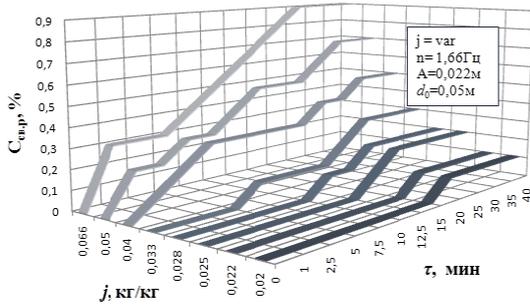


Рис. 3. Зависимость выхода сухих веществ от продолжительности экстрагирования листьев березы

Вместе с мощностью возрастает и равновесная концентрация экстракта, так как вместе с увеличением количества твердой фазы увеличивается и количество потенциально растворимых веществ в объеме аппарата, а растворяющей способности экстрагента достаточно для достижения концентрации $C_{св.р} = 0,9$ %. Так как показатель эффективности процесса отображает баланс между затраченной энергией и количеством полученных веществ, то относительно большое увеличение потребляемой мощности при относительно небольшом увеличении равновесной концентрации, для гидро модуля $j = 0,066$ кг/кг (рис. 4 и 5), приводит к его снижению, несмотря на предшествующий рост.

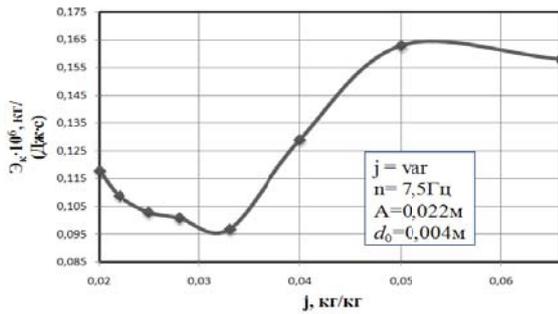


Рис. 4. Зависимость показателя эффективности от значения гидро модуля (листья крапивы)

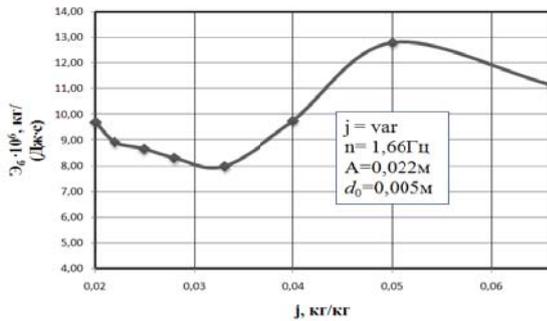


Рис. 5. Зависимость показателя эффективности от значения гидро модуля (листья березы)

Увеличение частоты колебаний вызывает рост уровня потребляемой энергии за счет большего сопротивления, оказываемого суспензией тарелке при ее перемещении в объеме аппарата, образование турбулентных завихрений и кавитационных областей. Это положительно сказывается на выходе

сухих веществ (рис. 6 и 7), так как растворенные вещества более интенсивно переносятся от границы раздела фаз в объем жидкости. Также увеличение накладываемой энергии на систему приводит к измельчению частиц твердой фазы, что увеличивает площадь контакта фаз. Однако, как показали предварительные опыты, экстрагирование с частотой более 10 Гц приводит к переизмельчению сырья, что негативно сказывается на дальнейшем процессе фильтрации. Как видно из диаграмм, изображенных на рис. 8 и 9, увеличение частоты колебаний перфорированной тарелки эффективно до точки, соответствующей экстремуму на кривой, что также объясняется существенным увеличением затраченной энергии относительно количества полученных экстрактивных веществ.

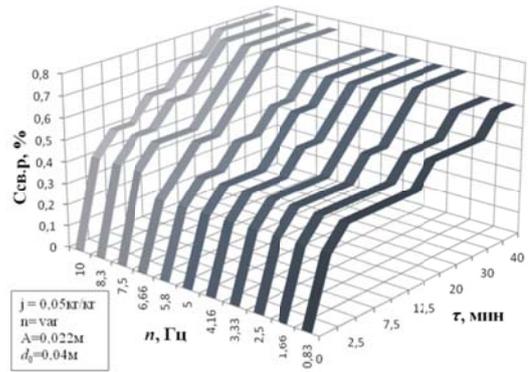


Рис. 6. Зависимость выхода сухих веществ от продолжительности экстрагирования листьев крапивы

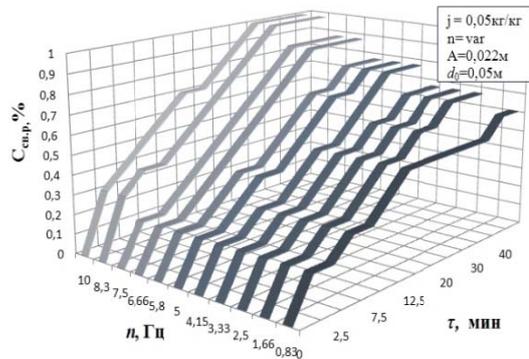


Рис. 7. Зависимость выхода сухих веществ от продолжительности экстрагирования листьев березы

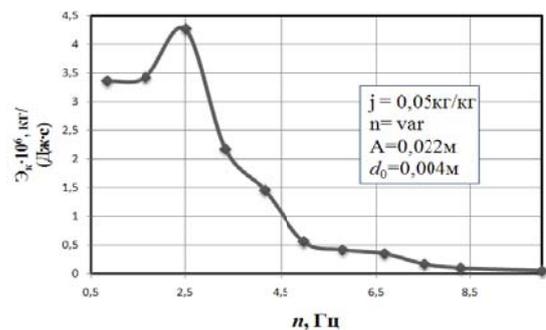


Рис. 8. Зависимость показателя эффективности от частоты колебаний перфорированной тарелки (листья крапивы)

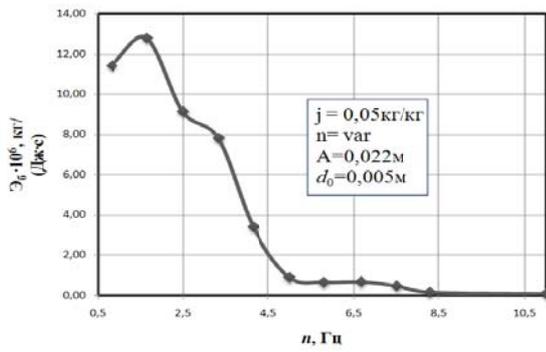


Рис. 9. Зависимость показателя эффективности от частоты колебаний перфорированной тарелки (листья березы)

Уменьшение диаметра отверстий перфорированной тарелки вызывает повышение уровня потребляемой энергии, так как тарелка с меньшими отверстиями при перемещении в жидкости испытывает большее гидравлическое сопротивление. С другой стороны, возрастают скорости движения жидкости в аппарате, что, как отмечено выше, благотворно сказывается на переносе растворенных веществ от границы раздела фаз в окружающий объем жидкости. Этим можно объяснить рост равновесной концентрации (рис. 10 и 11).

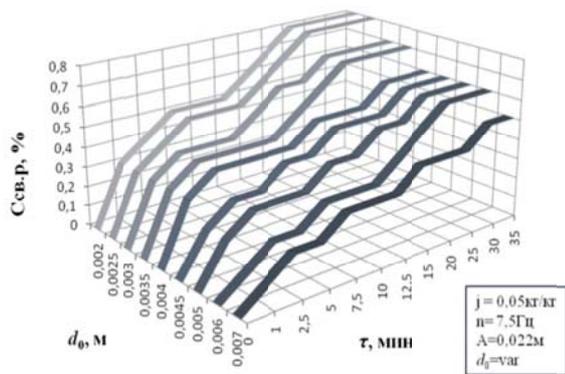


Рис. 10. Зависимость выхода сухих веществ от продолжительности экстрагирования листьев крапивы

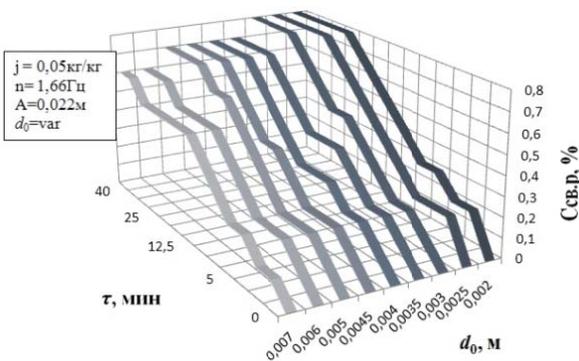


Рис. 11. Зависимость выхода сухих веществ от продолжительности экстрагирования листьев березы

Важной выявленной особенностью является «засорение» частицами сырья отверстий тарелки. Наиболее выражено такое явление наблюдалось при диа-

метре отверстий $d_0 < 0,0025$ м. Закупорка отверстий тарелки приводит к искажению поля скоростей истечения жидкости, негативно сказываясь на процессе экстрагирования в целом. Это подтверждает показатель эффективности, который достигает максимального значения для листьев крапивы при $d_0 = 0,006$ м и при $d_0 = 0,004$ м для листьев березы (рис. 12 и 13).

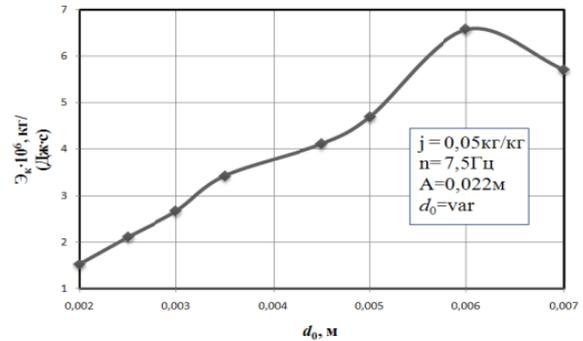


Рис. 12. Зависимость показателя эффективности от диаметра отверстий перфорированной тарелки (листья крапивы)

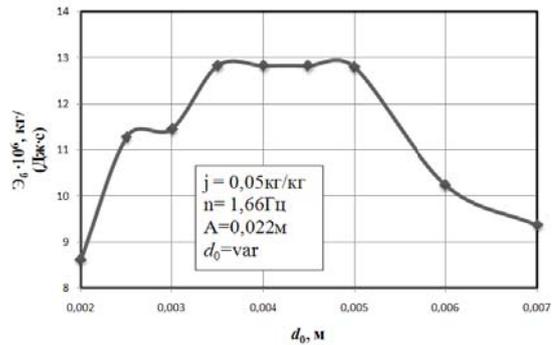


Рис. 13. Зависимость показателя эффективности от диаметра отверстий перфорированной тарелки (листья березы)

Нарращивание амплитуды колебаний ведет к росту потребления энергии на совершение колебаний, так как при большей амплитуде за один цикл вибрирующий орган проходит большее расстояние, на что требуется затратить большее количество работы. Существенно влияет увеличение этого фактора на значение равновесной концентрации ввиду большей интенсивности потоков жидкости (рис. 14 и 15).

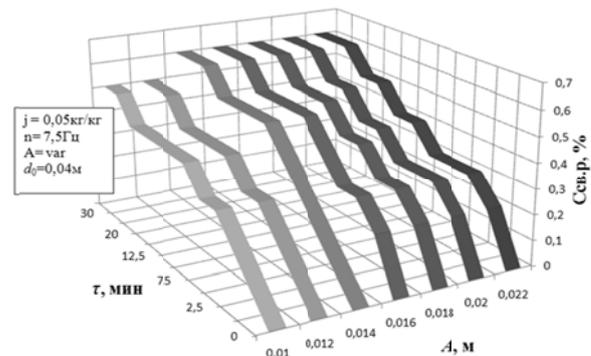


Рис. 14. Зависимость выхода сухих веществ от продолжительности экстрагирования листьев крапивы

Список литературы

1. Экстракт листьев крапивы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.biolit.info/>
2. Nature's nourishing botanical // Soap and Cosmet. – 2000. – V. 76, № 12. – P. 51–54.
3. Аксельруд, Г.А. Экстрагирование (система твердое тело-жидкость) / Г.А. Аксельруд, В.М. Лысянский. – Л.: Химия, 1974. – 256 с.
4. Городецкий, И.Я. Вибрационные массообменные аппараты / И.Я. Городецкий, А.А. Васин, В.М. Олевский, П.А. Лупанов; под ред. В.М. Олевского. – М.: Химия, 1980. – 192 с.
5. ГОСТ 28562-90. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. – Введ. 1991-07-01. – М.: Стандартиформ, 2010. – 12 с.
6. Демина, Л.Н. Процессы экстракции и совершенствование оборудования для получения эфирных масел и экстрактов из биомассы березы и смородины: дис. ... канд. техн. наук: 05.17.08 / Демина Лариса Николаевна. – Красноярск, 2007. – 179 с.
7. Дубинина, Н.В. Получение экстрактов из замороженного плодового сырья в вибрационном аппарате / Н.В. Дубинина, В.В. Гриценко, Ж.В. Симсиве // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 1. – С. 69–75.
8. Природные антиокислители в мягких маргаринах и прогнозирование сроков годности / Л.В. Ленцова [и др.] // Масложировая промышленность. – 2002. – № 3. – С. 32–33.
9. Пластинина, З.А. Разработка путей использования крапивы коноплевой как биологически активного компонента в колбасных изделиях: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04: защищена 1995 / Пластинина Зинаида Александровна. – Улан-Удэ, 1995. – 186 с. – Библиогр.: с. 172–185.
10. Плотников, И.Б. Совершенствование способа получения экстракта из замороженного ягодного сырья в аппарате с вибрационной тарелкой: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12: защищена 24.06.2011 / Плотников Игорь Борисович. – Кемерово, 2012. – 150 с. – Библиогр.: с. 111–121.
11. Попов, И.П. Некоторые товароведческие показатели крапивы двудомной и крапивы коноплевой / И.П. Попов, Д.Н. Шпанько, Е.А. Черкасова // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – № 3. – С. 57.
12. Св-во о регистрации программы для ЭВМ. Исследование физико-химических и теплофизических характеристик экстрактов местного растительного сырья / Р.А. Гребнев, А.В. Савенко, Е.А. Дудник; правообладатель ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». – № 2014614261; заявл. 12.03.2014; опубл. 21.04.2014.
13. Сорокопуд, А.Ф. Интенсификация экстрагирования плодово-ягодного сырья с использованием низкочастотного вибрационного воздействия / А.Ф. Сорокопуд, В.А. Помозова, А.С. Мустафина // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2000. – № 5. – С. 35–39.
14. Химический анализ лекарственных растений / под ред. Н.И. Гринкевич, Л.Н. Сафронич. – М.: Высш. шк., 1983. – 176 с.

THE PRODUCTION OF NETTLE AND BIRCH LEAVES EXTRACTS IN THE VIBRATION DEVICE

A.V. Savenko^{1,*}, A.F. Sorokopud², V.V. Gricenko¹

¹Rubtsovsk Industrial Institute (branch),
Altai State Technical University named after I. I. Polzunova,
2/6 Traktornaya Str., Rubtsovsk, 658207, Russia

²Kemerovo Institute of Food Science
and Technology (University),
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

*e-mail: saven21@mail.ru

Received: 02.06.2015

Accepted: 08.07.2015

At present, the method of extraction in the field of low frequency mechanical vibrations can be considered as one of the most progressive, but the lack of necessary data hinders its use on commercial scale. The paper contains the research results of the water extraction process of dried nettle and birch leaves in the field of low-frequency mechanical vibrations. The presented extraction method is characterized by a large number of factors having a significant influence on the kinetics and power supply of the process (hydraulic, amplitude and frequency of oscillations, the diameter of perforated plate's holes, extraction time). To identify the impact dependence of these factors on the process is possible only by an experiment. A full factorial experiment ²⁵ to receive the necessary amount of data has been carried out. Due to the statistical data processing, we have got experimental-statistical model of the process. The obtained equations show the dependence of the change of main output parameters on the changes of general factors influencing the process. The most important output parameters, which widely characterize the process, are the final concentration of the extract and the efficiency of the process, showing the ratio of the obtained extractive to the amount of power supplied. Because of the mathematical analysis of the obtained equations there we have determined optimum modes of the extraction process within the realization of the condition under which an optimum regime should be considered the one when the maximum possible water extraction concentration is achieved at maximum efficiency of the given method. The results reliability is confirmed by a series of test experiments showing that the deviation of output parameters is not more than 5% of the calculated ones.

Vibration device, extraction, optimization, nettle leaves, birch leaves

References

1. *Jekstrakt list'ev krapivy* [Extract of nettle leaves]. Available at: <http://www.biolit.info/> (accessed 14 February 2012).
2. Nature's nourishing botanical. *Soap and Cosmet*, 2000, vol. 76, no. 12, pp. 51–54.
3. Aksel'rud G.A., Lysjanskiy V.M. *Jekstragirovanie (sistema tverdoe telo-zhidkost')* [Extraction (system solid-liquid)]. Leningrad, Chemistry Publ., 1974. 256 p.
4. Gorodetskiy I.J., Vasin A.A., Olevskiy V.M., Lupanov P.A. *Vibracionnye massoobmennye apparaty* [Vibrating mass transfer devices]. Moscow, Chemistry, 1980. 192 p.
5. *GOST 28562-90. Produkty pererabotki plodov i ovshej. Refraktometricheskij metod opredelenija rastvorimyh suhih veshhestv* [State Standard 28562-90. Products of fruits and vegetables. Refractometric method for determining the soluble solids]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 12 p.
6. Demina L.N. *Processy jekstrakcii i sovershenstvovanie oborudovanija dlja poluchenija jefirnyh masel i jekstraktov iz biomassy berezy i smorodiny*. Diss. kand. tehn. nauk [The extraction processes and improving equipment for essential oils and extracts from biomass birch and currants. Diss. cand. tech. sci.]. Krasnojarsk, 2007. 179 p.
7. Dubinina N.V., Gricenko V.V., Sivsiv Zh.V. *Poluchenie jekstraktov iz zamorozhennogo plodovogo syr'ja v vibracionnom apparate* [Preparation of extracts from frozen fruit raw material in a vibratory machine]. *Tekhnika i tekhnologija pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2013, no. 1, pp. 69–75.
8. Lencova L.V., Parfenova T.V., Vershinina A.G., Kushnerova N.F., Zajceva A.A. *Prirodnye antioksidanti v mjagkih margarinah i prognozirovanie srokov godnosti* [Natural antioxidants in soft margarines and prediction of shelf life]. *Fats Industry*, 2002, no. 3, pp. 32–33.
9. Plastinina Z.A. *Razrabotka putej ispol'zovanija krapivy Konoplevoj kak biologicheski aktivnogo komponenta v kolbasnyh izdelijah*. Diss. kand. tehn. nauk [Develop ways to use nettle Konopleva as a biologically active ingredient in sausages. Diss. cand. tech. sci.]. Ulan-Ude, 1995. 186 p.
10. Plotnikov I.B. *Sovershenstvovanie sposoba poluchenija jekstrakta iz zamorozhennogo jagodnogo syr'ja v apparate s vibracionnoj tarelkoj*. Diss. kand. tehn. nauk [Improving the process for the preparation of an extract from the frozen berries in the device with a vibration plate. Diss. cand. tech. sci.]. Kemerovo, 2012. 150 p.
11. Popov I.P. *Nekotorye tovarovedcheskie pokazateli krapivy dvudomnoj i krapivy Konoplevoj* [Some indicators merchandising nettle and nettle]. *Tekhnika i tekhnologija pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2009, no. 3, P. 57.
12. Grebnev R.A., Savenko A.V., Dudnik E.A. *Issledovanie fiziko-himicheskikh i teplofizicheskikh harakteristik jekstraktov mestnogo rastitel'nogo syr'ja* [Study of physico-chemical and thermal characteristics of extracts local herbs]. Certificaten of registration of the computer program, no. 2014614261, 2014.
13. Sorokopud A.F., Pomezova V.A., Mustafina A.S. *Intensifikacija jekst - ragirovanija plodovo-jagodnogo syr'ja s ispol'zovaniem nizkochastotnogo vibracionnogo vozdeystvija* [Intensification extraction fruit raw material using a low-frequency vibration exposure]. *Khranenie i pererabotka sel'khoz syr'ia* [Storage and processing of farm products], 2000, no. 5, pp. 35–39.
14. Grinkevich N.I., Safronich L.N. *Himicheskij analiz lekarstvennyh rastenij* [Chemical analysis of medicinal plants]. Moscow, Graduate School, 1983. 176 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Савенко, А.В. Получение экстрактов листьев крапивы двудомной и березы повислой в вибрационном аппарате / А.В. Савенко, А.Ф. Сорокопуд, В.В. Гриценко // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 101-108.

Savenko A.V., Sorokopud A.F., Gricenko V.V. The production of nettle and birch leaves extracts in the vibration device. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 8, pp. 101-108 (In Russ.).

Савенко Александр Валентинович

аспирант кафедры техники и технологии машиностроения и пищевых производств, Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 658207, Россия, г. Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6, тел.: +7 (38557) 2-24-50, e-mail: saven21@mail.ru

Сорокопуд Александр Филиппович

д-р техн. наук, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. +7 (3842) 73-40-40, e-mail: MAPP@kemtipp.ru

Гриценко Вячеслав Владимирович

канд. техн. наук, доцент кафедры техники и технологии машиностроения и пищевых производств, Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 658207, Россия, г. Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6, тел.: +7 (38557) 5-98-26, e-mail: gritsenko8@rambler.ru

Alexander V. Savenko

Postgraduate Student of the Department of Technique and Technology of Mechanical Engineering and Food Industries, Rubtsovsk Industrial Institute (branch), Altai State Technical University named after I. I. Polzunova, 2/6 Traktornaya Str., Rubtsovsk, 658207, Russia, phone: +7 (38557) 2-24-50, e-mail: saven21@mail.ru

Alexander F. Sorokopud

Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Department of Machines and Equipment for Food Production, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 73-40-40, e-mail: MAPP@kemtipp.ru

Vjacheslav V. Gricenko

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of the Department of Technique and Technology of Mechanical Engineering and Food Industries, Rubtsovsk Industrial Institute (branch), Altai State Technical University named after I. I. Polzunova, 2/6 Traktornaya Str., Rubtsovsk, 658207, Russia, phone: +7 (38557) 5-98-26, e-mail: gritsenko8@rambler.ru



УДК 641.56:616-071

**КЛИНИЧЕСКАЯ АПРОБАЦИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОДУКТА
ДЛЯ ДИЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ****Е.Ю. Лобач^{1,*}, А.А. Вековцев², П.В. Фесикова¹, В.М. Позняковский¹**¹ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности (университет)»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47²Научно-производственное объединение «Арт Лайф»,
634034, Россия, г. Томск, ул. Нахимова, 8/2

*e-mail: lobach_evgenia@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 13.07.2015

Дата принятия в печать: 21.07.2015

Сегодня для профилактики и комплексного лечения распространенных заболеваний широко применяются специализированные продукты. Авторами разработан специализированный продукт для диетического питания – батончик «Легкое настроение». Цель настоящего исследования – проведение клинических испытаний продукта для диетического питания больных, страдающих функциональным запором. В работе научно обоснован качественный и количественный состав рецептурных ингредиентов батончика, включающий: яблоко, изюм, чернослив, сенны экстракт, тмин обыкновенный, овес, гуммиарабик, отруби пшеничные (диетические). Проведена клиническая апробация разработанного продукта путем его включения в рацион пациентов с функциональными запорами (ФЗ). Диагноз поставлен гастроэнтерологом при углубленном обследовании пациентов на основании данных анамнеза, результатов физикального обследования, лабораторных и инструментальных методов исследования, а также данных тестирования для диагностики качества жизни в динамике на фоне лечения. Пациенты получали специализированный продукт по 1–2 штуки в течение 15 дней перед сном. Изучена динамика клинической симптоматики после приема специализированного продукта. У 87 % больных улучшилось общее состояние здоровья, стала чаще дефекация, у 85 % – ежедневно, утром. Качество жизни на фоне диетотерапии было выше по сравнению с группой контроля по показателям болевых ощущений, эмоциональному состоянию, физической активности и общему количеству баллов. Отмечена положительная динамика как объективного, так и субъективного состояния пациентов. Каких-либо отрицательных явлений со стороны внутренних органов, нервной, сердечно-сосудистой систем и кожных покровов не выявлено. Полученные данные подтвердили эффективность и функциональную направленность в отношении профилактики и лечения пациентов с функциональным запором. Батончик «Легкое настроение» рекомендован также для повышения сопротивляемости организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, стрессовым ситуациям, психоэмоциональным и физическим нагрузкам, восстановления нормальной дефекации и улучшения стула, в том числе в сочетании с другими соматическими заболеваниями.

Специализированный продукт, рецептура, клинические испытания, эффективность, функциональная направленность

Введение

Разработка специализированных продуктов является одним из приоритетных направлений в области реализации программы здорового питания населения Российской Федерации, а также развития пищевой и перерабатывающей промышленности [1, 2].

При этом важное значение уделяется вопросам доказательств эффективности и функциональной направленности рассматриваемой группы пищевых продуктов путем проведения клинических испытаний.

Диетотерапия позиционируется как наиболее доступный и экономически целесообразный путь коррекции питания и здоровья современного человека [3–5].

Специализированные продукты широко используются в профилактике и комплексном лечении распространенных заболеваний, к одним из которых можно отнести функциональные запоры [6, 7].

Независимо от причин, вызывающих запор, в организме человека происходят однотипные изменения, а именно:

- дисбалансные изменения перистальтики кишечника;
- нарушение функции пищеварения и всасывания переваренной пищи, развивается дисбактериоз (дисбиоз) кишечника, так как вследствие снижения транзита кишечного содержимого при запорах увеличивается количество кишечных бактерий, которые попадают из толстой кишки в тонкую.

Одним из средств профилактики запора и нормализации стула является фактор питания, включающий специализированные продукты, функциональные свойства которых направлены на коррекцию обменных нарушений при указанном заболевании.

Цель исследования заключалась в разработке и проведении клинических испытаний разработанного специализированного продукта для диетического питания больных, страдающих функциональным запором.

Объекты и методы исследований

При проведении клинических испытаний разработанного продукта использованы данные, полученные при обследовании и наблюдении 30 пациентов с функциональными запорами (ФЗ) 1–2 степени. Диагноз функциональный запор поставлен гастроэнтерологом при углубленном обследовании пациентов на основании данных анамнеза, результатов физикального обследования, лабораторных и инструментальных методов исследования, а также данных тестирования для диагностики качества жизни в динамике на фоне лечения. Пациенты с ФЗ получали продукт – батончик «Легкое настроение» по 1–2 штуки в течение 15 дней перед сном. Различия между параметрами сравнения считались статистически различными при $p < 0,05$. Исследование проведено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (в редакции 2000 г. с разъяснениями, данными на генеральной ассамблее ВМА в Токио, 2004 г.), с правилами качественной клинической практики Международной конференции по гармонизации (ICHGCP), этическими принципами, изложенными в директиве Европейского союза 2001/20/ЕС, и требованиями национального российского законодательства. Каждым больным подписано «Информированное согласие» на участие в испытаниях. Испытания проводились на базе ЦНИЛ КемГМА и поликлиники «Медицинская практика» (г. Кемерово.)

Средний возраст больных составил $(38,5 \pm 8,3)$ лет. Анализ исходного состояния пациентов с ФЗ осуществлялся по данным объективного исследования, на основе регистрации субъективных жалоб и гастроэнтерологического статуса в соответствии с Римскими критериями III 2006 г. Диагноз ФЗ поставлен на основании исключения органической патологии органов брюшной полости после лабораторной, эндоскопической, лучевой и морфологической диагностики. Всем пациентам предлагался Ноттингемский опросник по оценке качества жизни.

Результаты и их обсуждение

Разработан батончик «Легкое настроение», представляющий собой продукт специализированного диетического (лечебного и профилактического) питания. Рецептурный состав продукта представлен в табл. 1.

Ниже представлены биохимическая и фармакологическая характеристики действующих начал рецептурных компонентов, определяющие функциональную направленность специализированного продукта.

Яблоко, изюм и чернослив оказывают мягкое слабительное действие, усиливают перистальтику и продвижение каловых масс по желудочно-кишечному тракту. Богатая витаминно-минеральная составляющая этих продуктов компенсирует потерю полезных веществ организмом при очищении.

Чернослив содержит: сахара – фруктозу, глюкозу, сахарозу; органические кислоты – яблочную, лимонную, щавельную и немного салициловой;

пектин; полифенольные и азотистые вещества; витамины А, С, В₁, В₂, Р; минеральные вещества – значительное количество калия и фосфора, меньше натрия, кальция, магния и железа. Чернослив способствует избавлению от запоров и нормализации работы системы пищеварения. Кроме того, чернослив полезен при болезнях почек, ревматизме, заболеваниях печени, при атеросклерозе. Благодаря высокой концентрации витамина А применяется для улучшения зрения.

Таблица 1

Рецептура специализированного продукта – батончика «Легкое настроение»

| Наименование ингредиента | Содержание в 1 батончике (15 г), мг | % АУП в 15 г |
|--|-------------------------------------|-----------------------|
| Чернослив | 8259,5 | - |
| Изюм | 3300 | - |
| Яблоко | 2700 | - |
| Фруктоза | 1600 | - |
| Сенны экстракт <i>Содержание суммы агликонов антраценового ряда в пересчете на хризофановую кислоту</i> | 900 9,0 | 90 |
| Овсяные хлопья (молотые) | 500 | Пищевые волокна 90 |
| Гуммиарабик Инстантгам ВА | 400 | |
| Пшеничные отруби | 300 | |
| Тмин (семя молотое) | 35 | - |
| Сорбат калия | 4,0 | - |
| Лимонная кислота | 1,5 | - |

Изюм является источником полезных углеводов, органических кислот, пищевых волокон, белков. Имеет отличный витаминный состав: витамины А, С, Е, Н, группы В, бета-каротин, микроэлементы – цинк, селен, железо, марганец, медь. Особенно богат калием, полезен для работы почек и сердечной мышцы, обмена веществ в коже и передачи нервных импульсов, поддержания нормального состава крови. Благодаря никотиновой кислоте, входящей в витамины группы В, изюм успокаивает, регулируя работу нервной системы. Обладая мочегонным действием, способствует выведению из организма лишней жидкости и токсинов. Содержащиеся в изюме органические кислоты проявляют антиоксидантные и антибактериальные свойства.

Яблоки. Полезные свойства объясняются их нутриентным составом. В яблоках содержатся витамины С, В₁, В₂, В₆, Р, Е, каротин, калий, железо, магний, кальций, пектины, сахара, органические кислоты, являются источниками микроэлементов: фосфора, марганца, натрия, серы, алюминия, бора, ванадия, йода, меди, молибдена, никеля, фтора, хрома, цинка.

Яблоки способствуют нормализации деятельности желудочно-кишечного тракта и пищеваритель-

ной системы, применяются для предупреждения запоров и повышения аппетита. В составе яблок содержится хлорогеновая кислота, которая способствует выведению из организма щавельной кислоты и нормальной деятельности печени.

Яблочный пектин играет первостепенную роль в формировании каловых масс. Это обстоятельство, а также выраженное раздражающее действие на механорецепторы слизистой оболочки кишечника играют ведущую роль в стимуляции перистальтики и регуляции моторной функции кишечной трубки. Недостаток пектинов в питании человека приводит к развитию стазов и дискинезий желчного пузыря и толстого кишечника.

Пектиновые вещества адсорбируют различные соединения, в том числе экзо- и эндотоксины, соли тяжелых металлов и радионуклиды. Пектины, связываясь с желчными кислотами, уменьшают всасывание жира и снижают уровень холестерина. Обволакивая слизистую желудочно-кишечного тракта, они задерживают опорожнение желудка и таким образом замедляют всасывание сахара. Обладают бактерицидным эффектом относительно условно-патогенных микроорганизмов и возбудителей острых кишечных инфекций, не нарушая работы полезной микрофлоры. Пектины способствуют улучшению пристеночного пищеварения и нормализации микробиоценоза кишечника, положительно влияют на состояние кожных покровов.

Сенны экстракт (сенна остролистная, кассия остролистная, александрийский лист – *Cassia acutifolia* Del.) содержит антрагликозиды (сеннозиды А и В, реин, алоэ-эмодин), флавоновые гликозиды (изораменит, кемпферол, кемпферин), органические кислоты (стеариновая, пальмитиновая и др.), фитостерин.

Сенны экстракт обладает слабительными свойствами, повышает моторную функцию толстого кишечника. Не содержит горьких и дубильных веществ, вследствие чего не повышает аппетита и не вызывает запора после слабительного действия.

Основным действующим веществом являются антрагликозиды, которые под влиянием пищеварительных ферментов и бактериальных процессов распадаются на сахара и аглюконы. Последние раздражают рецепторы слизистой оболочки пищеварительного тракта, не увеличивая секреции, но усиливая двигательную активность.

Тмин обыкновенный (*Carum carvi*). Вещества, содержащиеся в плодах тмина, оказывают благоприятное действие на различные системы организма: способны снимать спазм гладких мышц желудка, желчных протоков, кишечного тракта; снижают активность ферментов при патологических процессах в желудке и кишечнике, что благотворно сказывается на самочувствии больных, поскольку уменьшаются процессы брожения и гниения.

Семена тмина способны оказывать мочегонное и отхаркивающее действие. У кормящих женщин он способствует образованию молока. Доказано его бактерицидное действие. Плоды тмина усиливают отделение желчи и аналогично влияют на выделение желудочного сока и панкреатических фермен-

тов, усиливают аппетит, оказывают успокоительное действие.

Овес (*Avena sativa*) содержит слизи и оказывает обволакивающее действие в желудочно-кишечном тракте. Зерна овса являются источником растворимых и нерастворимых пищевых волокон, которые способны сорбировать и выводить токсины, оказывать пребиотическое действие. Овес богат веществами, необходимыми для очищения сосудов от атеросклеротических бляшек, поддержания нормального уровня холестерина и сахара в крови, способствует нормализации веса. К этим веществам относят: цинк, хром, витамины группы В и F.

В состав зерна овса входят: до 60 % крахмала, белка 14 %, до 9 % жира, ферменты, витамины А, В, Е, холин, тирозин, кремний, медь, тригонеллин, сахар, кальциевые и фосфорные минеральные соли. Аминокислотный состав овсяных зерен наиболее близок к мышечному белку, комплекс органических соединений необходим при лечении различных болезней печени.

Овес является источником фермента, который, подобно ферменту поджелудочной железы, помогает усвоению углеводов.

Гуммиарабик. Высушенный на воздухе экссудат из стволов и ветвей сенегальской или сеяльской акации. Представляет полисахарид, обладающий пребиотическими свойствами. Натуральное растворимое в воде волокно, которое не усваивается верхними отделами желудочно-кишечного тракта человека, в толстом кишечнике полностью ферментируется бактериями до образования углекислого газа и органических кислот. Последние, понижая рН среды кишечника, препятствуют развитию вредных микроорганизмов и способствуют их удалению. Гуммиарабик является субстратом для пробиотических микроорганизмов, способствуя повышению колонизационной резистентности собственной микрофлоры организма.

Отруби пшеничные диетические. Один из основных поставщиков клетчатки, которая способствует очищению желудочно-кишечного тракта и улучшает его деятельность. Клетчатка подвергается переработке кишечными бактериями в вещества, предотвращающие рак толстой кишки, выводит из организма канцерогены, другие токсические вещества, содержащиеся в пище, помогает контролировать уровень сахара и холестерина в крови за счет уменьшения всасывания их в кишечнике.

В результате приема специализированного продукта – батончика «Легкое настроение» отмечена положительная динамика как объективного, так и субъективного состояния больных. Переносимость специализированного продукта была хорошей, побочных явлений со стороны внутренних органов, нервной и сердечно-сосудистой систем, кожных покровов, других побочных явлений не выявлено.

Как видно из табл. 2, в результате приема батончика «Легкое настроение» у всех испытуемых отмечена положительная динамика клинических проявлений ФЗ. У большинства больных (87 %)

улучшилось общее состояние, у всех пациентов дефекация стала чаще, причем у 85 % ежедневно, утром. У остальных пациентов дефекация была 1 раз в 2–3 суток, и только одна пациентка добавляла лактулозу, чтобы был стул.

Таблица 2

Динамика клинической симптоматики у пациентов с ФЗ после приема специализированного продукта – батончика «Легкое настроение»

| Клинические проявления | До лечения № = 30 | После лечения № = 30 |
|---|-------------------|----------------------|
| Улучшение общего состояния и самочувствия | 100 % | 21 %* |
| Дефекация 1 раз в сутки | 0 % | 85 %* |
| Дефекация реже чем 1 раз в сутки | 25 % | 10 %* |
| Дефекация реже чем 1 раз в 3 суток | 60 % | 5 %* |
| Дефекация реже чем 1 раз в 5 суток | 15 % | 0 %* |

*Различия достоверны в сравнении с результатами до лечения при $P < 0,05$.

В результате проведенных исследований с помощью Ноттингемского профиля здоровья получена положительная динамика следующих показателей качества жизни: энергичность, болевые ощущения, эмоциональное состояние, сон, социальная изоляция, физическая активность. Качество жизни на фоне лечения статистически значимо ниже в группе контроля по показателям болевых ощущений, эмоциональному состоянию, физической активности и общему количеству баллов. Положительная динамика по результатам тестов зафиксирована у пациентов, принимающих батончик «Легкое настроение». Данные представлены в табл. 3.

На основании полученных материалов сделаны следующие выводы:

1. Прием специализированного диетического продукта – батончика «Легкое настроение» пациентами с функциональными запорами 1–2 степени благоприятно влияет на клинические проявления заболеваний.

2. На фоне включения в рацион батончика «Легкое настроение» у больных с функциональными запорами 1–2 степени отмечается улучшение

самочувствия и настроения, а соответственно и качество жизни.

3. Использование диетотерапии способствует нормализации или более частому акту дефекации, улучшению качества жизни рассматриваемой группы пациентов.

4. Прием продукта хорошо переносится больными и не вызывает каких-либо побочных эффектов.

Таблица 3

Качество жизни у пациентов с ФЗ после приема специализированного продукта – батончика «Легкое настроение»

| Показатель | До лечения, баллы № = 30 | После лечения, баллы № = 30 |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Энергичность | 45,3±1,5 | 34,2±1,3 |
| Болевые ощущения | 23,5±1,7 | 21,5±2,4 |
| Эмоциональное состояние | 74,2±1,8 | 34,6±1,5* |
| Сон | 34,3±1,8 | 35,1±1,3 |
| Социальная изоляция | 24,2±1,5 | 26,4±1,7 |
| Физическая активность | 32,1±1,6 | 24,3±1,3 |
| Общая сумма | 233,6±4,1 | 176,1±3,4 |

*Различия достоверны в сравнении с результатами до лечения при $P < 0,05$.

Предложения и рекомендации

Проведенные исследования показывают целесообразность использования продукта специализированного диетического питания – батончика «Легкое настроение», в состав которого входят чернослив, изюм, яблоко, сенны экстракт, овсяные хлопья, гуммиарабик, отруби пшеничные (диетические), семя тмина, в комплексной диетотерапии для профилактики и лечения пациентов с функциональным запором.

Полученные данные дают основания рекомендовать продукт в качестве дополнительной диетотерапии для повышения сопротивляемости организма к неблагоприятному воздействию окружающей среды, стрессовым ситуациям, психоэмоциональным и физическим нагрузкам, для восстановления нормальной дефекации и улучшения стула в комплексном лечении запоров. Специализированный продукт может быть рекомендован в комплексном лечении и для профилактики запоров в сочетании с другими соматическими заболеваниями в стадии компенсации.

Список литературы

1. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.10.2010 № 1873-р // Рос. газ. – 2010. – 3 нояб., № 5328. – С. 19.
2. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации до 2020 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.04.2012 № 559-р // Справочно-правовая система «Гарант» [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис».
3. Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровни / В.И. Покровский [и др.] – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 344 с.
4. 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.
5. 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.

6. Доклад о ситуации в области инфекционных заболеваний в мире: исполнительное резюме / Всемирная организация здравоохранения. – Женева, 2011. – 21 с.
7. Здоровье России: атлас / под ред. Л.А. Бокерия. – 8-е изд. – М.: НИЦСХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2012. – 408 с.

CLINICAL TESTING OF SPECIAL FOOD FOR DIETARY NUTRITION

E.Yu. Lobach^{1,*}, A.A. Vekovtsev², P.V. Fesikova¹, V.M. Poznyakovskiy¹

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

²Research and manufacturing association «ArtLife»,
8/2, Nakhimov Str., Tomsk, 634034, Russia

*e-mail: lobach_evgenia@mail.ru

Received: 13.07.2015

Accepted: 21.07.2015

Today, special products are widely used for the prevention and comprehensive treatment of common diseases. The authors have developed a special dietary food named “Light Mood” sweet bar (“Legkoye Nastroenie”). The purpose of this research is to carry out clinical trials of the product for the diet of patients with functional constipation. In this paper composition and quantitative characteristics of the bar recipe ingredients, including apples, raisins, dried plums, senna extract, field caraway, oats, acacia rubber, wheat bran (dietary) are scientifically proved. Clinical testing of the derived food has been carried out by including it into the diet of patients with functional constipation. The diagnosis has been made by a gastroenterologist after profound patient work-up on the basis of anamnesis, a physical examination data, laboratory and instrumental investigation results and the data of diagnostic testing of life quality over time on treatment. The test persons have eaten 1–2 pieces of the special food for 15 days before bedtime. The dynamics of clinical symptomatology after taking the special food has been studied. The majority of patients, 87% showed better general state of health, more often defecation; 85% of them had daily defecation in the morning. The quality of life in the course of dietary therapy was higher in comparison with the control group according to the indices of pain sensation, emotional state, physical activity and total number of points. Favourable evolution of both objective and subjective condition of the patients has been revealed. No negative reaction of internal organs, nervous system, cardiovascular system and skin cover was revealed. The obtained data proved the efficiency and functional orientation with reference to functional constipation preventative measures and treatment. The sweet bar “Light Mood” is also recommended for increasing the body resistance to unfavorable environment, stress situations, psychoemotional and physical exertion, for recovery of normal defecation and improving of defecation in the conditions combined with other somatic diseases.

Special food, formulation, clinical tests, efficiency, functional orientation

References:

1. *Rasporiazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 25.10.10 goda. № 1873 – r «Osnovy gosudarstvennoy 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»]. Ros. gaz. [Russian newspaper], 2010, 3 November, no. 5328, P. 19.
2. *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.
3. 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.
4. Spirichev V.B., Shatniuk L.N., Poznyakovskiy V.M. *Obogashchenie pishchevykh produktov vitaminami i mineral'nymi veshchestvami. Nauka i tekhnologiya* [Enrichment of foodstuff vitamins and mineral substances. Science and technology]. Novosibirsk, Sib. Univ. Publ., 2005. 548 p.
5. Avstrieviskikh 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.
6. *Doklad o situatsii v oblasti infektsionnykh zaboolevaniy v mire: ispolnitelnoye rezyume* [Report on the situation in the sphere of virulent diseases in the world: executive summary]. Vsemirnaya organizatsiya zdorookhraneniya [The World Health Organization], Geneva, 2011, 21 p.
7. Bokeriy L.A. *Zdorovyie Rossii: Atlas* [Health Russia: Atlas], Moscow, Scientific Center for Cardiovascular Surgery A.N. Bakuleva RAMS, 2012, 408 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Клиническая апробация специализированного продукта для диетического питания / Е.Ю. Лобач, А.А. Вековцев, П.В. Фесикова, В.М. Позняковский // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 109-114.

Lobach E.Yu., Vekovtsev A.A., Fesikova P.V., Poznyakovskiy V.M. Clinical testing of special food for dietary nutrition. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 8, pp. 109-114 (In Russ.).

Лобач Евгения Юрьевна

канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры маркетинга, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-61, e-mail: lobach_evgenia@mail.ru

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

Фесикова Полина Васильевна

аспирант кафедры товароведения и управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, e-mail: fesikovapolina@gmail.com

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

Evgeniya Yu. Lobach

Cand. Tech. Sci., Senior Lecturer of the Department of Marketing, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: lobach_evgenia@mail.ru

Andrey A. Vekovtsev

Cand. Tech. Sci., Deputy Director for Science and Innovations, Research and manufacturing association «ArtLife», 8/2, Nakhimov Str., Tomsk, 634034, Russia, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Polina V. Fesikova

Postgraduate Student of the Department of Commodity and Quality Management, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, e-mail: fesikovapolina@gmail.com

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



ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ЭФФЕКТИВНОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ «ОЛЕОПРЕННЕЙРО» В НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЯХ

Г.А. Подзорова^{1,*}, А.А. Вековцев², А.Ю. Казьмина¹, В.М. Позняковский¹

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

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

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

Дата поступления в редакцию: 13.07.2015

Дата принятия в печать: 21.07.2015

Разработана научно обоснованная рецептура биологически активной добавки (БАД), функциональная направленность которой обусловлена синергическим действием действующих начал рецептурных компонентов на обменные процессы при хронической недостаточности мозгового кровообращения. Эффективность и функциональная направленность специализированного продукта подтверждены результатами клинических испытаний путем его включения в рацион больных с дисциркуляторной энцефалопатией сосудистого генеза (ДЭ) I–II стадии. Пациенты получали БАД «ОлеопренНейро» по 1 капсуле 2 раза в день в течение месяца (группа ДЭ-ОН). Аналогичная группа больных из 30 человек не принимала БАД и служила группой контроля. Изучена динамика клинической симптоматики у пациентов с ДЭ I–II в группе ДЭ-ОН и группе контроля после лечения. Получены материалы, характеризующие качество жизни у пациентов с ДЭ I–II стадии в динамике в группах контроля и ДЭ-ОН. Показано, что комплексное лечение больных с дисциркуляторной энцефалопатией сосудистого генеза I–II стадии с применением БАД «ОлеопренНейро» благоприятно влияет на клинические проявления заболевания: отмечено улучшение самочувствия и настроения, а соответственно, качества жизни; установлена положительная динамика в лечении цефалгического и вестибуло-атактического синдромов, а также улучшение когнитивных функций пациентов; хорошо переносится больными и не вызывает каких-либо побочных эффектов. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о положительной роли полипrenoлов и витамина Е, входящих в состав БАД, в комплексной терапии дисциркуляторной энцефалопатии сосудистого генеза I–II стадии. Полученные клинические доказательства позволяют рекомендовать специализированный продукт в качестве дополнительного фактора питания при указанном заболевании.

БАД, рецептурный состав, клинические испытания, эффективность диетотерапии, функциональная направленность

Введение

Клинические (натурные) исследования являются одним из факторов, формирующих потребительские свойства специализированных продуктов, наряду с рецептурным составом и технологическими параметрами производства, доказательства их эффективности и функциональной направленности [1].

Специализированные продукты, в том числе БАД, все чаще используются в профилактике и комплексном лечении распространенных заболеваний, одним из которых является хроническая недостаточность мозгового кровообращения, сопровождающаяся головной болью, шумом и головокружением, ухудшением памяти, повышенной утомляемостью, снижением работоспособности.

Для клинической характеристики нарушений функций головного мозга, развивающихся в результате сосудистых нарушений, широко используется понятие «дисциркуляторная энцефалопатия» (ДЭ), которая является наиболее часто встречающимся неврологическим расстройством и определяет актуальность диагностики и профилактики рассматриваемой патологии [2, 3].

Накопленный медицинский опыт и анализ современных возможностей показывают, что эффек-

тивность лечения ДЭ не может быть только при применении лекарственных препаратов. Важным вектором решения этой проблемы является использование фактора питания с учетом патогенеза заболевания [4–6].

Цель настоящей работы – провести клиническую апробацию нового вида биологически активной добавки «ОлеопренНейро».

Объекты и методы исследований

В настоящей работе использованы данные, полученные при обследовании и наблюдении 60 пациентов с дисциркуляторной энцефалопатией сосудистого генеза (ДЭ) I–II стадии. Диагноз ДЭ поставлен невропатологом при углубленном обследовании пациентов на основании данных анамнеза, результатов физикального обследования, лабораторных и инструментальных методов исследования, данных психологического тестирования для диагностики степени когнитивных нарушений и оценки качества жизни в динамике на фоне лечения. 30 пациентов с ДЭ I–II стадии вместе с комплексным классическим лечением (статины, гипотензивные, сосудистые, ноотропные средства) получали БАД «ОлеопренНейро» по 1 капсуле 2 раза

в день в течение месяца (группа ДЭ-ОН). 30 человек с аналогичной патологией, не получавшие БАД «ОлеопренНейро», были группой сравнений (группа контроля). Различия между параметрами сравнения считались статистически различными при $p < 0,05$. Исследование проведено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (в редакции 2000 г. с разъяснениями, данными на генеральной ассамблее ВМА, Токио, 2004), с правилами качественной клинической практики Международной конференции по гармонизации (ICHGCP), этическими принципами, изложенными в директиве Европейского союза 2001/20/ЕС, и требованиями национального российского законодательства. Каждый больной подписал «Информированное согласие» на участие в исследованиях. Исследование проводилось на базе ЦНИЛ КемГМА и дневного стационара МУЗ ГКБ № 2.

Средний возраст больных составил $(59,3 \pm 6,8)$ лет. Анализ исходного состояния вошедших в исследование пациентов с ДЭ сосудистого генеза I–II стадии проводился по данным объективного обследования на основе регистрации субъективных жалоб и неврологического статуса. Учитывалось наличие следующих признаков: головные боли, головокружение, нарушение памяти, нарушение концентрации внимания, шум в ушах, шаткость при ходьбе.

Результаты и их обсуждение

Разработан специализированный продукт – БАД «ОлеопренНейро», включающий следующие компоненты: пренолит (пищевой обогатитель); глицин; Мемри Плюс 30Л (MemreePlus™ 30L); пищевая добавка «Гриндокс» (антиоксидант); токоферола ацетат 98 % (витамин Е); диоксид кремния; подсолнечное масло рафинированное.

В табл. 1 представлены регламентируемые показатели качества, в том числе пищевой ценности разработанного продукта.

Таблица 1

Регламентируемые показатели качества, в том числе пищевой ценности, БАД «ОлеопренНейро»

| Показатель | Характеристика |
|--|---|
| Внешний вид | Мягкие желатиновые капсулы |
| Цвет содержимого капсулы | От желтого до оранжевого, допускается осадок внутри капсулы |
| Вкус и запах содержимого капсулы | Специфический |
| Средняя масса капсулы, мг | 790 (от 711 до 869) |
| Содержание витамина Е, в 1 капсуле, мг | 3,75 (от 2,6 до 4,9) |
| Содержание полипренолов, в 1 капсуле, мг, не менее | 5,0 |
| Содержание ацетонрастворимых веществ (фосфатидилсерина и фосфатидной кислоты), в 1 капсуле, мг, не менее | 14,5 |

Функциональная направленность БАД обусловлена входящими в ее состав полипренолами и витамином Е, краткая характеристика которых представлена ниже.

Полипренолы. Относятся к препаратам XXI века, получают из особых веществ хвойных деревьев (сосна, пихта, ель) при помощи уникальных запатентованных технологий. Неоднократно проходили доклинические и клинические испытания, доказывая свою эффективность при многих заболеваниях и состояниях. Полипренолы – важнейшие вещества для жизни клетки. Участие в долихолфосфатном цикле делает их незаменимыми для организма человека, когда речь идет о повреждении клеток и, соответственно, органов и тканей. Их направленное функциональное влияние на организм превосходит эффективность аналогичных препаратов в несколько раз. При этом полипренолы совершенно безопасны для организма даже в высоких дозах и при длительном применении не проявляют побочных эффектов.

Находясь в структуре БАД «ОлеопренНейро», полипренолы стимулируют регенерацию и восстановление поврежденных клеток головного мозга, сосудистой стенки, снижают уровень холестерина.

Витамин Е. Оказывает выраженное антиоксидантное действие за счет ингибирования окисления липидов. Липиды являются составной частью клеточных мембран, токоферол предотвращает повышение их проницаемости, которое обусловлено повреждающим действием свободных радикалов, улучшает оксигенацию тканей.

Таким образом, БАД «ОлеопренНейро» является комплексной добавкой для оздоровления сосудистой и нервной систем. За счет полипренолов и поддержки долихолфосфатного пути восстановления клеток и стабилизации клеточных мембран препарат стимулирует регенеративный потенциал нейроцитов и клеток сосудистой стенки (активация восстановления мембран и защита молодых нейроцитов). Новый подход и инновационные технологии позволяют добиться следующего действия:

- восстановления и стабилизации мембран нейроцитов и клеток сосудистой стенки, снижения цитолиза и гибели клеток, торможения процессов ишемии головного мозга;

- блокирования окислительного стресса, снижения повреждающего действия на клетку свободных радикалов и снижения цитолиза и гибели клеток, повышения кровоснабжения и энергосбережения головного мозга.

При проведении клинических испытаний установлено, что в неврологическом статусе наиболее часто встречаются цефалгический, вестибуло-атактический синдромы, вегетативная дисфункция и экстрапирамидная недостаточность. В структуре психопатологических проявлений у всех пациентов доминировала астеническая симптоматика. Цефалгический синдром проявлялся головной болью, чаще диффузной, давящего или пульсирующего характера, различной степени выраженности. Вестибуло-атактический синдром проявлялся головокружениями системного и несистемного ха-

рактера, элементами вестибулярной, мозжечковой, столовой атаксии, которые проявлялись неустойчивостью при ходьбе, нарушением равновесия, неравномерностью шага. Астенический синдром реализовывался в виде быстрой утомляемости, истощения, снижения работоспособности, внимания, настроения.

В результате лечения больных в обеих группах отмечена положительная динамика как объективного, так и субъективного состояния, хорошая переносимость БАДа, никаких побочных проявлений со стороны внутренних органов, а также нервной и сердечно-сосудистой систем и кожных покровов не наблюдалось. Хорошо переносилась и комбинация БАД «ОлеопренНейро» с основными препаратами для лечения ДЭ.

Как видно из табл. 2, в результате лечения больных отмечена положительная динамика клинических проявлений заболевания. У подавляющего большинства больных (95 %) улучшилось общее состояние, у всех больных уменьшилась головная боль, улучшились процессы запоминания и воспроизведения прочитанного, у большинства процентов отмечалось повышение инициативы, у 90 % повышено внимание и сосредоточенность, уменьшение нарушений в эмоционально-волевой сфере. При этом лучшие показатели отмечались в группе ДЭ-ОН при статистически незначимой разнице.

Таблица 2

Динамика клинической симптоматики у пациентов с ДЭ I–II в группе ДЭ-ОН и группе контроля после лечения

| Клинические проявления | Группа контроля № = 30 | Группа ДЭ-ОН № = 30 |
|--|------------------------|---------------------|
| Улучшение общего состояния и самочувствия | 30 (100 %) | 30 (100 %) |
| Уменьшение и регресс головной боли | 30 (100 %) | 30 (100 %) |
| Улучшение процессов запоминания и воспроизведения прочитанного | 28 (93 %) | 30 (100 %) |
| Повышение инициативы | 27 (90 %) | 30 (100 %) |
| Повышение внимания и сосредоточенности | 30 (100 %) | 30 (100 %) |
| Уменьшение нарушений в эмоционально-волевой сфере | 28 (93 %) | 30 (100 %) |
| Улучшение мышечного тонуса | 28 (93 %) | 30 (100 %) |
| Снижение гипертензионного синдрома | 27 (90 %) | 30 (100 %) |
| Положительная динамика ЭЭГ | 28 (93 %) | 30 (100 %) |
| Положительная динамика РЭГ | 29 (97 %) | 30 (100 %) |

В результате проведенных исследований с помощью Ноттингемского профиля здоровья получена положительная динамика следующих показателей качества жизни: энергичность, болевые ощущения, эмоциональное состояние, сон, социальная изоля-

ция, физическая активность. Качество жизни на фоне лечения статистически значимо ниже в группе контроля по показателям энергичности, болевым ощущениям, эмоциональному состоянию, физической активности и общему количеству баллов. Лучшие результаты отмечены у пациентов, принимающих дополнительно БАД «ОлеопренНейро». Полученные данные представлены в табл. 3.

Таблица 3

Качество жизни у пациентов с ДЭ I–II стадии в динамике в группах контроля и ДЭ-ОН

| Показатель | До лечения, баллы № = 60 | Через 30 дней, баллы | |
|-------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------|
| | | Группа контроля № = 30 | Группа ДЭ-ОН № = 30 |
| Энергичность | 62,3±0,7 | 47,4±0,5 | 33,1±0,6* |
| Болевые ощущения | 98,4±1,9 | 69,2±0,7* | 51,3±0,9* |
| Эмоциональное состояние | 52,1±1,1 | 41,4±1,2 | 31,5±1,2* |
| Сон | 73,2±1,3 | 53,7±0,9* | 44,7±0,8* |
| Социальная изоляция | 43,2±1,1 | 31,4±1,1 | 26,2±0,9* |
| Физическая активность | 72,6±0,9 | 45,8±1,0* | 37,4±0,8* |
| Общая сумма | 401,8±4,1 | 289,9±3,7* | 224,4±3,7* |

* Различия достоверны в сравнении с результатами до лечения при $P < 0,05$.

Оценка состояния памяти, произвольного внимания и истощаемости исследуемых больных в динамике лечения проводилась с помощью методики заучивания десяти слов (по А.Р. Лурия). До начала лечения у больных дисциркуляторной энцефалопатией наблюдались низкие показатели объема памяти и отсутствие стойкого увеличения количества правильно воспроизведенных слов. Кривая запоминания характеризовалась зигзагообразной формой, что свидетельствовало о неустойчивости и высокой истощаемости мнестических процессов. После проведенного лечения объем кратковременной памяти у больных значительно возрос уже при первом предъявлении стимульного материала ($P < 0,05$), при каждом последующем предъявлении количество правильно воспроизведенных слов увеличивалось, после третьего-четвертого повторения большинство пациентов могли правильно воспроизвести все десять слов. Кривая запоминания после проведенного лечения характеризовалась постепенным подъемом, что свидетельствовало об устойчивости внимания и отсутствии истощения мнестических функций. При этом в группе ДЭ-ОН данные функции улучшались несколько раньше, чем в группе контроля.

До начала лечения у больных дисциркуляторной энцефалопатией регистрировались низкие показатели концентрации внимания и его быстрое истощение, т.е. наблюдалась тенденция к увеличению времени, затрачиваемого пациентами на выполнение задания по каждой следующей таблице. После проведенного лечения имела место положительная ди-

намика показателей концентрации внимания, среднее время выполнения задания значительно сократилось – с 61,1 с до начала лечения до 43,5 в группе контроля и 40,6 в группе ДЭ-ОН по окончании терапии ($P < 0,05$). Внимание характеризовалось устойчивостью, отсутствовали резкие колебания уровня концентрации внимания на протяжении выполнения задания. Таким образом, данные проведенного экспериментально-психологического исследования демонстрируют значительное улучшение функционирования познавательных функций, в частности, памяти и внимания, у больных дисциркуляторной энцефалопатией, использующих диетотерапию.

Сделано заключение, что применение БАД «ОлеопренНейро» дополнительно к комплексной терапии повышает эффективность лечения дисциркуляторной энцефалопатии сосудистого генеза I–II стадии.

Полученные материалы позволили сделать следующие выводы.

1. Комплексное лечение больных с дисциркуляторной энцефалопатией сосудистого генеза I–II стадии с применением БАД «ОлеопренНейро» благоприятно влияет на клинические проявления заболевания.

2. На фоне применения БАД «ОлеопренНейро» в комплексном лечении пациентов с дисциркуляторной энцефалопатией сосудистого генеза I–II стадии отмечается улучшение самочувствия и настроения, а соответственно, качества жизни.

3. Включение БАД «ОлеопренНейро» в комплексное лечение пациентов с дисциркуляторной энцефалопатией сосудистого генеза I–II стадии

способствует положительной динамике в лечении цефалгического и вестибуло-атактического синдромов, а также улучшению когнитивных функций пациентов.

4. БАД «ОлеопренНейро» хорошо переносится больными и не вызывает каких-либо побочных эффектов.

Предложения и рекомендации

Проведенные исследования показывают целесообразность использования БАД «ОлеопренНейро», в состав которого входят полипrenoлы и витамин E, в комплексной диетотерапии и лечении пациентов с дисциркуляторной энцефалопатией сосудистого генеза I–II стадии.

Результаты клинических испытаний дают основание рекомендовать БАД «ОлеопренНейро» в качестве дополнительного продукта для повышения сопротивляемости организма к неблагоприятному воздействию окружающей среды, стрессовым ситуациям, психоэмоциональным и физическим нагрузкам, для профилактики дисциркуляторной энцефалопатии сосудистого генезиса. Специализированный продукт использован: в комплексном лечении и для профилактики энцефалопатий различного генеза (резидуальных, сосудистых, посттравматических, токсических); цереброваскулярных заболеваниях, включая и последствия инсульта; патологии сердечно-сосудистой системы (ИБС, АГ); нарушениях периферического кровообращения и микроциркуляции; нейросенсорной тугоухости; диабетической полинейропатии; мигрени; астенических состояниях различного генеза; заболеваниях печени.

Список литературы

1. Позняковский, В.М. Безопасность продовольственных товаров (с основами нутрициологии): учебник. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 271 с.
2. Доклад о ситуации в области инфекционных заболеваний в мире: исполнительное резюме / Всемирная организация здравоохранения. – Женева, 2011. – 21 с.
3. Здоровье России: атлас / под ред. Л.А. Бокерия. – 8-е изд. – М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2012. – 408 с.
4. 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.
5. 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.
6. Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровни / В.И. Покровский [и др.] – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 344 с.

PROOF OF EFFICACY AND FUNCTIONAL ORIENTATION OF «OLEOPRENNEURO» DIETARY SUPPLEMENT IN VIVO OBSERVATIONS

G.A. Podzorova^{1,*}, A.A. Vekovtsev², A.Yu. Kaz'mina¹, V.M. Poznyakovskiy¹

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

²Research and manufacturing association «ArtLife»,
8/2, Nakhimov Str., Tomsk, 634034, Russia

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

Received: 13.07.2015

Accepted: 21.07.2015

Evidence-based formulation of dietary supplement, the functional orientation of which is caused by synergistic effect of the prescribed components factors for the metabolism in chronic cerebrovascular insufficiency is developed. Efficacy and functional orientation of the specialized product was confirmed by the results of clinical trials, through its inclusion in the diet of patients with I-II stage dyscirculatory encephalopathy of vascular origin (DE). Patients received 1 capsule of the “OleoprenNeuro” dietary supplements 2 times a day for a month (DE-ON group). A similar group of 30 patients did not take supplements, and served as a control group. The clinical symptom course in patients with I-II DE group and the control group after treatment was studied. Materials that characterize the life quality in patients with I-II stage DE control group and DE-ON were obtained. It is shown that the complex treatment with the dietary supplement “OleoprenNeuro” of patients with vascular genesis dyscirculatory encephalopathy of I-II stage has a positive effect on the clinical disease: improvement in mood and state of health, and consequently the life quality is noted; favourable evolution in the treatment of cephalic and vestibule-ataxic syndromes is defined, as well as improving the cognitive functions of patients; it is well tolerated and does not cause any side effects. The results of the research show a positive role of polyphenols and vitamin E composing the dietary supplements, in the treatment of dyscirculatory encephalopathy of vascular origin of I-II stage. The clinical evidence allows the recommendation of the specialized product as an additional nutrition factor in the presence of these diseases.

Dietary supplements, a prescription formulation, clinical trials, diet therapy efficacy, functional orientation

References

1. Poznyakovskiy V.M. *Bezopasnost' prodovol'stvennykh tovarov* (s osnovami nutritsiologii) [Safety of food products (with the basics of Nutrition)]. Moscow, INFRA-M, 2014. 271 p.
2. *Doklad o situatsii v oblasti infektsionnykh zabolevaniy v mire: ispolnitel'noe rezyume* [Report on the situation in the sphere of virulent diseases in the world: executive summary]. Geneva, Vsemirnaya organizatsiya zdravookhraneniya [The World Health Organization], 2011. 21 p.
3. Bokeriy L.A. *Zdorovye Rossii: Atlas* [Health Russia: Atlas], Moscow, Scientific Center for Cardiovascular Surgery A.N. Bakuleva RAMS, 2012, 408 p.
4. Avstrieviskikh 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.
5. Poznyakovskiy V.M., Gur'yanov Yu.G., Bebenin V.V. *Pishchevye i biologicheski aktivnye dobavki: kharakteristika, primeneniye, kontrol'* [Nutritional and Biologically active food supplements: characteristics, applying, control]. Kemerovo, Kuzbassvuzizdat, 2011. 275 p.
6. 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.

Дополнительная информация / Additional Information

Доказательство эффективности и функциональной направленности биологически активной добавки «ОлеопренНейро» в натуральных наблюдениях / Г.А. Подзорова, А.А. Вековцев, А.Ю. Казьмина, В.М. Позняковский // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 115-120.

Podzorova G.A., Vekovtsev A.A., Kaz'mina A.Yu., Poznyakovskiy V.M. Proof of efficacy and functional orientation of “Oleoprenneuro” dietary supplement in vivo observations. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 8, pp. 115-120 (In Russ.).

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: tovar-kemtipp@mail.ru

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

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

Galina A. Podzorova

Cand. Tech. Sci., Associate Professor of the Department 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: tovar-kemtipp@mail.ru

Andrey A. Vekovtsev

Cand. Tech. Sci., Deputy Director for Science and Innovations, Research and manufacturing association «ArtLife», 8/2, Nakhimov Str., Tomsk, 634034, Russia

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 633.491; 635

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ КАРТОФЕЛЬ ДЛЯ ДЕТСКОГО И ДИЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

А.В. Бутов¹, А.А. Мандрова^{2,*}

¹ФГБОУ ВПО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»,
399770, Россия, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28

²Совет депутатов города Ельца Липецкой области,
399740, Россия, Липецкая область, г. Елец, ул. Октябрьская, 127

*e-mail: annaelets@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 14.04.2015

Дата принятия в печать: 21.07.2015

Получение экологически чистого картофеля актуально в первую очередь для детей, нуждающихся в особой защите от поражения пестицидами, нитратами и тяжелыми металлами (ТМ), а также для лечебного питания людей, страдающих хроническими заболеваниями. Авторами поставлены цели и задачи по изучению динамики и интенсивности накопления пестицидов в клубнях, выявлению эффективности биологических инсектицидов, установлению уровня загрязнения продукции ТМ вблизи техногенной зоны – федеральной трассы М-4 «Дон», выявлению накопления нитратов в клубнях при различных дозах минеральных удобрений, установлению продолжительности сохранения различных вредных компонентов в клубнях картофеля и разработке рекомендаций производству по сроку ожидания от обработки пестицидами посадок до уборки урожая. Полевые опыты проведены в УОХ ЕГУ им. И.А. Бунина. Дозы азота, фосфора, калия составляли: 1) без удобрений (контроль); 2) $N_{30}P_{60}K_{30}$; 3) $N_{60}P_{90}K_{60}$; 4) $N_{90}P_{135}K_{90}$. Для защиты от вредителя использовали химический инсектицид Актара и биологические препараты – Фитоверм, Акарин, Битоксибациллин. Из фунгицидов (от болезней) – Профит Голд и Ридомил Голд, из гербицидов (от сорняков) – Зенкор и Римус. Зенкор и Римус сохранялись в клубнях картофеля более долго, соответственно до 55 и 66 суток после обработки. Не превышали в опытах ПДК (80 мг/кг) по нитратам клубни с вариантов: $N_{30-60}P_{60-90}K_{30-60}$. Накопление ТМ в клубнях на расстоянии 50 м от полотна автотрассы увеличивалось, но не превышало ПДК. На 100 м от дороги ТМ обнаруживались в клубнях, но в значительно меньших концентрациях. И на расстоянии 500 м свинца и кадмия не обнаружено.

Картофель, пестициды, нитраты, тяжелые металлы, экологически чистая продукция

Введение

К понятию «качество клубней картофеля» нередко относятся очень упрощенно, понимая под этим термином содержание крахмала, белка, витамина С, что, по мнению [1], неправильно, так как качество пищевого продукта определяется биологической ценностью его, то есть действием на жизнедеятельность человека и животного.

Среди основных факторов, ухудшающих экологическое качество продукции картофеля, особо выделяют присутствие в ней остаточных количеств пестицидов, нитратов, тяжелых металлов (ТМ). Их избыток в продукции приводит ко многим тяжелым заболеваниям, в том числе канцерогенного характера. Вредное воздействие пестицидов, нитратов, ТМ на организм человека многогранно, неспецифично, с различными последствиями вплоть до его генеративных свойств. Возникающие при этом заболевания распознаются с трудом. Наиболее повышенной чувствительностью к избытку вредных веществ обладают дети, среди которых в настоящее время отмечается значительный рост различных заболеваний, а также взрослые люди, страдающие хроническими болезнями [2]. Если не принимать меры по обеспечению детей высококачественными экологически чистыми продуктами питания, то в

обозримом будущем неуклонно ухудшающееся здоровье подрастающего поколения может угрожать национальной безопасности страны [3]. Так, в средствах массовой информации сообщается, что на момент призыва юношей в армию у многих из них медики обнаруживают по несколько хронических заболеваний. Поэтому именно для детских и лечебных учреждений в первую очередь необходимы экологически чистые продукты, в том числе и продовольственный картофель [4], в котором должны полностью отсутствовать химические пестициды, тяжелые металлы (свинец, кадмий) и другие вредные вещества [5].

Таким образом, проблема получения экологически чистого картофеля, предназначенного для детского и диетического питания, в условиях Центрально-Черноземного региона очень актуальна и требует решения. Научная новизна нашей работы заключается в том, что впервые в ЦЧР детально изучены условия, факторы и уровень загрязнения продовольственного картофеля вредными, токсичными веществами и разработаны технологические приемы для его возделывания, позволяющие получить экологически чистую продукцию для детского и диетического питания.

В этой связи целью наших исследований было:

- изучить динамику, интенсивность накопления пестицидов и сроки их присутствия (сохранности) в клубнях. Для снижения пестицидной нагрузки в производстве культуры предложить биологические приемы защиты растений картофеля, позволяющие получать экологически чистую продукцию;

- установить оптимальные дозы минеральных удобрений, при которых возможно уменьшить накопление нитратов в клубнях на порядок ниже предельно допустимых концентраций (ПДК), утвержденных для детских и лечебных учреждений;

- выявить уровень загрязнения ТМ клубней картофеля, произрастающего вблизи крупной федеральной автотрассы «Дон» (М-4), определить также ее влияние а накопление нитратов в растениях. Обосновать недопустимость размещения посадок культуры вблизи крупных техногенных зон для производства экологически чистого картофеля;

- на основании исследований дать рекомендации производству по получению экологически чистого продовольственного картофеля для детского и диетического питания, в котором полностью отсутствуют химические пестициды, ТМ, на порядок ниже установленных ПДК содержатся нитраты.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили в полевых опытах в 2010–2013 гг. в учебно-опытном хозяйстве (УОХ) Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина. Для определения отрицательного влияния выбросов выхлопных газов автомобилей на накопление ТМ в картофеле клубни отбирали на других участках, расположенных на расстоянии 50, 100 и 500 м от полотна автотрассы М-4 «Дон». Почва участков – чернозем выщелоченный, среднесуглинистый с содержанием гумуса 5,4–6 %.

В полевых опытах УОХ изучали от колорадского жука следующие препараты: химический инсектицид Актара ВДГ (Тиаметокам, 250 г/кг); биологические препараты – Фитоверм, КЭ (Аверсектин С, 2 г/л); Акарин, КЭ (Авертин-N, 2 г/л) и Битоксибациллин, П (БА-1500 ЕА/мл, титр не менее 20 млрд спор/г). Из фунгицидов (от болезней) применяли Профит Голд и Ридомил Голд; из гербицидов (от сорняков) – Римус и Зенкор [6].

Фитоверм – биопрепарат 4-го поколения, основой которого является авермектиновый комплекс почвенного гриба *Streptomyces avermitilis*; Акарин – спиртовая вытяжка из почвенного грибка стрептомицеса; Битоксибациллин П – бактериальный инсектицид [6].

Дозы минеральных удобрений в полевом опыте для изучения накопления нитратов в клубнях: $N_{30}P_{60}K_{30}$, $N_{60}P_{90}K_{60}$, $N_{90}P_{135}K_{90}$ и контроль без удобрений. На другом участке (в 15 км от полевых опытов) в 50 м от полотна автотрассы «Дон» были заложены варианты для изучения предполагаемого отрицательного влияния техногенной зоны на накопление нитратов в клубнях в дозах: контроль без удобрений, $N_{60}P_{90}K_{60}$, $N_{90}P_{135}K_{90}$. Площадь опытных делянок 56 м², повторность 4-кратная, сорт картофеля – Невский.

Концентрацию тяжелых металлов (свинца, кадмия, меди, цинка) и пестицидов в клубнях картофеля определяли в технолого-аналитической лаборатории филиала ФГБУ «Россельхозцентр по Липецкой области» инверсионно-вольтамперометрическим методом (ГОСТ Р 51301-99). Нитраты определяли в агрохимической лаборатории сельскохозяйственного факультета ЕГУ им. И.А. Бунина по методике [7] с помощью прибора рН-метрономер «Эксперт-001» анализатор жидкости.

Результаты и их обсуждение

Химические пестициды многие десятилетия применяются в сельскохозяйственном производстве, обеспечивая быстрый рост растений и улучшая их товарный вид. Однако пестицид в первую очередь яд, оказывающий отравляющее влияние на организм человека. Даже в незначительных количествах пестициды, попадая в организм человека с пищей, водой, накапливаются в нем и не выводятся, вызывая впоследствии необратимые изменения в состоянии здоровья. Детский организм особенно сильно восприимчив к воздействию отравляющих компонентов, поэтому от поражения пестицидами дети нуждаются в особой защите [8].

Наши исследования показали, что через 10 суток после обработки посадок картофеля против колорадского жука химическим инсектицидом Актара количество его в клубнях превышало ПДК на 32–50 %, через 20 суток оно уменьшилось в 3,0–4,1 раза и составило 0,016–0,025 мг/кг при допустимом уровне 0,05 мг/кг. Через 27 суток содержание Актары снизилось до 0,0013–0,0014 мг/кг. В более поздних образцах клубней, взятых через 35 суток после химической обработки, этого вещества в них не обнаружили.

Биологические инсектициды Фитоверм и Акарин обеспечивали удовлетворительную защиту растений картофеля от личинок колорадского жука и способствовали получению хорошего урожая. В среднем урожай картофеля в благоприятные годы составил: при применении Фитоверма – 24,1 т/га, Акарина – 23,1 т/га, при обработке Актарой – 27,6 т/га против 9,6 т/га в контрольном варианте без обработок. Препарат Битоксибациллин был недостаточно эффективен – урожай составил 17,8 т/га.

Из гербицидов наиболее долго в клубнях картофеля сохранялся Римус. При обработке посадок от сорняков 18 июня 2012 г. гербицидом Римус в дозе 50 г/га концентрация его в клубнях через 43 дня на 31 июля составила 0,043 мг/кг; 6 августа – 0,022 мг/кг; 17 августа – 0,003 мг/кг и 24 августа (66 дней) его не обнаружили (ПДК = 0,25 мг/кг). Зенкор (метрибузин) сохранялся в клубнях после обработки посадок до 55 суток.

В период вегетации посадки картофеля обрабатывали от болезней фунгицидами: Профит Голд и Ридомил Голд в рекомендуемых дозах. В образцах клубней, отобранных через 4 суток после обработки Профитом Голд, выявили существенное превышение содержания фунгицида по сравнению с ПДК (0,09 мг/кг против 0,05 мг/кг ПДК). Через 10 и 20 суток после обработки его в клубнях не обнаружили.

После обработки Ридомилом Голд остаточное количество его в клубнях картофеля через 4 суток после обработки составило 0,020 мг, через 10 – 0,001 мг/кг, а через 20 суток его не обнаружили (ПДК = 0,1 мг/кг).

Из приведенных данных следует, что средне-токсичная группа пестицидов – фунгициды (Профит Голд и Ридомил Голд) после обработки растений картофеля сохраняются в клубнях недолго. То есть от обработки растений до уборки урожая достаточен промежуток времени, как рекомендовалось ранее, – 20 дней.

Однако более токсичные пестициды: химический инсектицид Актара, гербициды Зенкор и Римус, применяемые в наших опытах в рекомендуемых дозах и сроках, сохраняются в клубнях в небольших концентрациях значительно большее время. Так, по Актаре остаточных количеств препарата не обнаруживается только через 35 суток после обработки; по Зенкору – 55 суток и по Римусу – 66 суток.

Все металлы, включая необходимые для жизни, при превышении их уровня в продукции в той или иной мере токсичны [8, 9]. Но большую опасность представляют кадмий, свинец, а при больших концентрациях – и другие, вызывая сердечно-сосудистые, онкологические заболевания, тяжелые формы аллергии, эмбриотропные нарушения [2].

На крупных федеральных трассах происходит значительное интенсивное движение автотранспорта. Это сопровождается выбросами загрязняющих веществ: продуктов сгорания топлива, износа торозных колодок и истирания дорожных покрытий. При этом происходит насыщение почвы придорожной зоны тяжелыми металлами, которые оседают в зависимости от размеров и массы частиц. Более крупные накапливаются на расстоянии около 5 м, легкие с меньшим размером оседают на расстоянии до 100 м. Растения в районах техногенного загрязнения ТМ наряду с повышенным содержанием этих элементов (Cd, Pb, Cu, Zn) аккумулируют много нитратов. Это связано со способностью меди активировать восстановление нитратов [9].

Как указывалось выше, в дополнение к основной схеме опытов (на расстоянии 15 км от них) в населенном пункте, через который проходит федеральная автотрасса М-4 «Дон», мы проводили отбор проб картофеля перед уборкой в частном секторе для изучения негативного влияния техногенной зоны на накопление тяжелых металлов в клубнях на расстоянии: 50, 100 и 500 м от полотна автотрассы.

Исследования показали, что, несмотря на очень интенсивный поток автотранспорта на федеральной трассе «Дон» в 2011 г. (35 тыс. ед. в сутки), превышения нормативов по свинцу и кадмию в клубнях не было обнаружено. При допустимом уровне (ПДК) 0,5 мг/кг по свинцу и 0,03 мг/кг по кадмию содержание их в клубнях на расстоянии 50 м от полотна трассы составило соответственно 0,034 и 0,005 мг/кг. По меди и цинку продукция картофеля не нормируется, их концентрация на таком удалении от автотрассы была равна 0,64 и 3,074 мг/кг.

На расстоянии 100 м от трассы содержание свинца в клубнях картофеля в 2011 г. снизилось до 0,012 мг/кг, кадмия – до 0,0014 мг/кг.

В 2012 г. в связи с вводом в эксплуатацию обводной дороги поток автомобилей в населенном пункте (где отбирали образцы клубней) значительно снизился. В результате содержание свинца, кадмия, меди и цинка на расстоянии 50 м от трассы уменьшилось соответственно до 0,015; 0,004; 0,411 и 2,297 мг/кг, а в 100 м – до 0,004; 0,002; 0,236 и 1,960 мг/кг.

На расстоянии 500 м от трассы в анализируемых пробах свинца и кадмия не обнаружено, лишь в отдельных образцах незначительные концентрации были по меди и цинку.

Таким образом, можно предположить, что растения картофеля обладают комплексом защитных свойств, благодаря которым органы запаса (клубни), несмотря на сильное загрязнение выхлопными газами, не накапливают избыточного количества ТМ. Тем не менее в связи с постановкой нами вопроса по получению экологически чистого картофеля, в котором на момент уборки клубней должны полностью отсутствовать остаточные количества пестицидов, тяжелых металлов (а не экологически безопасной продукции, в которой могут содержаться допустимые нормативами небольшие концентрации вредных веществ), считаем, что не следует располагать посадки продовольственного картофеля, предназначенного для детского и диетического питания, вблизи крупных автотрасс или других техногенных зон. В крайнем случае при отсутствии других участков расстояния от полотна автотрассы до посадок картофеля должно быть существенно более 100 м: от 300 до 500 м.

Для здоровья людей и животных значительную опасность представляют нитраты, из которых в желудочно-кишечном тракте теплокровных и человека образуются нитриты. Именно нитриты, а также вторичные амины и нитрозамины вызывают заболевания людей и животных вследствие образования в крови метгемоглобина, который особенно опасен для детей. Образующие при участии нитратов нитрозамины и нитрозамиды обладают выраженными канцерогенными, мутагенными и эмбриотоксическими свойствами [10].

В наших опытах минеральные удобрения при различных дозах в среднем в годы проведения исследований оказали существенное влияние на урожайность клубней (табл. 1).

Так, при внесении $N_{30}P_{60}K_{30}$ урожай составил 19,7 т/га; $N_{60}P_{90}K_{60}$ – 24,7 т/га; $N_{90}P_{135}K_{90}$ – 29,1 т/га против 14,4 т/га в контрольном варианте без удобрений.

Однако наряду с повышением урожая при последовательном увеличении доз минеральных удобрений одновременно увеличивается накопление нитратов. При определении их содержание в сырых клубнях в контрольном варианте (без удобрений) в среднем за 3 года составило 21,7 мг/кг. При изначальной дозе минеральных удобрений $N_{30}P_{60}K_{30}$ оно увеличивалось незначительно – до 32,8 мг/кг. Внесение рекомендуемой ранее дозы для ЦЧР – $N_{60}P_{90}K_{60}$, обеспечивающей получение

среднего урожая, хотя и повысило содержание нитратов до уровня 58,2 мг/кг, но оно оставалось на порядок ниже допустимых концентраций для картофеля, предназначенного для детского и диетического питания. Дальнейшее увеличение доз полного минерального удобрения до уровня $N_{90}P_{135}K_{90}$

повысило накопление нитратов в клубнях до 114,3 мг/кг.

Следует также отметить, что в благоприятном по погодным условиям 2012 г. накопление нитратов в клубнях по всем вариантам опыта было наименьшим в сравнении с 2010 и 2011 гг.

Таблица 1

Урожайность картофеля и накопление нитратов в клубнях в зависимости от доз минеральных удобрений

| Вариант опыта | Урожай, т/га (2010–2013 гг.) | Содержание нитратов, мг/кг | | | |
|-----------------------|------------------------------|----------------------------|---------|---------|---------|
| | | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | Среднее |
| Без удобрений | 14,4 | 21,0 | 29,9 | 14,3 | 21,7 |
| $N_{30}P_{60}K_{30}$ | 19,7 | 36,0 | 42,2 | 20,2 | 32,8 |
| $N_{60}P_{90}K_{60}$ | 24,7 | 62,0 | 62,4 | 50,3 | 58,2 |
| $N_{90}P_{135}K_{90}$ | 29,1 | 123,0 | 116,0 | 104,0 | 114,3 |

Накопление нитратов в клубнях картофеля в условиях техногенной зоны (50 м от полотна федеральной автотрассы) в среднем за 2 года было значительно выше, чем в образцах, отобранных в полевых опытах вдали от трассы. Так, при внесении $N_{60}P_{90}K_{60}$ оно составило 75,3 мг/кг, $N_{90}P_{135}K_{90}$ – 151,4 мг/кг сырых клубней. Наши данные свидетельствуют о недопустимости посадки картофеля в непосредственной близости от полотна автотрассы из-за опасности усиления накопления нитратов в клубнях.

В России утверждена ПДК нитратов в картофеле для детских и лечебных учреждений – 80 мг/кг сырых клубней, для взрослых людей – 250 мг/кг [11]. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), максимальная неопасная суточная доза нитратов для человека при систематическом поступлении их в организм составляет 3,65 мг нитратов на 1 кг массы тела [10].

В нашем случае в вариантах с малой и умеренной дозами удобрений – $N_{30}P_{60}K_{30}$, $N_{60}P_{90}K_{60}$ при содержании нитратов в клубнях в количестве 32,8–58,2 мг/кг и употреблении ребенком массой 15 кг – 200 г картофеля в день в его организм поступит в сумме 6,6–11,6 мг азота в нитратной форме. Это далеко не опасный уровень, так как в расчете на 1 кг массы тела в сутки в организм ребенка поступит 0,44–0,77 мг нитратов. Однако надо учитывать, что в детский организм нитраты могут попадать с другими продуктами: овощами, молоком, копченостями, питьевой водой и в сумме их количество увеличивается. Следовательно, необходимо стремиться к тому, чтобы в любой продукции количество нитратов было наименьшим. По зарубежным данным, предельно допустимые концентрации нитратов в картофеле в развитых странах ЕС установлены в пределах 3 мг% [9].

На основании результатов наших исследований и нормативов ПДК при возделывании картофеля,

предназначенного для детского и лечебного питания, дозы азота в полном минеральном удобрении в условиях ЦЧР не должны превышать 60 кг д. в. на 1 га. Таким образом, в Центрально-Черноземном регионе РФ при производстве экологически чистого картофеля, предназначенного для детского и диетического питания, следует ограничиться дозами азота в полном минеральном удобрении в пределах 30–60 кг/га д. в. при соотношении N:P:K по фосфору не менее как 1:1,5:1.

Для защиты картофеля от колорадского жука можно успешно применять против его личинок 1-го и 2-го возрастов биологические инсектициды, такие как Фитоверм и Акарин [6]. В жаркую погоду при значительном нарастании численности вредителя можно провести истребительную обработку химическим инсектицидом Актарой [6] (по возможности ограничиваясь одним опрыскиванием за вегетацию). При этом от обработки Актарой до уборки урожая картофеля должно пройти не менее 35 дней, что гарантирует отсутствие инсектицида в клубнях и соответствует требованиям технического регламента [5].

В случаях применения в посадках картофеля для борьбы с сорняками гербицидов Зенкор и Римус следует использовать их в самом начале развития растений: до всходов – Зенкор и при высоте растений до 5 см – Римус в рекомендуемых дозах [6], чтобы от момента их применения до уборки урожая прошло соответственно 55 и 66 дней. По истечении таких сроков в анализируемых нами образцах клубней гербицидов не обнаруживалось.

Для получения экологически чистого от тяжелых металлов картофеля следует размещать его посадки вдали от крупных автотрасс и других техногенных зон.

Список литературы

1. Коршунов, А.В. Управление урожаем и качеством картофеля. – М.: ВНИИКХ, 2001. – 369 с.
2. Черников, В.А. Экологически безопасная продукция / В.А. Черников, О.А. Соколов. – М.: Колос С, 2009. – 438 с.
3. Бутов, А.В. Картофель в России / А.В. Бутов, А.А. Мандрова; LAP LAMBERT Academic Publishing, Germany. – Saarbrücken, 2011. – 238 с.
4. Соколов, М.С. Производство экологически безопасной продукции растениеводства / М.С. Соколов, Е.П. Угрюмова. – Пушкино: Всероссийский НИИ биологической защиты растений, 2005. – 411 с.

5. Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880 (ред. от 10.06.2014) «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» [Электронный ресурс]: официальный сайт информационно-правового портала «Гарант». – Режим доступа: <http://base.garant.ru/70106650/>.
6. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М.: Агрорус, 2010–2014. – 394–412 с.
7. Практикум по агрохимии. / Ионотрический метод определения нитратов / под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2011. – С. 388–394.
8. Каплин, В.Г. Основы экотоксикологии. – М.: КолосС, 2007. – 232 с.
9. Дамодаран, Ш. Химия пищевых продуктов / Ш. Дамодаран, К.Л. Таркин, О.Р. Феннема; пер. с англ. – СПб.: ИД «Профессия», 2012. – 1040 с.
10. Рогов, И.А. Химия пищи. / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко – М.: КолосС, 2007. – 853 с.
11. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.

ENVIRONMENTALLY FRIENDLY POTATOES FOR INFANT AND DIETETIC FOODS

A.V. Butov¹, A.A. Mandrova^{2,*}

¹Bunin Yelets State University,
28, Communards Str., Yelets,
Lipetsk Region, 399770, Russia

²Board of Deputies
of the City Yelets of Lipetsk Region,
127, Oktyabrskaya Str., Yelets, 399740,
Lipetsk Region, Russia

*e-mail: annalets@yandex.ru

Received: 14.04.2015

Accepted: 21.07.2015

Production of organic potatoes is of relevance, primarily, for children in need of special protection from damage by pesticides, nitrates and heavy metals (HM), as well as for nutritional therapy of people suffering from chronic diseases. The authors set goals and objectives for the dynamics and intensity study of pesticide accumulation in tubers, establishing the level of HM contamination near the technogenic zone - the M-4 "Don" federal highway, identifying nitrate accumulation with different doses of mineral fertilizers, setting the duration for conservation of various harmful components in potato tubers and making production recommendations for the waiting period of pesticides planting treatment before harvest. Field experiments were conducted in the experimental Farm of Ivan Bunin YSU. Nitrogen, phosphorus, potassium doses were: 1) without fertilizer (control); 2) N30P60K30; 3) N60P90K60; 4) N90P135K90. To protect against the pest Aktara chemical insecticides and Biological preparations - Fitoverin, Akarin, Bitoksibazitsillin were used. Of fungicides (for diseases) Profit Gold and Readomil Gold, of herbicides (for seed) - Zenkor and Remus are used. It was found that in 10 days Aktar concentration in the tubers exceeds MPC by 32–50% it being gradually reduced in the future, chemical insecticides were found in the tubers in 35 days. Medium and low-toxic fungicides are no longer found in 20 days after treatment. Conversely, Zenkor and Remus herbicides are stored after treatment in potato tubers longer, to 55 and 65 days respectively. In the experiments Nitrate tubers with: N30-60P60-90K30-60 options did not exceed the maximum permissible concentration (80 mg/kg). Accumulation of heavy metals in tubers at a distance of 50 m from the highway increased, but did not exceed the MPC at a distance of 100 m from the road, HM were found in tubers, but in smaller concentrations. And at a distance of 500 meters no lead and cadmium were found.

Potato, pesticides, nitrates, heavy metals, organic products

References

1. Korshunov A.V. *Upravlenie urozhajem i kachestvom kartofelya* [Management of yield and quality of potatoes]. Moscow, VNIKH, 2001. 369 p.
2. Chernikov V.A., Sokolov O.A. *Ekologicheski bezopasnaya produkciya* [Environmentally safe products]. Moscow, KolosS, 2009. 438 p.
3. Butov A.V., Mandrova A.A. *Kartofel' v Rossii* [Potatoes in Russia]. Germany, Saarbrücken, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. 238 p.
4. Sokolov M.S., Ugrjumova E.P. *Proizvodstvo ekologicheski bezopasnoy produkcii rastenievodstva* [Production of environmentally friendly crop production]. Pushhino, All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection, 2005. – 411 p.
5. *Reshenie Komissii Tamozhennogo soyuza ot 09.12.2011 № 880 (red. ot 10.06.2014) «O prinyatii tekhnicheskogo reglamenta Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti pishchevoy produkcii»* [Commission Decision of the Customs Union on 09.12.2011 no. 880 (ed. by 10.06.2014) "On the adoption of technical regulations of the Customs Union" On food safety"]. Available at: <http://base.garant.ru/70106650/> (accessed 7 February 2015).
6. *Spravochnik pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy Federatsii* [Directory of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of Russian Federation]. Moscow, Agrorus Publ., 2014. 412 p.

7. Mineev V.G. *Praktikum po agrohimii* [Workshop on of Agrochemistry]. Moscow, MGU Publ., 2011. 689 p.
8. Kaplin V.G. *Osnovy ekotoksikologii* [Fundamentals of Ecotoxicology]. Moscow, KolosS, 2007. 232 p.
9. Damodaran Sh., Tarkin K.L., Fennema O.R. *Khimiya pishchevykh produktov* [Food chemistry]. St. Petersburg, Professija Publ., 2012. 1040 p.
10. Rogov I.A., Antipova L.V., Dunchenko N.I. *Khimiya pishchi* [Food Chemistry]. Moscow, KolosS, 2007. 853 p.
11. *Sanitarno-epidemiologicheskiskie pravila i normativy «Gigienicheskie trebovaniya k bezopasnosti i pishchevoy tsennosti pishchevykh produktov. SanPin 2.3.2.1078-01»*. *Glavnyy Gosudarstvennyy sanitarnyy vrach Rossiyskoy Federatsii. Postanovlenie ot 14 noyabrya 2001 g, № 36 «O vvedenii v deystvie sanitarnykh pravil (s izmeneniyami na 6 iyulya 2011 goda)»*. Rossiyskaya gazeta, № 165, 29.07.2011.

Дополнительная информация / Additional Information

Бутов, А.В. Экологически чистый картофель для детского и диетического питания / А.В. Бутов, А.А. Мандрова // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 121-126.

Butov A.V., Mandrova A.A. Environmentally friendly potatoes for infant and dietetic foods. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 8, pp. 121-126 (In Russ.).

Бутов Алексей Владимирович

д-р с.-х. наук, профессор кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВПО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», 399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28, тел.: +7 (47467) 2-21-93, e-mail: butov.a.v@yandex.ru

Мандрова Анна Алексеевна

главный специалист-эксперт по экономике и финансам Совета депутатов города Ельца Липецкой области, 399740, Россия, Липецкая область, г. Елец, ул. Октябрьская, 127, тел.: +7 (47467) 2-70-64, e-mail: annaelets@yandex.ru

Alexey V. Butov

Dr.Sci.(Agr.), Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Agricultural Products, Bunin Yelets State University, 28, Communards Str., Yelets, Lipetsk Region, 399770, Russia, phone: +7 (47467) 2-21-93, e-mail: butov.a.v@yandex.ru

Anna A. Mandrova

Chief Expert by Economy and Finances of the Board of Deputies of the city Yelets Lipetsk Region, 127, Oktyabrskaya Str., Yelets, 399740, Lipetsk Region, Russia, phone: +7 (47467) 2-70-64, e-mail: annaelets@yandex.ru



УДК 004:664

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ОЦЕНКИ БЕЗДЕФЕКТНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ю.В. Безносков^{1,*}, В.П. Ермакова², В.М. Позняковский³

¹ЗАО «НеоКор»,
650056, Россия, г. Кемерово, ул. Волгоградская, 32

²ФГБОУ ВПО «Сочинский государственный университет»,
354000, Россия, г. Сочи, ул. Советская, 26а

³ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности (университет)»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

*e-mail: neocor@neocor.ru

Дата поступления в редакцию: 03.02.2015

Дата принятия в печать: 05.03.2015

В процессе организации производства возникает необходимость контроля качества и безопасности производимой продукции. При этом каждый производитель определяет, каким образом проводить контроль. При наличии информационных технологий современный менеджмент призывает производителей, помимо учета отклонений по качеству, осуществлять анализ накопленных данных, который позволяет видеть частоту появления тех или иных дефектов. Предлагаемый проект (программа) направлен на автоматизированный учет и анализ отклонений по качеству за счет использования компьютерных технологий и статистических методов, а также методологии «6 сигм» современного менеджмента. Для разработки программы проанализированы существующие и потенциальные причины отбраковки хлеба, составлен перечень наиболее распространенных дефектов. На основании полученных данных подготовлена программа в среде Microsoft Office Excel по обработке данных по дефектам, позволяющая формировать отчеты за месяц, год автоматически, исключая человеческий фактор. В результате сформулированы рекомендации по оптимизации процесса «Контроль качества готовой продукции» на примере производства хлеба. Разработана форма итогового отчета за месяц, которая отражает информацию об объеме произведенной продукции за месяц, количестве дефектов, частоте появления того или иного дефекта, а также об уровне бездефектности согласно методологии «6 сигм». Автоматизирован подпроцесс «Анализ и составление отчетности» с помощью компьютерной технологии. Для апробации программы сформирован и протестирован перечень недостатков и пороков по группам дефектов хлеба.

Контроль, качество продукции, учет отклонений, хлеб, информационные технологии, программное обеспечение, 6 сигм

Введение

На современном этапе развития пищевой промышленности значимую роль в обеспечении качества и безопасности продукции играют способы рациональной организации процессов контроля готовой продукции [1]. Одним из широко распространенных методов оценки бездефектности производства является методология «6 сигм», позволяющая систематизировать и выразить в виде конкретного показателя уровень отклонений по качеству продукции для разработки соответствующих мероприятий по управлению. Эта концепция предполагает под собой накопление и анализ большого объема данных о результатах контроля, зафиксированных на различных носителях [2]. Текущий уровень развития информационных технологий дает предприятиям возможность автоматизировать часть основных процессов контроля качества, в том числе обработку данных.

Разработка программного продукта, позволяю-

щего производить автоматизированный учет и анализ выявленных несоответствий, может иметь важность для оценки бездефектности производства пищевой продукции, в том числе хлебобулочных изделий. Предлагаемый программный продукт сочетает в себе преимущества использования методологии «6 сигм», статистических методов и компьютерных технологий.

Объекты и методы исследований

Для разработки программы нами совместно с технологами ОАО «Ленинск-Кузнецкий хлебокомбинат» Кемеровской области проанализированы существующие и потенциальные дефекты хлеба. В результате составлен перечень наиболее распространенных дефектов, который протестировали по группам (табл. 1) [3].

В результате сформирован перечень дефектов хлеба, в котором каждому дефекту присвоен индивидуальный шифр в зависимости от буквенного признака подпричины появления.

Причины появления дефектов хлеба

| Причины дефектов хлеба | Подпричины дефектов хлеба | Буквенный признак подпричины |
|---|---|------------------------------|
| Вызванные низким качеством муки и вспомогательного сырья | Низкое качество муки | A |
| | Низкое качество вспомогательного сырья | B |
| Вызванные несоблюдением режимов процесса производства хлеба | Неправильное приготовление теста | C |
| | Неправильная разделка и расстойка теста | D |
| | Неправильная выпечка | E |
| | Неправильное обращение с хлебом после выпечки | F |
| Вызванные нарушениями правил транспортировки и хранения | Нарушение правил транспортировки и хранения | G |

На основании составленного перечня подготовлена программа в электронной среде Microsoft Office Excel по обработке данных по дефектам, позволяющая формировать отчеты за месяц, год автоматически, полностью исключая человеческий фактор [4].

Созданная программа направлена на учет дефектов хлеба по следующим направлениям применения:

- 1) учет данных о дефектах хлеба;
- 2) анализ полученных данных;
- 3) формирование отчетов по количеству дефектов за месяц

Формируемые отчеты на выходе содержат следующую информацию:

- 1) объем произведенной продукции за месяц;
- 2) количество того или иного дефекта;
- 3) частота появления того или иного дефекта в соответствии с количеством произведенной продукции за месяц/год;
- 4) уровень бездефектности по методологии «6 сигм».

Для начала работы необходимо запустить файл «Учет и анализ данных отклонений по качеству».

Общие данные по программе (рис. 1).

Перечень дефектов и их шифров представлен в программе в закладке «Справочник» (рис. 2).

Для начала работ необходимо:

- 1) выбрать вкладку «Ввод» в нижней части программы (рис. 3);
- 2) выбрать необходимый месяц для заполнения, нажав «+» слева от соответствующего месяца (рис. 4). По факту заполнения месяца «сворачиваем» поле ввода нажатием «-» слева от соответствующего месяца (рис. 5).

Для выбора соответствующего дефекта необходимо:

- 1) нажатием левой кнопкой «мышки» выбрать необходимое поле (по цвету) и ячейку (рис. 6);
- 2) нажать на пробел, чтоб появился список (рис. 7);
- 3) из появившегося списка выбрать соответствующий шифр необходимого дефекта (рис. 8);
- 4) несоответствие (по группам, по виду работ в день проверки конкретного исполнителя) выбрано (рис. 9).

Для дальнейшего анализа необходимо собрать данные по объемам произведенной продукции за месяц (в шт.), внести собранные данные по объемам в соответствующие ячейки (рис. 10).

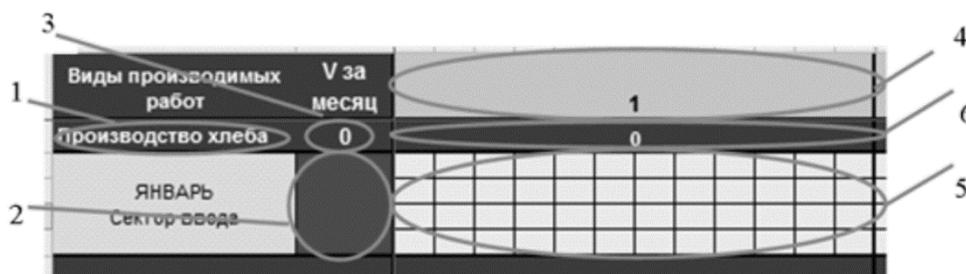


Рис. 1. Интерфейс разработанной программы: 1 – вид выполняемых работ; 2 – объем произведенной продукции за месяц, шт.; 3 – общий объем произведенной продукции (формируется автоматически); 4 – дата выявления дефекта; 5 – матрица ввода дефектов; 6 – общее количество дефектов в день проверки



Рис. 2. Интерфейс предлагаемой программы. Выбор требуемой вкладки



Рис. 3. Интерфейс предлагаемой программы. Выбор требуемой вкладки

| 1 | 2 | В | С | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|---|-----|-------------------------|------------|--------------|------------|---|---|---|---|---|---------------|---|---|---|---|
| | 1 | Виды производимых работ | V за месяц | 1 | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | Незнач. /кол | Знач./ кол | | | | | | Критич. / кол | | | | |
| + | 35 | Январь | | | | | | | | | | | | | |
| + | 68 | Февраль | | | | | | | | | | | | | |
| + | 101 | Март | | | | | | | | | | | | | |
| + | 134 | Апрель | | | | | | | | | | | | | |
| + | 167 | Май | | | | | | | | | | | | | |
| + | 200 | Июнь | | | | | | | | | | | | | |
| + | 233 | Июль | | | | | | | | | | | | | |
| + | 266 | Август | | | | | | | | | | | | | |
| + | 299 | Сентябрь | | | | | | | | | | | | | |
| + | 332 | Октябрь | | | | | | | | | | | | | |
| + | 365 | Ноябрь | | | | | | | | | | | | | |
| + | 398 | Декабрь | | | | | | | | | | | | | |

Рис. 4. Интерфейс предлагаемой программы. Операция открытия месяца

| 1 | 2 | В | С | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|---|----|-------------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | Виды производимых работ | V за месяц | 1 | | | | | | | | | | | |
| | 2 | Производство хлеба | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | ЯНВАРЬ | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | Сектор ввода | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 | Январь | | | | | | | | | | | | | |
| + | 15 | Февраль | | | | | | | | | | | | | |
| + | 22 | Март | | | | | | | | | | | | | |
| + | 29 | Апрель | | | | | | | | | | | | | |

Рис. 5. Интерфейс предлагаемой программы. Операция закрытия месяца

| 1 | 2 | В | С | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|---|----|-------------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | Виды производимых работ | V за месяц | 1 | | | | | | | | | | | |
| | 2 | Производство хлеба | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | ЯНВАРЬ | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | Сектор ввода | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 | Январь | | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | Производство хлеба | 0 | 6 | | | | | | | | | | | |
| | 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 11 | ФЕВРАЛЬ | | | | | | | | | | | | | |
| | 12 | Сектор ввода | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 14 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 15 | Февраль | | | | | | | | | | | | | |
| | 16 | Производство хлеба | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |

Рис. 6. Интерфейс предлагаемой программы. Операция «ввод дефекта», 1 шаг

| 1 | 2 | В | С | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | MZ |
|---|----|-------------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | 1 | Виды производимых работ | V за месяц | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | Производство хлеба | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | ЯНВАРЬ | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | Сектор ввода | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 | Январь | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | Производство хлеба | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 11 | ФЕВРАЛЬ | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12 | Сектор ввода | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 15 | Февраль | | | | | | | | | | | | | | |
| | 16 | Производство хлеба | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | |

Рис. 7. Интерфейс предлагаемой программы. Операция «ввод дефекта», 2 шаг

Рис. 8. Интерфейс предлагаемой программы. Операция «ввод дефекта», 3 шаг

Рис. 9. Интерфейс предлагаемой программы. Операция «ввод дефекта», 4 шаг

Рис. 10. Интерфейс предлагаемой программы. Операция «ввода объема произведенной продукции»

Примечание. Общий объем выполненных работ рассчитывается автоматически. Формирование отчетов происходит также автоматически в результате ввода данных по дефектам.

Результаты и их обсуждение

Программа зарегистрирована в ФИПС (Федеральный институт промышленной собственности) г. Москва. На программу «Учет и анализ данных отклонений по качеству» получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012619435 / Ю.В. Безносков, Е.О. Ермолаева. – Заявка № 2012617377; заявл. 31.08.2012; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 18.10.2012.

Таким образом, сформулированы рекомендации по оптимизации процесса «Контроль качества готовой продукции» на примере производства хлеба. Разработана новая форма итогового отчета за месяц, которая будет отражать информацию об объеме произведенной продукции за месяц, количестве дефектов, частоте появления того или иного дефек-

та, а также об уровне бездефектности согласно методологии «6 сигм» [5].

Автоматизирован подпроцесс «Анализ и составление отчетности» с помощью компьютера. Для апробации программы сформирован и проанализирован перечень дефектов по группам дефектов хлеба. Каждому дефекту присвоен индивидуальный шифр, сформирован окончательный перечень дефектов по производству хлеба [6]. На основании полученных данных с применением программы MS Office Excel прописана программа по обработке данных и формированию отчетов за месяц, год. На основании методологии «6 сигм» выявлено, что работа за март 2014 года имеет уровень дефектности 3,38 сигм, что свидетельствует о высоком уровне деятельности предприятия [7].

Список литературы

1. Ермолаева, Е.О. Экспериментальное обоснование и практическая реализация разработки и обеспечения качества специализированных пищевых продуктов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.15 / Е.О. Ермолаева. – Кемерово, 2013. – 344 с.
2. Управление качеством на предприятиях пищевой, перерабатывающей промышленности, торговли и общественно-го питания: учебник / И.В. Сурков, В.М. Кантере, Е.О. Ермолаева, В.М. Позняковский. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 320 с.
3. Экспертиза хлеба и хлебобулочных изделий. Качество и безопасность: учеб.-справ. пособие / А.С. Романов [и др.]; под общ. ред. В.М. Позняковского. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 278 с.
4. Безносков, Ю.В. Применение принципов HACCP для обеспечения качества и безопасности технологии производства хлебобулочных изделий / Ю.В. Безносков, Т.В. Журавков, Г.А. Гореликова // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2/2. – С. 173–177.
5. Орлов, А.И. «Шесть сигм» – новая система внедрения математических методов исследования / А.И. Орлов // Заводская лаборатория. – 2006. – Т. 72. – № 5. – С. 50–53.
6. Безносков, Ю.В. Разработка и оценка качества хлебобулочных изделий с применением жидкой закваски / Ю.В. Безносков, Т.В. Журавков, В.М. Позняковский // Товаровед продовольственных товаров. – 2012. – № 10. – С. 4–9.
7. Безносков, Ю.В. Сравнительная оценка показателей качества хлеба при хранении в зависимости от упаковки: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15: защищена 28.06.13 / Ю.В. Безносков. – Кемерово, 2013. – 155 с.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR EVALUATION OF DEFECT-FREE MANUFACTURE OF BAKERY PRODUCTS

Yu.V. Beznosov^{1,*}, V.P. Erdakova², V.M. Poznyakovskiy³

¹JSC NeoKor,
32, Volgogradskaya Str., Kemerovo, 650056, Russia

²Sochi State University,
26a, Sovetskaya Str., Sochi, 354000, Russia

³Kemerovo Institute of Food Science
and Technology (University),
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

*e-mail: neocor@neocor.ru

Received: 06.07.2015

Accepted: 08.07.2015

In the process of production, it is necessary to control the quality and safety of products. In addition, each manufacturer determines his way of control. In the age of information technologies, modern management calls on producers to analyze not only quality errors but the data collected that allows you to see the frequency of occurrence of certain defects. The proposed project (program) is aimed at automated recording and analysis of quality errors thanks to the use of computer technology and statistical methods, as well as 6 Sigma methodology of modern management. To develop the program the existing and potential causes of bread rejection have been analyzed, and the most common defects have been listed. Based on the data obtained a Microsoft Office Excel defects data processing program has been created. It makes possible to prepare the month and annual reports automatically, eliminating the human factor. As a result recommendations on optimization of the process "Product quality control", by the example of bread production have been developed. A new form of the final month report which reflects the information on the volume of output in the past month, the number of defects, the frequency of a defect occurrence, as well as a defect-free level according to the "6 Sigma" methodology has been developed. A sub-process "Analysis and reporting" has been automated with the help of a computer technology. To test the program a list of shortcomings and defects in groups of bread defects has been formed and ranked.

Control, product quality, recording of errors, bread, information technology, software, 6 Sigma

References

1. Ermolaeva E.O. *Ekspperimental'noe obosnovanie i prakticheskaya realizatsiya razrabotki i obespecheniya kachestva spetsializirovannykh pishchevykh produktov*. Diss. dokt. tehn. nauk [Experimental substantiation and practical realization of the development and quality assurance specialist foodstuffs. Diss. dr. tech. sci.]. Kemerovo, 2013. 344 p.
2. Surkov I.V., Kantere V.M., Ermolaeva E.O., Poznyakovskiy V.M. *Upravlenie kachestvom na predpriyatiyakh pishchevoy, pererabatyvayushchey promyshlennosti, torgovli i obshchestvennogo pitaniya* [Quality management in the food processing industry, trade and catering]. Moscow, INFRA-M, 2014. 320 p.
3. Romanov A.S., Davydenko N.I., Shatnyuk L.N., Matveev I.V., Poznyakovskiy V.M. *Ekspertiza khleba i khlebobulochnykh izdeliy. Kachestvo i bezopasnost'* [Examination of bread and bakery products. Quality and safety]. Novosibirsk, Sib. Univ. Publ., 2005. 278 p.
4. Beznosov Yu.V., Zhuravkov T.V., Gorelikova G.A. *Primenenie printsipov KhASSP dlya obespecheniya kachestva i bezopasnosti tekhnologii proizvodstva khlebobulochnykh izdeliy* [Application of the principles of HACCP to ensure the quality and safety of the production technology of bakery products]. *Polzunovskiy vestnik*, 2012, no. 2/2,

pp. 173–177.

5. Orlov, A.I. «Shest' sigm» – novaya sistema vnedreniya matematicheskikh metodov issledovaniya [“Six Sigma” – the introduction of a new system of mathematical research methods]. *Zavodskaya laboratoriya* [Factory Laboratory], 2006, vol. 72, no. 5, pp. 50–53.

6. Beznosov Yu.V., Zhuravkov T.V., Poznyakovskiy V.M. Razrabotka i otsenka kachestva khlebobulochnykh izdeliy s primeneniem zhidkoy zakvaski [Development and evaluation of the quality of bakery products using liquid leaven]. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov*, 2012, no. 10, pp. 4–9.

7. Beznosov Yu.V. *Sravnitel'naya otsenka pokazateley kachestva khleba pri khraneni v zavisimosti ot upakovki*. Diss. kand. tehn. nauk [Comparative assessment of quality indicators of grain in storage, depending on the packaging. Diss. cand. tech. sci.]. Kemerovo, 2013. 155 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Безносков, Ю.В. Разработка программного продукта для оценки бездефектности производства хлебобулочных изделий / Ю.В. Безносков, В.П. Ермакова, В.М. Позняковский // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 127-132.

Beznosov Yu.V., Erdakova V.P., Poznyakovskiy V.M. Development of software for evaluation of defect-free manufacture of bakery products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 8, pp. 127-132 (In Russ.).

Безносков Юрий Викторович

канд. техн. наук, инженер по качеству, ЗАО «НеоКор», 650056, Россия, г. Кемерово, ул. Волгоградская, 32, тел.: +7 (3842) 54-65-64, e-mail: eeo38191@mail.ru

Ермакова Виктория Павловна

д-р техн. наук, профессор, проректор по учебной работе и качеству образовательной деятельности, ФГБОУ ВПО «Сочинский государственный университет», 354000, Россия, г. Сочи, ул. Советская, 26а, тел.: +7 (862) 264-91-54, e-mail: victoria.erdakova@yandex.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

Yuriy V. Beznosov

Cand.Tech.Sci., engineer, JSC NeoKor, 32, Volgogradskaya Str., Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 54-65-64, e-mail: eeo38191@mail.ru

Victoria P. Erdakova

Dr.Sci.(Tech.), Professor, Vice-rector for Teaching and Academic Quality, Sochi State University, Sochi, 26a, Sovetskaya Str., 354000, Russia, phone: +7 (862) 264-91-54, e-mail: victoria.erdakova@yandex.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



ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА СПРЕДОВ СЛИВОЧНОГО МАСЛА С ПАЛЬМОВЫМ МЕТОДАМИ ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

А.Н. Буданина, А.А. Верещагин*, Н.В. Бычин

Бийский технологический институт (филиал)
ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»,
659305, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Трофимова, 27

*e-mail: val@bti.secna.ru

Дата поступления в редакцию: 15.01.2015

Дата принятия в печать: 30.05.2015

В связи с возрастанием масштабов фальсификации молочных продуктов для идентификации подлинности сливочного масла применяется широкий спектр современных и классических методов экспертизы. Достаточно редко используются методы термического анализа, поскольку необходимо предварительное охлаждение исследуемых образцов до $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Из термических методов анализа для исследования жиров применяют чаще метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), реже – термогравиметрический (ТГА) и дифференциально-термический (ДТА) анализы. В данной работе изучена возможность распознавания состава молочно-растительных спредов методами термического анализа. В качестве объекта исследования использованы 6 образцов импортного, отечественного и индивидуального производства масла сливочного, приобретенные в розничной торговле Алтайского края. Для сравнения был взят образец пальмового масла поставщика ЗАО «Жировой комбинат». На основании проведенных исследований получены следующие выводы: методы термического анализа (ДСК, ТГА/ДТА) позволяют качественно идентифицировать смеси сливочного масла с пальмовым, но колебания жирнокислотного состава молочного жира и взаимодействие пальмового масла со сливочным маслом существенно ограничивают возможности применения методов термического анализа для количественного анализа состава этих смесей.

Сливочное масло, пальмовое масло, метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), термогравиметрический анализ (ТГА), дифференциально-термический анализ (ДТА)

Введение

При разработке молочно-растительных композиций исходили из необходимости создания продуктов сбалансированного состава повышенной биологической и пищевой ценности, которые были бы лишены недостатков молочного жира и приобрели достоинства растительных масел [1]. На современном этапе в РФ это намерение трансформировалось в массовое применение пальмового масла в масложировой промышленности для замены более дорогого молочного жира с целью получения прибыли за счет снижения себестоимости продукции, увеличения сроков хранения таких продуктов и информационной фальсификации.

Для идентификации подлинности сливочного масла применяется широкий спектр современных и классических методов экспертизы: рамановская спектроскопия [2], ИК-спектроскопия с преобразованием Фурье [3], метод маркеров (в качестве маркера количественного анализа используется 1,2-дипальмитоил-3-бутирол-глицерол, определяемый масс-спектрометрически после разделения жидкостной хроматографией) [4], флуоресцентная спектроскопия [5], спектроскопия в ближней инфракрасной области [6] и высокоэффективная жидкостная хроматография [7]. Из термических методов анализа для исследования жиров применяют чаще метод ДСК, например [8], реже – менее чувствительный метод ДТА [9].

Методологической основой применения методов термического анализа для обнаружения

пальмового масла в сливочном является различие в их температурах плавления: молочный жир (в зависимости от состава) плавится при температуре $28\text{--}33\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1], в то время как пальмовое – при температуре $33\text{--}39\text{ }^{\circ}\text{C}$ [10]. Следует отметить, что твердые жиры для пищевых целей не должны иметь температуру плавления выше нормальной температуры тела человека. Чтобы исключить салитый привкус жиров и масел, требуется температура их плавления не менее чем на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ниже. Поэтому для пальмового масла желательная температура плавления не должна превышать $35,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ [11]. Однако в ГОСТ Р 53776-2010 для пальмового масла, предназначенного для пищевой промышленности, указан диапазон $33\text{--}39\text{ }^{\circ}\text{C}$, что позволяет фальсифицировать продукт, смешивая с пальмовым маслом пальмовый стеарин, и поднимать температуру плавления до верхних значений. Так, при температуре плавления нерафинированного пальмового масла $35,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ температура плавления РДО пальмового масла, подготовленного для экспорта, была $39,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Реально температура плавления импортируемого в РФ пальмового масла достигала $42,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ [11]. Таким образом, температура плавления спредов не должна превышать $35,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Целью работы является изучение возможности распознавания состава образцов сливочного масла на присутствие пальмового масла, реализуемого в Алтайском крае, методами термического анализа.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования были 6 образцов импортного, отечественного (ГОСТ Р 52969-2008) и индивидуального производства масла сливочного, приобретенные в розничной торговле Алтайского края.

1. FIN (АО «Valio», Финляндия), м.д.м.ж. 79 %, цена 395 руб/кг.

2. «Из Вологды» – сливочное «Традиционное» (ОАО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н.В. Верещагина), м.д.м.ж. 82,5 % (дата изготовления 14.01.2014), цена 600 руб/кг.

3. «Брюкке» – сливочное несоленое, м.д.м.ж. 82,5 % (ООО «Брюкке», Немецкий национальный район, Алтайский край), цена 328 руб/кг.

4. Масло самодельное, сладкосливочное, полученное методом сбивания (Бийский район Алтайского края, дата изготовления – август 2013 г.).

5. Масло сливочное, м.д.м.ж. 82,5 % (масло-сырзавод с. Камышенка, ООО АКХ Ануйское Петропавловского района, Алтайский край, дата изготовления 18.01.2014), цена 300 руб/кг.

6. Lurark кисломолочное слабосоленое (Arla Food samba, DK-8260, Viby, Дания, дата изготовления 27.11.2013), цена 470 руб/кг.

Для сравнения был взят и образец пальмового масла – масло пальмовое рафинированное отбеленное дезодорированное (поставщик – ЗАО «Жировой комбинат», импортер – Малайзия), реализуемое на территории Алтайского края под названием «жир специального назначения» ТУ 9142-037-00333530-08, цена 50 руб/кг.

Методы исследования. Особенность плавления молочного жира заключается в том, что каждая группа смешанных кристаллов глицеридов плавится отдельно [9].

Температуры фазовых переходов зависят от состава триглицеридов, который определяется породой скота, временем года, составом кормов и технологическими режимами переработки сырья. 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.

Совместный термогравиметрический (ТГА) и дифференциально-термический (ДТА) анализы проводились на термоанализаторе TGA/DTA-60 (Shimadzu, Япония) в диапазоне температур от 20 до $+500$ °С в атмосфере азота. Нагревание образцов со скоростью 10 град/мин производилось в атмосфере азота с расходом газа 40 см³/мин, масса навески составляла около 5 мг.

Смеси сливочного и пальмового масел заданного состава получали при плавлении на водяной бане.

Определение кислотного и перекисного чисел образцов проводилось по [12–14].

Результаты и их обсуждение

Согласно ГОСТ Р 53776-2010 «Масло пальмовое рафинированное дезодорированное для пищевой промышленности. Технические условия» норма перекисного числа – 0,9 ммоль активного кислорода/кг [10].

Результаты определения показали, что перекисное число образца составляет 0,20 ммоль активного кислорода/кг, а кислотное число – 0,42, что соответствует требованиям НД по показателям безопасности.

Сравнение кривых ДТА/ТГА для образцов пальмового и сливочного масел (82,5 % м.д.м.ж.) представлено на рис. 1.

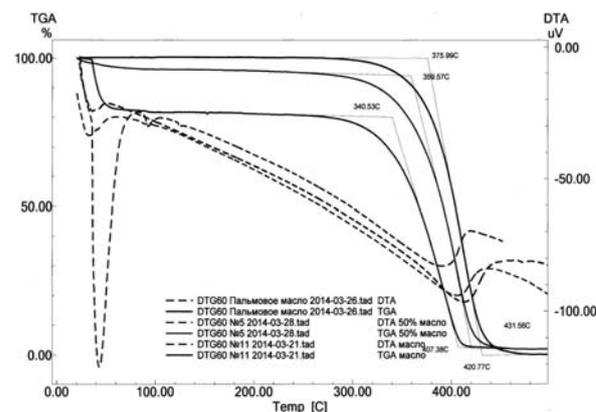


Рис. 1. Кривые ДТА/ТГА сливочного и пальмового масел

Кривые качественно отличаются друг от друга. Количественное сопоставление представлено в табл. 1.

Таблица 1

Параметры кривых ДТА/ТГА образцов сливочного и пальмового масел

| Параметры | Сливочное масло | Пальмовое масло |
|--|-----------------|-----------------|
| Параметры кривых ДТА | | |
| Температура максимума плавления, °С | 34,16 | 36,46 |
| Энтальпия плавления, Дж/г | 1900 | 259 |
| Температура максимума испарения, °С | 390 | 413 |
| Энтальпия испарения, Дж/г | 1630 | 2220 |
| Параметры кривых ТГА | | |
| Потеря массы в диапазоне 20–200 °С, % | 19,21 | 0,074 |
| Потеря массы в диапазоне 200–500 °С, % | 78,55 | 99,926 |

Из представленных данных следует, что методом ТГА можно отличить сливочное масло от пальмового

по потере массы образца. В составе сливочного масла есть вода, соответственно, потеря массы образца сливочного масла до 200 °С больше, чем у пальмового. Судя по величине потери массы, образец сливочного масла теряет всю воду при нагревании до 200 °С. Температуры плавления пальмового масла и сливочного масла различаются всего на два градуса, но в то же время температура окончания плавления пальмового масла свыше 44 °С, что значительно превышает температуру человеческого тела.

Кривые ДСК образцов пальмового и сливочного масел представлены на рис. 2.

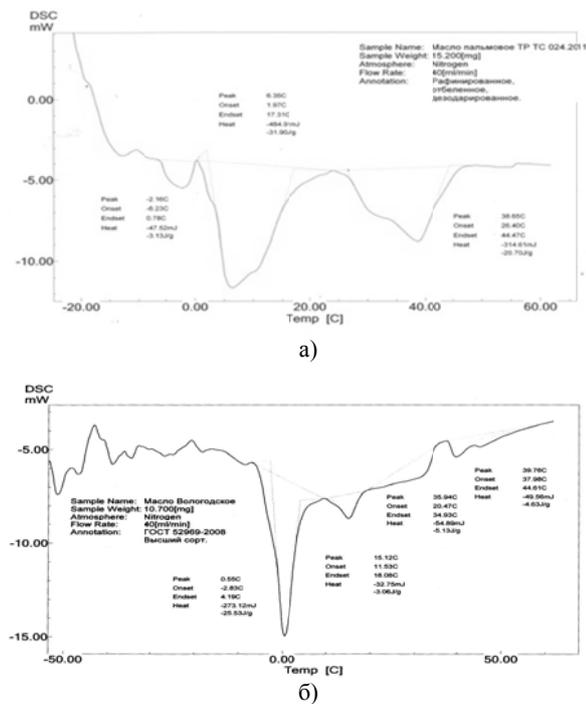


Рис. 2. Кривые ДСК:
а – пальмового масла;
б – сливочного масла «Вологодское», декабрь 2013 г.

Как следует из рисунка, кривые ДСК образцов качественно отличаются друг от друга. Количественные отличия кривых ДСК представлены в табл. 2. Для сопоставления выбрали области плавления воды и плавления высокотемпературных глицеридов, где наблюдаются наиболее интенсивные фазовые переходы.

Таблица 2

Кривые ДСК образцов сливочного и пальмового масел

| Параметры кривых ДСК | Сливочное масло | Пальмовое масло |
|---|-----------------|-----------------|
| Максимум первого эндозффекта, °С | 0,55 | -2,16 |
| Энтальпия первого эндозффекта, Дж/г | 25,53 | 3,13 |
| Максимум второго эндозффекта, °С | 35,94 | 38,65 |
| Температура окончания второго эндозффекта (плавления), °С | 35,9 | 38,6 |
| Энтальпия второго эндозффекта, Дж/г | 5,13 | 20,70 |

Таким образом, и методом ДСК можно отличить сливочное масло от пальмового по температуре плавления. Для сливочного масла характерна температура плавления 35,9 °С, для пальмового масла 38,6 °С.

Для изучения возможности использования метода ДСК для определения массовой доли пальмового масла в сливочном были приготовлены смеси пальмового масла со сливочным состава: 0; 10/90; 20/80; 30/70; 40/60; 50/50; 60/40; 70/30; 80/20; 90/10 и 100. Для идентификации построили зависимость энтальпии плавления образцов от массовой доли пальмового масла в образцах (по величине эндозффекта в диапазоне 30–45 °С). Эндозффекты плавления пальмового масла и сливочного масла перекрываются. В связи с этим было предпринято построение зависимости теплоты плавления образца от массовой доли пальмового масла, поскольку, как следует из данных табл. 2, теплота плавления пальмового масла в четыре раза превышает теплоту плавления сливочного масла в диапазоне 30–45 °С. Результаты представлены на рис. 3.

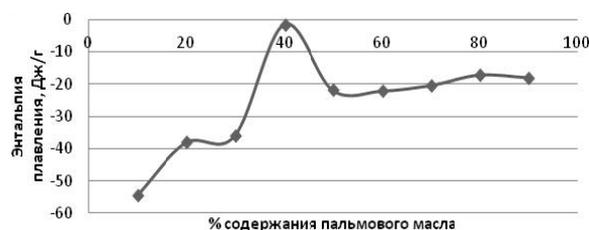


Рис. 3. Влияние массовой доли пальмового масла на энтальпию плавления смеси пальмового масла с вологодским сливочным маслом

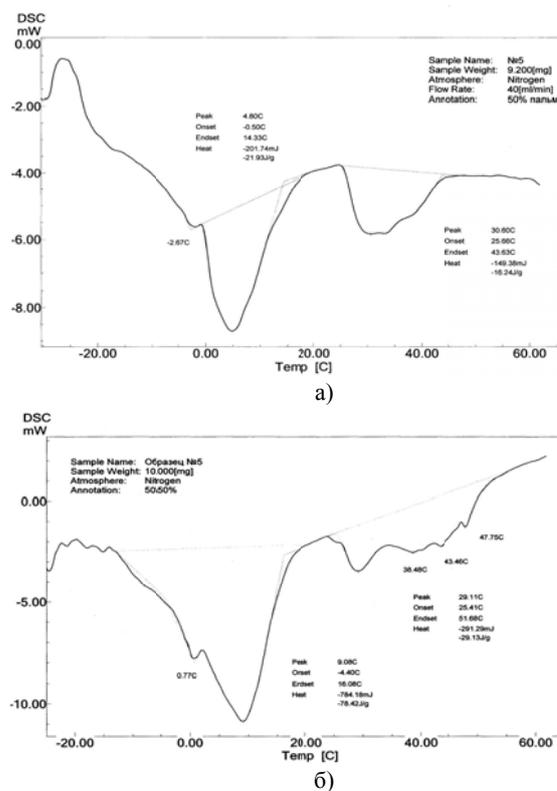


Рис. 4. Кривые ДСК смесей 50/50:
а – пальмового масла с вологодским; б – пальмового масла с финским сливочным маслом

Из представленных данных следует, что отсутствует линейность между составом смеси и тепловым эффектом плавления высокотемпературной группы глицеридов. Нелинейная зависимость может быть объяснена взаимодействием глицеридов пальмового и сливочного масла и различной природой компонентов спреда.

Сравнение кривых ДСК смесей пальмового масла с вологодским и финским состава 50/50 % представлено на рис. 4.

По виду кривых ДСК можно отметить заметные отличия между образцами по форме кривых ДСК. Количественные различия представлены в табл. 3.

Таблица 3

Параметры кривых ДСК смесей пальмового масла с финским и вологодским сливочным маслом.

| Параметры кривых ДСК | Пальмовое масло – финское масло | Пальмовое масло – вологодское масло |
|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Первый эндозффект, °С | 0,77 | -2,67 |
| Второй эндозффект, °С | 9,1 | 4,8 |
| Третий эндозффект, °С | 29,1 | 30,6 |
| Четвертый эндозффект, °С | 38,5 | 33,2 |
| Пятый эндозффект, °С | 43,5 | 39,5 |
| Шестой эндозффект, °С | 47,7 | - |
| Энтальпия первого эндозффекта, Дж/г | 78,4 | 48,6 |
| Энтальпия второго эндозффекта, Дж/г | 29,1* | 16,2 |

* Сумма III–VI эндозффектов.

Обнаруженные отличия между образцами по температурам плавления и тепловым эффектам можно связать с различиями в глицеридном составе образцов, который зависит главным образом от рациона кормления, сезона, породы животных, периода лактации и технологии получения [15].

Температуры плавления изученных образцов представлены в табл. 4.

Из представленных данных следует, что области существования твердой фазы у образцов бинарных смесей превышают температуру плавления сливочного масла и оптимальную температуру плавления

для пищевого жира, что должно накладываться ограничения на применение этих смесей в пищевой промышленности.

Таблица 4

Температурный диапазон существования твердой фазы в образцах

| Состав образца пальмовое масло/сливочное масло, масс. доля, % | Температура максимума плавления / температура окончания плавления, °С | |
|---|---|-------------------------------------|
| | пальмовое масло – финское масло | пальмовое масло – вологодское масло |
| 0/100 сливочное масло | 24,0/36,0* | 33,0/38,0 |
| 10/90 | - | 35,2/39,3 |
| 20/80 | - | 34,1/40,0 |
| 30/70 | 37,4/51,7 | 31,9/41,7 |
| 40/60 | 38,7/50,1 | 31,8/42,5 |
| 50/50 | 29,1/51,7 | 30,6/43,6 |
| 60/40 | 30,8/45,4 | 31,7/43,9 |
| 70/30 | 36,0/43,4 | 30,5/45,8 |
| 80/20 | 37,6/45,8 | 34,7/41,9 |
| 90/10 | 41,8/47,5 | 35,2/42,3 |
| 100/0 пальмовое масло | 38,6/44,5 | 38,6/44,5 |

* Имеет температуры плавления триглицеридов при 24,0; 36,0 и 43,4 °С.

Выводы

1. Колебания жирнокислотного состава молочного жира и взаимодействие пальмового масла со сливочным маслом существенно ограничивают возможности применения методов термического анализа для количественного анализа состава этих смесей.

2. Методы термического анализа (ДСК, ТГА/ДТА) позволяют качественно идентифицировать смеси сливочного масла с пальмовым.

3. Термогравиметрическим анализом можно отличить сливочное масло от пальмового по потере массы образца, а дифференциальной сканирующей калориметрией – по температуре плавления.

4. Введение пальмового масла в сливочное повышает температуры плавления спредов.

5. Пальмовое масло, реализуемое в Алтайском крае, отвечает показателям нормативной документации.

Список литературы

1. Терещук, Л.В. Молочно-жировые композиции: аспекты конструирования и использования / Л.В. Терещук, М.С. Уманский; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2006. – 209 с.
2. Uysal, R.S. Determination of butter adulteration with margarine using Raman spectroscopy / R.S. Uysal [and other] // Food chemistry. – 2013. – Vol.141 (4). – p. 4397–4403.
3. Application of FTIR-ATR spectroscopy coupled with multivariate analysis for rapid estimation of butter adulteration / N.A. Fadzilliah [and other] // Oleo Science. – 2013. - Vol.62 (8). – p. 555–562.
4. Yoshinaga, K. Simple method for the quantification of milk fat content in foods by LC-APCI-MS/MS using 1,2-dipalmitoyl-3-butyroyl-glycerol as an indicator / K. Yoshinaga [and other] // Oleo Science. – 2013. – Vol.62 (3). – p. 115–121.
5. Ntakatsane, M.P. Short communication: rapid detection of milk fat adulteration with vegetable oil by fluorescence spectroscopy / M.P. Ntakatsane, X.M. Liu, P. Zhou // Dairy Science. – 2013. – Vol.96 (4). – p. 2130–2136.
6. The use of multivariate modelling of near infra-red spectra to predict the butter fat content of spreads / P. C. Heussen [and other] // Analytica chimica acta. – 2007. – p. 176–181.
7. Palmer, A.J. Rapid analysis of triacylglycerols using high-performance liquid chromatography with light scattering detection / A.J. Palmer, F.J. Palmer // Chromatogr. – 1989. – p. 369–377.
8. Serpil Metin and Richard W. Hartel /Crystallization of fats and oils //Bailey's industrial oil and fat proucts, Sixth Edition, Six volume set. Edited by Fereidoon Shahidi. Copyright # 2005 John Wiley & Sons, Inc. V.1, p.45–76.

9. Полянский, К.К. Дифференциальный термический анализ пищевых жиров / К.К. Полянский, С.А. Снегирев, О.Б. Рудаков. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 85 с.
10. ГОСТ Р 53776-2010. Масло пальмовое рафинированное дезодорированное для пищевой промышленности. Технические условия. – Введ. 2011-04-01. – М.: Стандартинформ, 2010. – 16 с.
11. Золочевский, В.Т. Стандарт на пальмовое масло: за и против / Масла и жиры – 2011. – № 7. – С. 22–24.
12. ГОСТ Р 55361-12. Жир молочный, масло и паста масляная из коровьего молока. Правила приемки, отбор проб и методы контроля. – Введ. 2014-01-01. – М.: ГНУ ВНИИМС Россельхозакадемия, 2014. – 45 с.
13. ГОСТ Р 51487-99. Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа. – Введ. 2001-01-01. – М.: Стандартинформ, 2008. – 8 с.
14. ГОСТ Р 50457-92. Жиры и масла животные и растительные. – Введ. 1994-01-01. – М.: Госстандарт России, 2006. – 8 с.
15. Твердохлеб, Г.В. Химия и физика молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, Р.И. Раманаускас. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 360 с.

DETERMINATION OF BUTTER-PALM OIL SPREAD COMPOSITION USING METHODS OF THERMAL ANALYSIS

L.N. Budanina, A.L. Vereshchagin*, N.V. Bychin

Biysk Technological Institute (branch),
Altai State Technical University named after I. I. Polzunova,
27, Trofimova Str., Biysk, 659305, Russia

*e-mail: val@bti.secna.ru

Received: 15.01.2015

Accepted: 30.05.2015

Taking into account an increasing scale of dairy product adulteration a wide range of modern and classical methods of examination are used to identify that the butter is real. Methods of thermal analysis are rarely used because it is necessary to pre-cool the samples to -100°C . Of thermal methods of analysis for the study of fat, the method of differential scanning calorimetry (DSC) is used more often. Thermal gravimetric (TGA) and differential thermal (DTA) analyzes are rarely used. In this study, we investigated the possibility to recognize the composition of dairy-plant spreads by means of thermal analysis. The objects of investigation were six samples of imported, domestic and individually produced butter purchased in retail of the Altai Territory. For comparison, a sample of palm oil manufactured at "Zhirovoy Kombinat" ZAO was taken. Based on these studies, the following conclusions have been made: the methods of thermal analysis (DSC, TGA/DTA) allow qualitative identification of butter-palm oil mixture, but fluctuations in the fat-acid composition of milk fat and interaction of palm oil with butter significantly limit the possibilities of application of thermal analysis methods for quantitative analysis of composition of these mixtures.

Butter, palm oil, differential scanning calorimetry (DSC) method, thermal gravimetric analysis (TGA), differential thermal analysis (DTA)

References

1. Tereshchuk L.V., Umanskiy M.S. *Molochno-zhirovye kompozitsii: aspekty konstruirovaniya i ispol'zovaniya* [The milky-fatty composition: aspects of the design and use]. Kemerovo, KemIFST, 2006. 209 p.
2. Uysal R.S., et al. Determination of butter adulteration with margarine using Raman spectroscopy. *Food chemistry*, 2013, vol. 141, no. 4, pp. 4397–4403.
3. Fadzilillah N.A., et al. Application of FTIR-ATR spectroscopy coupled with multivariate analysis for rapid estimation of butter adulteration. *Oleo Science*, 2013, vol. 62 (8), pp. 555–562.
4. Yoshinaga K., et al. Simple method for the quantification of milk fat content in foods by LC-APCI-MS/MS using 1,2-dipalmitoyl-3-butyroyl-glycerol as an indicator. *Oleo Science*, 2013, vol. 62 (3), pp. 115–121.
5. Ntakatsane M.P., Liu X.M., Zhou P. Short communication: rapid detection of milk fat adulteration with vegetable oil by fluorescence spectroscopy. *Dairy Science*, 2013, vol. 96 (4), pp. 2130–2136.
6. Heussen P.C., et al. The use of multivariate modelling of near infra-red spectra to predict the butter fat content of spreads. *Analytica chimica acta*, 2007, pp. 176–181.
7. Palmer A.J., Palmer F.J. Rapid analysis of triacylglycerols using high-performance liquid chromatography with light scattering detection. *Chromatogr.*, 1989, pp. 369–377.
8. 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, pp. 45–76.
9. Polanskiy K.K., Snegirev S.A., Rudakov O.B. *Differentsial'nyy termicheskiy analiz pishchevykh zhirov* [Differential thermal analysis of edible fats]. Moscow, DeLee print, 2004. 85 p.
10. GOST R 53776-2010. *Maslo pal'movoe rafinirovannoe dezodorirovannoe dlya pishchevoy promyshlennosti. Tekhnicheskie usloviya* [State Standard R 53776-2010. Refined deodorized palm oil for food industry. General specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 16 p.
11. Zolochevsky V.T. Standart na pal'movoe maslo: za i protiv [Standard for palm oil: Pros and Cons]. *Masla i zhiry* [Oils and fats], 2011, no. 7, pp. 22–24.

12. GOST R 55361-12. *Zhir molochnyy, maslo i pasta maslyanaya iz korov'ego moloka. Pravila priemki, otbor prob i metody kontrolya* [State Standard R 55361-12. Fat milk, butter and butter paste from cow's milk. Acceptance rules, sampling and methods of control]. Moscow, Standartinform Publ., 2014. 45 p.

13. GOST R 51487-99. *Masla rastitel'nye i zhiry zhyvotnye. Metod opredeleniya perekisnogo chisla* [State Standard R 51487-99. Vegetable oils and animal fats. Method for deretmination of peroxide value]. Moscow, Standartinform Publ., 2001. 8 p.

14. GOST R 50457-92. *Zhiry i masla zhyvotnye i rastitel'nye* [State Standard R 50457-92. Animal and vegetable fats and oils]. Moscow, Gosstandart Russia Publ., 1994. 8 p.

15. Tverdohleb G.V., Ramananskas R.I. *Khimiya i fizika moloka i molochnykh produktov* [Chemistry and physics of milk and milk products]. Moscow, DeLee print, 2006. 360 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Буданина, Л.Н. Определение состава спредов сливочного масла с пальмовым методами термического анализа / Л.Н. Буданина, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 133-138.

Budanina L.N., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Determination of butter-palm oil spread composition using methods of thermal analysis. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 133-138. (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», 659305, Россия, 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



ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЛОДОВ ШИПОВНИКА (*ROSA MAJALIS HERRM.*), ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ПОРОДНОМ ОТВАЛЕ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА В УСЛОВИЯХ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

О.А. Неверова^{1,2,*}, И.Н. Егорова²

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

²ФГБУН «Институт экологии человека СО РАН», 650065, Россия, г. Кемерово, пр. Ленинградский, 10

*e-mail: nev11@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 30.04.2015

Дата принятия в печать: 30.05.2015

Актуальность работы обоснована необходимостью исследования лекарственных растений, произрастающих на породных отвалах угольных разрезов Кемеровской области, для оценки возможности расширения сырьевой базы и обеспечения региона ценным природным растительным сырьем. Объектом исследования служили сушеные плоды шиповника (*Rosa majalis Herrm.*), собранные в 2013–2014 гг. на двух участках: породном отвале угольного разреза «Кедровский» и условно «экологически чистом». Проведена оценка качества лекарственного растительного сырья по числовым и эколого-гигиеническим показателям. В работе применены стандартные методики исследований и обработки экспериментальных данных. Анализ полученных числовых показателей качества сырья шиповника (влажность, общая зола, количественное содержание аскорбиновой кислоты, органических кислот) показал, что данное растительное сырье соответствует требованиям ФС 38 «Fructus Rosae» ГФ XI издания и ГОСТ 1994-93 «Плоды шиповника. Технические условия». Сравнительный анализ числовых показателей плодов шиповника с опытного и контрольного участков не выявил значительных различий. Данные показатели находятся в близких пределах. Содержание радионуклидов (Sr-90, Cs-137) плодов шиповника, собранных с отвалов, не превышает гигиенических нормативов согласно ТР ТС 021/2011 и СанПиН 2.3.2.1078-01 (для Sr-90). Анализ экспериментальных данных по содержанию в исследуемом сырье тяжелых металлов (Hg, Pb и Cd) показал, что данный вид сырья не соответствует требованиям безопасности ТР ТС 021/2011 по Cd, содержание которого превышает допустимый уровень в 1,7 раза. В связи с этим требуются дополнительные исследования по изучению содержания данного элемента в плодах шиповника (*Rosa majalis Herrm.*) с учетом различных микрорельефов отвала и анализа статистических данных в динамике по годам.

Плоды, шиповник, эколого-гигиеническая оценка, качество сырья, породные отвалы, тяжелые металлы, радионуклиды

Введение

Из древесных плодово-ягодных кустарников на породных отвалах угольных разрезов Кемеровской области довольно часто встречается *Rosa majalis Herrm.* (*Rosa cinnamomea L.*), реже *Rosa acicularis Lindl.* семейства розоцветных (*Rosaceae*). Растут шиповники на отвалах преимущественно на луговых склонах, в лесах, по террасам в составе кустарниковых сообществ [1, 2]. Шиповник является ценным лесомелиоративным и декоративным кустарником. В последние годы многие исследователи рекомендуют использовать шиповники для биологической рекультивации нарушенных земель [3, 4].

Плоды *Rosa majalis Herrm.* являются фармакопейным сырьем, которое используется в качестве витаминного средства [5]. Ценность плодов шиповника определяется комплексом биологически активных веществ – аскорбиновой кислоты, каротиноидов, флавоноидов (кверцетин, кемпферол, изокверцетин), катехинов (эпигаллокатехин, галлокатехин, эпигаллокатехингаллат), углеводов, органических кислот, витаминов группы В, К₁, Р, Е, полиненасыщенных жирных кислот, пектиновых веществ, солей калия, натрия, кальция, магния, фосфора, железа и др. [6–10].

Препараты из плодов шиповника обладают широким фармакологическим спектром действия. Они оказывают сильное антиоксидантное, общеукрепляющее действие, стимулируют неспецифическую резистентность организма, уменьшают проницаемость сосудов, усиливают синтез гормонов и регенерацию тканей, обладают противовоспалительными, иммуностимулирующими, желчегонными свойствами [6, 10–16].

В народной медицине применяют не только плоды, но и цветы, листья и корни растения. В быту плоды используются на приготовление варений, пастилы, повидла, суррогата чая [17].

Плоды шиповника применяют и при производстве функциональных продуктов питания. Витаминные экстракты, порошки из плодов шиповника пригодны для приготовления карамельных начинок, мармелада, кетчупа, мороженого, киселей, молочных, хлебопечкарных и мясных изделий [7, 8, 14, 18–21].

Ранее проведенные исследования по эколого-гигиенической оценке сырья ряда лекарственных растений (*Hippophae Rhamnoides L.*, *Taraxacum officinale Web.*, *Sanguisorba officinalis L.*, и др.), произрастающих на породных отвалах угольных разрезов Кемеровской области, показали их безопасность [22–28].

Цель исследования – провести оценку качества плодов *Rosa majalis Herrm.*, произрастающего на породном отвале угольного разреза «Кедровский», по числовым и эколого-гигиеническим показателям.

Объект и методы исследования

Исследования проведены на спланированном породном отвале «Южный» угольного разреза «Кедровский». Общая площадь отвала «Южный» составляет 599,3 га и высотой 58 м, с равнинно-наклонным рельефом. Породы, слагающие отвалы, в основном представлены песчаниками (60 %) с большой долей алевритов (20 %) и аргиллитов (15 %), суглинками и глинами (5 %). Эмбриоземы представлены преимущественно тяжелыми, среднеобеспеченными суглинками (гумус 3,5 %), характеризующимися щелочной реакцией почвенного раствора (рН водной вытяжки 7,1–7,7), низкой обеспеченностью фосфором и азотом (1,7–7,0) и содержанием немного ниже нормы обменного калия (125 мг/кг); содержание ТМ не превышает ПДК [23, 26, 27]. Контрольный участок – условно «экологически чистый», располагался в 10 км от породных отвалов северо-западного направления [24].

Объектами исследования являлись образцы плодов шиповника (*Rosa majalis Herrm.*), собранные в 2013–2014 гг. Заготовку сырья проводили в сентябре, в сухую солнечную погоду, согласно общепринятым правилам. Собирали сырье без видимых признаков повреждений. Сушку плодов проводили в сушильном шкафу при температуре 80–90 °С. Измельчали сырье непосредственно перед проведением исследований. Среднюю пробу готовили методом квартования в соответствии с ГОСТ 24027.0-80. Допустимые отклонения в массе средней пробы не превышали ± 10 %. Оценка качества сырья по числовым показателям (влажность, общая зола, органические кислоты, аскорбиновая кислота) проводили в соответствии с требованиями ГФ Х1 и ГОСТ 1994-9 [29, 30].

Количественное определение содержания аскорбиновой кислоты в плодах шиповника провели объемным титриметрическим методом с 2,6-дихлорфенолиндофенолятом натрия (ДХФИФ) [29, 30], а также апробировали метод ВЭЖХ на хроматографе «Милихром А-02». Необходимость использования метода ВЭЖХ как более селективного метода связана со сложностью установления точки эквивалентности при использовании титриметрического метода из-за неустойчивой окраски оттитрованного раствора. Кроме того, с ДХФИФ могут взаимодействовать и другие соединения (углеводы, флавоноиды), для которых характерны восстановительные свойства, что приводит к получению недостаточно точно воспроизводимых результатов, это отмечают в своих работах многие исследователи [7, 31]. Высокая чувствительность метода ВЭЖХ связана с высокой эффективностью разделения веществ, благоприятными условиями проведения анализа. Кроме того, данный метод рекомендуется к применению ГФ12 Ч. 2 [32] и широко используется

Европейской фармакопеей в анализе растительного сырья [33]. Экстракты (на 70 % спирте этиловом) анализировали методом обращенно-фазной ВЭЖХ в градиентном режиме на колонке Pronto SIL-120-5-C18 AQDB-2003 с размером частиц 5 μm с подвижной фазой: А – ацетонитрил и В – перхлорат лития с рН 2,3 при скорости потока 8 мкл/мин, температуре 38 °С и УФ-детекции при 240 нм. В качестве внешнего стандарта при определении использован рабочий стандартный образец (PCO) аскорбиновой кислоты. Сбор и обработка хроматограмм осуществлялись с помощью программ Windows Me/200/XP®, МилиХром А-02®, МультиХром®.

Для получения объективных данных о качестве сырья по показателям безопасности проведено исследование на содержание нормируемых токсичных металлов (Pb, Cd, Hg) и радионуклидов (Sr-90, Cs-137). Исследования выполнены на базе аккредитованного испытательного центра агрохимической службы «Кемеровский».

Радиоактивность в исследуемых образцах определяли на комплексе спектрометрическом для измерений активности альфа-, бета- и гамма-излучающих нуклидов «Прогресс» [34] согласно ГОСТ 32163-2013 и ГОСТ 32161-2013 [35, 36]. Элементный анализ образцов сырья шиповника определяли атомно-абсорбционным методом на приборе AAS-30 фирмы Karl Ceis Jena (Германия) по ГОСТ 30178-96 и ГОСТ 26927-86 [37, 38]. Анализы выполнены в трехкратной повторности, экспериментальные данные обработаны с использованием стандартных статистических методов.

Результаты и их обсуждение

Анализ результатов числовых показателей качества (влажность, зола общая, количественное содержание аскорбиновой кислоты, органических кислот) плодов шиповника показал, что по данному критерию сырье соответствует требованиям ФС 38 «Fructus Rozae» ГФ Х1 издания (1998) и ГОСТ 1994-93 «Плоды шиповника. Технические условия» [29, 30]. Сравнительная характеристика числовых показателей качества плодов шиповника, собранных с опытного и контрольного участков, не выявила значительных различий между ними (табл. 1).

Сравнительный анализ примененных в работе методов количественного определения аскорбиновой кислоты (табл. 1) показал, что полученные значения содержания аскорбиновой кислоты вполне сопоставимы, однако ее содержание, установленное методом ВЭЖХ, несколько меньше, чем определенное титриметрическим методом. Возможно, это связано с взаимодействием ДХФИФ с другими соединениями, находящимися в исследуемых экстрактах (углеводы, флавоноиды и т.д.), и возникающей неустойчивой окраской оттитрованного раствора.

Результаты анализа по содержанию тяжелых металлов и радионуклидов в плодах шиповника представлены в табл. 2.

Числовые показатели качества плодов *Rosa majalis Herrm.* (средние данные)

| Показатель | Участки | | Требования НД [29, 30] |
|--|-------------|-------------|------------------------|
| | опыт | контроль | |
| Влажность, % | 3,904±0,641 | 5,701±0,042 | Не более 15 % |
| Зола общая, % | 2,863±0,678 | 2,964±0,047 | Не более 3 % |
| Аскорбиновая к-та, %, метод ВЭЖХ | 0,461±0,005 | 0,450±0,003 | Не менее 0,2 % |
| Аскорбиновая к-та, %, титриметрический метод | 0,521±0,015 | 0,510±0,020 | Не менее 0,2 % |
| Органические к-ты, % | 3,857±0,085 | 3,728±0,051 | Не менее 2,6 % |

Так как в настоящее время содержание тяжелых металлов в лекарственных растениях, в том числе дикорастущих, до сих пор не нормируется, поэтому для гигиенической оценки исследуемого растительного сырья использовали СанПиН 2.3.2.1078-01 [39] и ТР ТС 021/2011 [40].

Результаты исследований свидетельствуют о том, что содержание в плодах шиповника ртути не превышает допустимые уровни (ДУ) согласно ТР ТС 021/2011; содержание Pb существенно не отличается от ДУ (отличия в пределах ошибки) (табл. 2). Воз-

можно, это связано с тем, что плоды в отличие от других морфологических групп сырья (трава, листья, цветы) имеют кутинизированную оболочку, с которой в период дождей смывается осевшая на них пыль [41, 42]. Однако содержание кадмия в плодах шиповника, произрастающего на отвалах, превышает ДУ в 1,7 раза. Полученные нами данные согласуются с данными, имеющимися в литературных источниках. В частности, в литературных источниках имеются сведения о превышении содержания Cd в плодах шиповника в Кемеровской области [43].

Таблица 2

Эколого-гигиеническая характеристика плодов *Rosa majalis Herrm.* (средние данные)

| Показатель | | Фактическое содержание на отвалах | Содержание согласно И.Г. Танцеровой (Кем. обл.) [43] | ДУ ТР ТС 021/2011 [40] |
|-----------------------|--------|-----------------------------------|--|------------------------|
| Тяжелые металлы, мг/г | Pb | 0,439±0,035 | 0,04–0,37 | Не более 0,40 |
| | Cd | 0,051±0,004 | 0,35–1,39 | Не более 0,03 |
| | Hg | 0,018±0,001 | - | Не более 0,02 |
| Радионуклиды, Бк/кг | Sr-90 | 0,497±0,058 | - | - |
| | Cs-137 | 0,627±0,218 | - | Не более 160 / 800 |

Полученные данные по содержанию искусственных радионуклидов (Sr-90, Cs-137) показали, что содержание Cs-137 в растительном сырье согласно ТР ТС 021/2011 находится в пределах нормы (табл. 2); содержание Sr-90 не превышает допустимый уровень для лекарственных растений (травы, кора, корневище, плоды) согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 (ДУ Sr-90 составляет 100/200 Бк/кг) [39]. С точки зрения радиологической безопасности исследуемые образцы сырья не представляют опасности, так как накапливают менее 1 % радионуклидов Cs-137 и Sr-90 от допустимого уровня. Это характерно и для других видов лекарственных растений, произрастающих на породных отвалах Кемеровской области [22–28].

Таким образом, анализ плодов шиповника, произрастающего на спланированном породном отвале «Южный» угольного разреза «Кедровский», показал, что по числовым показателям

(влажность, зола общая, количественное содержание аскорбиновой кислоты, органических кислот) данный вид сырья соответствует требованиям ФС «Fructus Rozae» ГФ Х1 издания и ГОСТ 1994-93. Содержание радионуклидов (Sr-90, Cs-137) плодов шиповника, собранных с отвалов, не превышает гигиенических нормативов согласно ТР ТС 021/2011 и СанПиН 2.3.2.1078-01 (для Sr-90). Анализ экспериментальных данных по содержанию в исследуемом сырье тяжелых металлов (Hg, Pb и Cd) показал, что данный вид сырья не соответствует требованиям безопасности ТР ТС 021/2011 по Cd, содержание которого превышает допустимый уровень в 1,7 раза. В связи с этим требуются дополнительные исследования по изучению содержания данного элемента в плодах шиповника (*Rosa majalis Herrm.*) с учетом различных микро-рельефов отвала и анализа статистических данных в динамике по годам.

Список литературы

1. Егорова, И.Н. О возможности использования рекультивируемых земель угольного разреза «Кедровский» для заготовки лекарственного растительного сырья / И.Н. Егорова // Разработка комплекса технологий рекультивации техногенно-нарушенных земель: сб. науч.-метод. материалов Всерос. науч. конф., г. Кемерово, 10–12 нояб. 2011, – Кемерово, 2011. – С. 17–19.
2. Манаков, Ю.А. Формирование растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса / Ю.А. Манаков, Т.О. Стрельникова, А.Н. Куприянов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. – 166 с.
3. Егоров, В.Г. Обоснование и разработка способов создания культурных фитоценозов на техногенных ландшафтах КМА (на примере Михайловского ГОКа): дис. ... канд. с.-х. наук: 03.00.16. – Курск, 2005. – 148 с.
4. Миронова, С.И. Проблемы биологической рекультивации нарушенных горнодобывающими предприятиями земель в Якутии: Состояние и перспективы / С.И. Миронова // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 11 (ч. 1). – С. 11–14.
5. Государственный реестр лекарственных средств [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – 2014. – Режим доступа: <http://grls.rosminzdrav.ru/grls.aspx>, свободный. – Загл. с экрана (12 марта 2015).
6. Васильев, А.С. Лекарственные средства растительного происхождения: справ. пособие / А.С. Васильев, Г.И. Калинин, В.Н. Тихонов; под ред. проф. С.Е. Дмитрука. – Томск, 2004. – С. 3–4.
7. Сергунова, Е.В. Исследования по стандартизации плодов шиповника и лекарственных форм на его основе: автореф. дис. ... канд. фарм. наук: 15.00.02. – М., 2002. – 21 с.
8. Andersson, S.C. Tocopherols in rose hips (*Rosa* spp.) during ripening/ S.C. Andersson, M.E. Olsson, K.E. Gustavsson, E. Johansson, K. Rumpunen // *J Sci Food Agric.* – 2012. – Vol.15;92. – I.10. – pp.2116-2121.
9. Kumar, N. Antioxidant activity and ultra-performance LC-electrospray ionization-quadrupole time-of-flight mass spectrometry for phenolics-based fingerprinting of Rose species: *Rosa damascena*, *Rosa bourboniana* and *Rosa brunonii* / N. Kumar, P. Bhandari, B. Singh, S.S. Bari // *Food Chem Toxicol.* – 2009. – Vol.47. – I.2. – pp.361-367.
10. Zhang, S. Protective effect of flavonoid-rich extract from *Rosa laevigata* Michx on cerebral ischemia-reperfusion injury through suppression of apoptosis and inflammation / S. Zhang, Y. Qi, Y. Xu, X. Han, J. Peng, K. Liu, C.K. Sun // *Neurochem Int.* – 2013. – Vol.63. – I.5. – pp.522-532.
11. Daels-Rakotoarison, D.A. Effects of *Rosa canina* fruit extract on neutrophil respiratory burst / D.A. Daels-Rakotoarison, B. Gressier, F. Trotin, C. Brunet, M. Luyckx, T. Dine, F. Bailleul, M. Cazin, J.C. Cazin // *Phytother Res.* – 2002. – Vol.16. – I.2. – pp.157-161.
12. Rein, E. A herbal remedy, Hyben Vital (stand. powder of a subspecies of *Rosa canina* fruits), reduces pain and improves general wellbeing in patients with osteoarthritis—a double-blind, placebo-controlled, randomised trial/ E. Rein, A. Kharazmi, K. Winther // *Phytomedicine.* – 2004. – Vol.11. – I.5. – pp. 383-391.
13. Van der Westhuizen, F.H. In vitro antioxidant, antimutagenic and genoprotective activity of *Rosa roxburghii* fruit extract / F.H. van der Westhuizen, C.S. van Rensburg, G.S. Rautenbach, J.L. Marnewick, T. Loots du, C. Huysamen, R. Louw, P.J. Pretorius, E. Erasmus // *Phytother Res.* – 2008. – Vol.22. – I. 3. – pp.376-383.
14. Tumbas, V.T. Effect of rosehip (*Rosa canina* L.) phytochemicals on stable free radicals and human cancer cells / V.T. Tumbas, J.M. Canadanović-Brunet, D.D. Cetojević-Simin, G.S. Cetković, S.M. Ethilas, J.M.L. Gille // *J Sci Food Agric.* – 2012. – Vol.92. – I. 6. – pp. 1273-1281.
15. Kirkeskov, B. The effects of rose hip (*Rosa canina*) on plasma antioxidative activity and C-reactive protein in patients with rheumatoid arthritis and normal controls: a prospective cohort study/ B. Kirkeskov, R. Christensen, S. Bügel, H. Bliddal, B. Danneskiold-Samsøe, L.P. Christensen, J.R. Andersen // *Phytomedicine.* – 2011. – Vol. 15; 18. – I.11. – pp.953-958.
16. Schwager, J. Rose hip and its constituent galactolipids confer cartilage protection by modulating cytokine, and chemokine expression / J. Schwager, U. Hoeller, S. Wolfram, N. Richard // *BMC Complement Altern Med.* – 2011. – Vol.3. – I.11. – P.105.
17. Энциклопедия народной медицины. Шиповник в народной медицине [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://narod-medic.ru/shipovnik-v-narodnoj-medicine.html>, свободный. – Загл. с экрана (12 марта 2015).
18. Сергеев, В.Н. Биологически активное растительное сырье в пищевой промышленности / В.Н. Сергеев, Ю.И. Конаяв // *Пищевая промышленность.* – 2001. – № 6. – С. 28.
19. Волобуева, Е.В. Разработка рецептур мясных продуктов функционального и лечебно-профилактического назначения на основе дикорастущих плодов шиповника / Е.В. Волобуева, Т.А. Козлова // *Успехи современного естествознания.* – 2011. – № 7. – С. 87–88.
20. Перфилова, О.В. Новый сорт хлеба с шиповником / О.В. Перфилова // *Достижения науки и техники АПК.* – 2010. – № 8. – С. 77–78.
21. Vossen, E. Dog rose (*Rosa canina* L.) as a functional ingredient in porcine frankfurters without added sodium ascorbate and sodium nitrite/ E. Vossen, M. Utrera, S. De Smet, D. Morcuende, M. Estévez // *Meat Sci.* – 2012. – Vol. 92. – I.4. – pp. 451-457.
22. Егорова, Н.О. Оценка радионуклидного загрязнения лекарственного растительного сырья *Sanguisorba officinalis* L., произрастающей на породном отвале угольного разреза «Кедровский» / Н.О. Егорова, И.Н. Егорова // Биоразнообразие и культуроценозы в экстремальных условиях: материалы II Всерос. науч. конф. с междунар. участием, ПАБСИ КНЦ РАН, Апатиты-Кировск, 15–17 авг. – Апатиты: K&M, 2013. – С. 70–72.
23. Егорова, Н.О. Оценка содержания тяжелых металлов в *Sanguisorba officinalis* L., произрастающей на нарушенных угледобывчей землях Кузбасса / Н.О. Егорова, О.А. Неверова, И.Н. Егорова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – URL: <http://www.science-education.ru/120-15707> (дата обращения 19.03.2015).
24. Egorova, I.N. The Estimation of Radionuclide Pollution of Medicinal Raw Material *Taraxacum officinale* Web., Growing on The Broken Coal Mining Lands of Kuzbass / I.N. Egorova, O.A. Neverova // *Materials of the 11 International Research and practice conference Vol.11 April 17th, 2013.–Westwood, Canada.–2013.– pp.39–43.*
25. Egorova, I.N. Analysis of Distribution of Radionuclides in Various Organs of *Taraxacum officinale* Web., Which Grows in Rock Waste Disposal Areas of Coal Pits in Kuznetsk Basin / I.N. Egorova, O.A. Neverova // *Word Applied Sciences Journal.* – 2013. – Vol. 24. – I.3. – pp. 345-349.
26. Egorova, I.N. Heavy Metal Concentration in the Herbal Medicinal Products of *Hippophae Rhamnoides* L. Which Grows on Refuse Dumps of the Kuznetsk Coal Basin Surface Mines / I.N. Egorova, O.A. Neverova // *Word Applied Sciences Journal (Education, Law, Economics, Language and Communication).* – 2013. – Vol.27. – pp. 497-500.

27. Neverova, O.A. Assessment of Heavy Metal Pollution of Medicinal Plants *Taraxacum officinale* Web. Basis Areas Affected by Coal Production / O.A. Neverova, I.N. Egorova // *World Applied Sciences Journal*. – 2013. – Vol.23. – I. 5. – pp. 650-655.
28. Neverova, O.A. Assessment of radionuclide pollution *Rosa majalis* Herrm. Fruits in the circumstances of the anthropologically disordered Kznetsk basin areas/ O.A. Neverova, I.N. Egorova// *Advances in Environmental Biology*. – 2014. – Vol.8.–13. – pp. 414-418.
29. Государственная фармакопея СССР. 11 изд. Вып. 2 Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. – М.: Изд-во «Медицина», 1989. – 398 с.
30. ГОСТ 1994-93. Плоды шиповника. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 10 с.
31. Сравнительная оценка фотокolorиметрического и ВЭЖХ-методов определения аскорбиновой кислоты в плодах шиповника / Д.М Попов, Д.Б. Никуличев, Д.Ю. Новиков [и др.] // *Фармацевтический анализ: наука и практика: науч. тр. НИИ фармации*. – Т. XXX. – М., 1992. – С. 53– 59.
32. Государственная фармакопея Российской Федерации. XII изд. Ч. 2. – М.: Изд-во «Научный центр экспертизы средств медицинского применения», 2010. – 600 с.
33. *European Pharmacopoeia*. Third Edition. Supplement 2001. Published in accordance with Convention on the Elaboration of a European Pharmacopoeia. - Strasbourg: Council of Europe, 2000.
34. Методика измерения активности бета-излучающих радионуклидов в счетных образцах с использованием программного обеспечения «Прогресс». – Утв. нач. Центра метрологии ионизирующих излучений ГНМЦ «ВНИИФТРИ» Государства России В.П. Ярына 07.05.96.
35. ГОСТ 32163-2013. Продукты пищевые. Метод определения содержания стронция Sr-90. – М.: Изд-во стандартов, 2013. – 9 с.
36. ГОСТ 32161-2013. Продукты пищевые. Метод определения содержания цезия Cs-137. – М.: Изд-во стандартов, 2013. – 10 с.
37. ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-адсорбционный метод определения токсичных элементов. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 13 с.
38. ГОСТ 26927-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 12с.
39. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. – М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. – С. 74.
40. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902320560>, свободный. – Загл. с экрана (обращение 12.05.2015).
41. Гравель, И.В. Региональные проблемы экологической оценки ЛРС и фитопрепаратов на примере Алтайского края: автореф. дис. ... д-ра фарм. наук: 15.00.02. – М., 2005. – 363 с.
42. Стрекалова, А.С. Обоснование технологии сбора лекарственных растений в условиях современной экологической ситуации (на примере Волгоградской области): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. – Волгоград, 2007. – 21 с.
43. Танцерева, И.Г. Эколого-фармакогносическое исследование некоторых лекарственных растений Кемеровской области: дис. ... канд. фарм. наук: 15.00.02. – Томск, 2004. – 150 с.

EVALUATION OF HIPS (*ROSA MAJALIS HERRM.*) GATHERED ON THE COAL OPENCAST DUMP IN THE KEMEROVO REGION

O.A. Neverova^{1,2,*}, I.N. Egorova²

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

²*Institute of Human Ecology SB RAS, 10 Leningradskiy pr., Kemerovo, 650065, Russia*

*e-mail: nev11@yandex.ru

Received: 30.04.2015

Accepted: 30.05.2015

The relevance of the research is determined by the necessity to study medicinal plants growing on dumps of coal opencasts in the Kemerovo region in order to assess the possibility of expanding the resource base and to provide the region with valuable natural plant raw materials. The object of the research is dried hips (*Rosa majalis* Herrm.), gathered in 2013-2014 from two territories: on the Kedrovsky opencast dump and a relatively “ecologically clean” plot. The quality of medicinal plant raw material has been evaluated by numerical, ecological and hygiene indices. The standard methods of research and analysis of experimental data have been applied. The analysis of the numerical indices of the quality of hips as a raw material (humidity, total ash, quantitative content of ascorbic acid, organic acids) has shown that the plant raw material meets the requirements of FS 38 “Fructus Rosae” GF of the XI edition and GOST 1994-93 “Hips. Technical conditions”. The comparative analysis of numerical indices of hips from the experimental and control territories has not revealed significant differences. These indices are within close limits. The content of radionuclides (Sr-90, Cs-137) in hips grown on dumps does not exceed hygienic standards according to TR CU 021/2011 and SanPin 2.3.2.1078-01 (for Sr-90). The analysis of experimental data on the content of heavy metals (Hg, Pb and Cd) has shown that this type of material does not meet the safety requirements of TR CU 021/2011 in Cd, the content of which exceeds the permissible level by 1.7 times. In this connection, more research is needed to study the content of this element in hips (*Rosa majalis* Herrm.), taking into account different micro reliefs of the dump and the analysis of statistical data in dynamics over the years.

Hips, ecological and hygienic evaluation, raw materials quality, dumps, heavy metals, radionuclides

References

1. Egorova I.N. O vozmozhnosti ispol'zovaniya rekul'tiviruemykh zemel' ugol'nogo razreza «Kedrovskii» dlja zagotovki lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ja [The possibility of using recultivated lands coal mine "Kedrovskii" for harvesting medicinal plants]. *Materialy Vserossiyskov nauch. konf. «Razrabotka kompleksa tekhnologiy rekul'tivatsii tekhnogennonarushennykh zemel'»* [Proc. of the Sci. Conf. "Development of complex technologies reclamation technoengineering lands"], Kemerovo, 10-12 November, 2011, pp. 17–19.
2. Manakov Y.A., Strelnikova T.O., Kupriyanov A.N. *Formirovanie rastitel'nogo pokrova v tehnoennykh landshaftah Kuzbassa* [Formation of a vegetable cover in technogenic landscapes of Kuzbass]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2011. 166 p.
3. Egorov V.G. *Obosnovanie i razrabotka sposobov sozdaniya kul'turnykh fitocenozov na tehnoennykh landshaftah KMA (Na primere Mihailovskogo GOKa)*. Diss. kand. s.-h. nauk [Rationale and development of ways to create a cultural plant communities on the technogenic landscapes KMA (For example Mikhailovsky GOK). Cand. agr. sci. diss.]. Kursk, 2005, 148 p.
4. Mironova S.I. Problems of biological reclamation of disturbed mining lands in Yakutia: Status and perspectives. *Successes of modern natural scienc*, 2012, vol. 11, pp. 11–14. (In Russian).
5. *Gosudarstvennyj reestr lekarstvennykh sredstv (po sostojaniyu na 02.03.2015)* (The state register of medicines (as 02.03.2015). Available at: <http://grls.rosminzdrav.ru/grls.aspx> (accessed March 19, 2015).
6. Dmitruk S.E. *Lekarstvennye sredstva rastitel'nogo proishozhdenija* [Herbal medicines]. Tomsk, 2004. pp. 3–4.
7. Sergunova E.V. *Issledovanija po standartizacii plodov shipovnika i lekarstvennykh form na ego osnov*. Avtoref. diss. kand. farm. nauk [Research on standardization hips and dosage forms based on it. Cand. pharm. sci. autoabstract diss.]. Moscow, 2002. 21 p.
8. Andersson S.C., Olsson M.E., Gustavsson K.E., Johansson E., Rumpunen K. Tocopherols in rose hips (*Rosa* spp.) during ripening. *J Sci Food Agric.*, 2012, vol. 15, iss.10, pp. 2116–2121.
9. Kumar N., Bhandari P., Singh B., Bari S.S. Antioxidant activity and ultra-performance LC-electrospray ionization-quadrupole time-of-flight mass spectrometry for phenolics-based fingerprinting of Rose species: *Rosa damascena*, *Rosa bourboniana* and *Rosa brunonii*. *Food Chem Toxicol.*, 2009, vol.47, iss.2, pp. 361–367.
10. Zhang S., Qi Y., Xu Y., Han X., Peng J., Liu K., Sun C.K. Protective effect of flavonoid-rich extract from *Rosa laevigata* Michx on cerebral ischemia-reperfusion injury through suppression of apoptosis and inflammation. *Neurochem Int.*, 2013, vol. 63, iss. 5, pp. 522–532.
11. Daels-Rakotoarison D.A., Gressier B., Trotin F., Brunet C., Luyckx M., Dine T., Bailleul F., Cazin M., Cazin J.C. Effects of *Rosa canina* fruit extract on neutrophil respiratory burst. *Phytother Res.*, 2002, vol. 16, iss. 2, pp. 157–161.
12. Rein E., Kharazmi A., Winther K. An herbal remedy, Hyben Vital (stand. powder of a subspecies of *Rosa canina* fruits), reduces pain and improves general wellbeing in patients with osteoarthritis—a double-blind, placebo-controlled, randomised trial. *Phytomedicine*, 2004, vol. 11, iss. 5, pp. 383–391.
13. Van der Westhuizen F.H., van Rensburg C.S., Rautenbach G.S., Marnewick J.L., Loots du T., Huysamen C., Louw R., Pretorius P.J., Erasmus E. In vitro antioxidant, antimutagenic and genoprotective activity of *Rosa roxburghii* fruit extract. *Phytother Res.*, 2008, vol. 22, iss. 3, pp. 376–383.
14. Tumbas V.T., Canadanović-Brunet J.M., Cetojević-Simin D.D., Cetković G.S., Ethilas S.M., Gille L. Effect of rosehip (*Rosa canina* L.) phytochemicals on stable free radicals and human cancer cells. *J Sci Food Agric.*, 2012, vol. 92, iss. 6, pp. 1273–1281.
15. Kirkeskov B., Christensen R., Bügel S., Bliddal H., Danneskiold-Samsøe B., Christensen L.P., Andersen J.R. The effects of rose hip (*Rosa canina*) on plasma antioxidative activity and C-reactive protein in patients with rheumatoid arthritis and normal controls: a prospective cohort study. *Phytomedicine*, 2011, vol. 15-18, iss. 11, pp. 953–958.
16. Schwager J., Hoeller U., Wolfram S., Richard N. Rose hip and its constituent galactolipids confer cartilage protection by modulating cytokine, and chemokine expression. *BMC Complement Altern Med.*, 2011, vol.3, iss. 11, P. 105.
17. *Jenciklopedija narodnoj mediciny. Shipovnik v narodnoj medicini* (Encyclopedia of folk medicine. Rosehip in folk medicine). Available at: <http://narod-medici.ru/shipovnik-v-narodnoj-medicine.html> (accessed March 12, 2015).
18. Sergeev C.N., Konaev Y.I. Biologically active vegetable raw materials in the food industry. *Food industry*, 2001, vol. 6, P. 28. (In Russian).
19. Volobueva E.V., Kozlova T.A. Development of formulations of functional meat products and medicated products based on wild rosehips. *Successes of modern natural science*, 2011, vol. 7, pp. 87–88. (In Russian).
20. Perfilova O.V. Century, A new variety of bread with rose hips. *Achievements of Science and Technology of AIC*, 2010, vol. 8, pp. 77–78. (In Russian).
21. Vossen E., Utrera M., De Smet S., Morcuende D., Estévez M. Dog rose (*Rosa canina* L.) as a functional ingredient in porcine frankfurters without added sodium ascorbate and sodium nitrite. *Meat Sci.*, 2012, vol. 92, iss. 4, pp. 451–457.
22. Egorova N.O., Egorova I.N. Ocenka radionuklidnogo zagrijaznenija lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ja *Sanguisorba officinalis* L., proizrastajushhej na porodnom otvale ugol'nogo razreza «Kedrovskij» [Assessment of radionuclide contamination of medicinal plants *Sanguisorba officinalis* L. growing on the waste dump coal mine "Kedrovskij"]. *Materialy II Vserossiyskov nauch. konf. «Bioraznoobrazie i kul'turocenozy v jekstremal'nykh uslovijah»* [Proc. of the II all-Russian Sci. Conf. "Biodiversity and culture-sense in extreme conditions"], Apatin-Kirovsk, 15-17 August, 2013, pp. 70–72.
23. Egorova N.O., Neverova O.A., Egorova I.N. Assessment of heavy Metals in *Sanguisorba officinalis* L. growing on the Kuzbass Land disturbed by mining. *Problems of modern science and education*, 2014, no. 6. Available at: <http://www.science-education.ru/120-15707> (accessed March 19, 2015).
24. Egorova I.N., Neverova O.A. The Estimation of Radionuclide Pollution of Medicinal Raw Material *Taraxacum officinale* Web., Growing on The Broken Coal Mining Lands of Kuzbass. *Materials of the 11 International Research and Practice Conference*, Westwood, Canada, Vol. 11, April 17th, 2013. pp. 39–43.
25. Egorova I.N., Neverova O.A. Analysis of Distribution of Radionuclides in Various Organs of *Taraxacum officinale* Web., Which Grows in Rock Waste Disposal Areas of Coal Pits in Kuznetsk Basin. *Word Applied Sciences Journal*, 2013, vol. 24, iss. 3, pp. 345–349.
26. Egorova I.N., Neverova O.A. Heavy Metal Concentration in the Herbal Medicinal Products of *Hippophae Rhamnoides* L. Which Grows on Refuse Dumps of the Kuznetsk Coal Basin Surface Mines. *Word Applied Sciences Journal* (Education, Law, Economics, Language and Communication), 2013, vol. 27, pp. 497–500.
27. Neverova O.A., Egorova I.N. Assessment of Heavy Metal Pollution of Medicinal Plants *Taraxacum officinale* Web. Basis Areas Affected by Coal Production. *Word Applied Sciences Journal*, 2013, vol. 23, iss. 5, pp. 650–655.
28. Neverova O.A., Egorova I.N. Assessment of radionuclide pollution *Rosa majalis* Herrm. Fruits in the circumstances of the anthropologically disordered Kznetsk basin areas. *Advances in Environmental Biology*, 8(13) August, 2014, vol. 8, iss. 13, pp. 414–418.

29. Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR 11 izd. Vyp.2 Obshhie metody analiza. Lekarstvennoe rastitel'noe syr'jo [Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR 11 ed. Off.2 Obshhie are analiza. Lekarstvennoe rastitel'noah cheese'yeah]. Moscow, Meditsina Publ., 1989. 398 p.
30. GOST 1994-93. Plody shipovnika. Tehnicheskie usloviya [State Standard 1994-93. Rose hips. Technical conditions]. Moscow, Standartinform Publ., 1995. 10 p.
31. Popov D.M., Nikulichev D.B., Novikov D.Yu. and other. Sravnitel'naya otsenka fotokolorimetriceskogo i VE-HZHKH-metodov opredeleniya askorbinovoj kisloty v plodakh shipovnika [Comparative evaluation of photocolometric and HPLC methods for the determination of ascorbic acid in fruit trees]. *Pharmaceutical analysis-science and practice, scientific works of the Institute of pharmacy*, vol. XXX, 1992, pp. 53–59.
32. Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federatsii X11 izd. chast' 2 [State Pharmacopoeia of the Russian Federation X11 ed. Part.2 General methods of analysis. Medicinal plant raw material.]. Moscow, Publ. "Scientific centre of medical products", 2010. 600 p.
33. *European Pharmacopoeia*. Third Edition. Supplement 2001. Published in accordance with Convection on the Elaboration of a European Pharmacopoeia. - Strasbourg: Council of Europe, 2000.
34. Metodika izmerenija aktivnosti beta-izluchajushhijh radionuklidov v schetnyh obrazcah s ispol'zovaniem programmnog oobespechenija «Progress». Uverzhdena Nach. Centra metrologii ionizirujushhijh izlučenij GNMC «VNIIFTRI» Gosstandarta Rossii V.P. Jaryna. 07.05.96.[The Methodology of Measurement of the Activity of Beta-Emitting Radionuclides in the Computation Samples Using the "Progress" Software, approved by Start V. P. Yaryna, the Head of the Center of Metrology of Ionizing Radiation of the SSMC "VNIIFTRI" of Gosstandart of Russia" on 07.05.96. (In Russian).
35. GOST 32163-2013. Produkty pishhevyje. Metod opredeleniya sodержaniya strontsiya Sr-90 [State Standard 32163-2013. Food Products. Method of determining content of strontium Sr-90]. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 9 p.
36. GOST 32161-2013 Produkty pishhevyje. Metod opredeleniya sodержaniya cezija Cs-137 [State Standard 32161-2013. Food Products. A method of determining the content of cesium Cs-137]. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 10 p.
37. GOST 30178-96. Syr'e i produkty pishhevyje. Atomno-adsorbtsionnyj metod opredeleniya toksichnykh ehlementov [State Standard 30178-96. Raw materials and food products. Atomic absorption method for the determination of toxic elements]. Moscow, Standartinform Publ., 1997. 13 p.
38. GOST 26927-86. Syr'e i produkty pishhevyje. Metod opredeleniya rtuti [State Standard 26927-86. Raw materials and food products. Method for the determination of mercury]. Moscow, Standartinform Publ., 1986. 12 p.
39. SanPiN 2.3.2.1078-01. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu i bezopasnosti proizvodstvennogo syr'ya i pischevykh produktov [Sanitary norms and rules 2.3.2.1078-01. Hygienic requirements for quality and safety of food raw materials and food products]. Moscow, FGUP "InterSEN", 2002. 74 p. (In Russian).
40. TR TS 021/2011. O bezopasnosti pishhevoj produkcii [Technical regulations of the customs Union 021/2011. On safety of food products]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902320560> (accessed 12.05.2015). (In Russian).
41. Gravel' I.V. Regional'nye problemy jekologicheskoi ocenki LRS i fitopreparatov na primere Altajskogo kraja: Avtoref. diss. dokt. farm. nauk [Regional issues in environmental assessment mprm and herbal remedies on the example of the Altai territory. Dr. pharm. sci. autoabstract diss.]. Moscow, 2005. 48 p.
42. Strekalova A.S. Obosnovanie tekhnologii sbora lekarstvennykh rastenij v usloviyakh sovremennoj ehkologicheskoi situatsii (na primere Volgogradskoj oblasti). Avtoref. diss. kand. biol. nauk [The rationale for the technologies of collection of medicinal plants in modern ecological situation (on the example of the Volgograd region). Cand. biol. sci. autoabstract diss.]. Volgograd, 2007. 21 p.
43. Tancereva I.G. Ehkologo-farmakognosticheskoe issledovanie nekotorykh lekarstvennykh rastenij Kemerovskoj oblasti. Diss. kand. farm. nauk [Ecological pharmacognostic study of some medicinal plants of the Kemerovo region. Cand. pharm. sci. diss.]. Tomsk, 2004. 150 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Неверова, О.А. Оценка качества плодов шиповника (*Rosa majalis Herrm.*), произрастающего на породном отвале угольного разреза в условиях Кемеровской области / О.А. Неверова, И.Н. Егорова // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 139-145.

Neverova O.A., Egorova I.N. Evaluation of hips (*Rosa majalis Herrm.*) gathered on the coal opencast dump in the Kemerovo region. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 139-145 (In Russ.).

Неверова Ольга Александровна

д-р биол. наук, профессор, заведующая кафедрой товаро-ведения 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: nev11@yandex.ru,

Егорова Ирина Николаевна

канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории экологического биомониторинга, ФГБУН «Институт экологии человека СО РАН», 650065, Россия, г. Кемерово, пр. Ленинградский, 10, тел.: +7 (3842) 57-50-79, e-mail: sshremetova@rambler.ru

Olga A. Neverova

Dr.Sci.(Biol.), Professor, Head 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: nev11@yandex.ru

Irina N. Egorova

Cand. Biol. Sci., Senior researcher at the Laboratory of ecological of biomonitoring, Institute of Human Ecology SB RAS, 10 Leningradskiy pr., Kemerovo, 650065, Russia, phone: +7 (3842) 57-50-79, e-mail: sshremetova@rambler.ru



ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИБИОТИКОВ (ЛЕВОМИЦЕТИНА И ТЕТРАЦИКЛИНА) В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ С РАЗЛИЧНЫМИ МАТРИЦАМИ

А.И. Соколова*, К.О. Белюстова, Ю.О. Привар, Н.П. Шапкин, В.И. Разов

ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет»,
690950, Россия, Приморский край,
г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27

*e-mail: lisokolova@bk.ru

Дата поступления в редакцию: 23.04.2015

Дата принятия в печать: 30.05.2015

Пищевой продукт представляет собой многокомпонентную систему, содержащую белки, жиры, углеводы. Определение антибиотиков в этом случае осложняется влиянием мешающих компонентов различной природы. Предложены методики определения антибиотиков (левомицетина и тетрациклина) в пищевых продуктах с многокомпонентными матрицами (липидно-белковой, липидно-углеводной). Методики предусматривают экстракцию антибиотиков различными растворителями, очистку экстрактов и концентрирование антибиотиков на природных сорбентах (активированных углей и алюмосиликатах) с последующим элюированием определяемых компонентов этанолом и анализом методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с УФ-детектированием. Содержание антибиотиков определяли в продуктах, приобретенных в розничной сети г. Владивостока: липовый мед, произведенный в фермерских хозяйствах Приморского края и Республики Башкирия, боярышниковый мед, произведенный в фермерских хозяйствах Республики Башкирия, и печень куриная производства птицефабрик Приморского края. Методом «введено-найденно» определены степени извлечения левомицетина и тетрациклина из меда и левомицетина из печени куриной. Для левомицетина степень извлечения из меда составила 90 %, из печени куриной – 78 %, для тетрациклина – 82 % из образцов меда. Определено содержание левомицетина и тетрациклина в некоторых образцах меда и левомицетина – в образцах печени куриной, приобретенных в розничной сети. В двух образцах меда липового обнаружены тетрациклин и левомицетин с содержанием антибиотиков 0,052 и 0,020 мг/кг соответственно. Содержание левомицетина в образцах печени куриной составило от 0,007 до 0,01 мг/кг.

Левомицетин, тетрациклин, экстракция, сорбция, сорбент, концентрирование, высокоэффективная жидкостная хроматография

Введение

Здоровье населения во многом обуславливается тем, насколько экологически чистую пищу получает человек. Угроза некачественного питания серьезно выросла с усилением антропогенной нагрузки на объекты окружающей среды, повсеместным применением лекарственных средств лечения и профилактики заболеваний сельскохозяйственных животных [1].

В пищевых продуктах, полученных от таких животных, может содержаться остаточное количество антибиотиков. Систематическое поступление в организм антибиотиков служит фактором риска для различных аллергических реакций, нарушения обмена веществ, дисбактериоза, подавляет активность некоторых ферментов, изменяет микрофлору кишечника, способствует распространению некоторых форм микроорганизмов, провоцирует апластическую анемию и т.д. [2]. В 2001 году Советом министров ЕС приняты рекомендации по рациональному использованию антибиотиков, основной целью которых является сдерживание растущей антимикробной резистентности.

В последнее время в качестве эффективных противомикробных средств используют хлорамфеникол (левомицетин) и тетрациклин, содержание которых в пищевых продуктах нормируется документом «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам,

подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» [3]. В мясе, молоке, меде и других продуктах периодически обнаруживают остаточные количества этих лекарственных препаратов, что предопределяет необходимость проведения выборочного или систематического контроля [4].

Обеспечить полную безопасность продуктов, содержащих остаточные количества антибиотиков, может только контроль с помощью доступных и чувствительных методов.

Ранее нами исследована возможность выделения и концентрирования левомицетина из пищевых продуктов с высоким содержанием жира с применением сорбентов на основе природных алюмосиликатов [5].

В отдельную группу можно выделить продукты с высоким содержанием углеводов, в частности мед, в котором углеводы являются основным матричным компонентом. Определение антибиотиков в этом продукте вызывает особый интерес в связи с его высокой популярностью как средства профилактики и лечения некоторых заболеваний. Наиболее часто для лечения болезней пчел применяют антибиотики левомицетин и тетрациклин как наиболее дешевые и доступные большинству производителей [6].

Пищевой продукт представляет собой многокомпонентную систему, содержащую белки, жиры, углеводы. Выделение антибиотиков осложняется

влиянием мешающих компонентов различной природы. Одним из наиболее сложных объектов является печень животных и продукты, приготавливаемые на ее основе. Содержание антибиотиков в субпродуктах, в частности, в печени сельскохозяйственных животных нормируется документом СанПиН 2.3.2.1078-01. Предел обнаружения антибиотиков в используемых методиках для левомицетина составляет 0,01 мг/кг и для тетрациклина – 0,5 мг/кг, т.е. можно говорить о том, что методики, рекомендуемые к применению в Российской Федерации, гарантируют отсутствие антибиотиков на уровне 0,01 и 0,5 мг/кг [7]. В СанПиН 2.3.2.2804-10 «Дополнения и изменения № 22 к СанПиН 2.3.2.1078-01» от 23.02.2011 изменились пределы обнаружения антибиотиков левомицетина (менее 0,0003 мг/кг) и тетрациклина (менее 0,01 мг/кг) в мясе и продуктах его переработки, однако пределы обнаружения в субпродуктах остались прежними, что говорит о трудности выделения и идентификации антибиотиков. Содержание антибиотиков в меде не нормируется (СанПиН 2.3.2.1078-01). В СанПиН 2.3.2.2804-10 введены нормы только по антибиотику тетрациклину (предел обнаружения менее 0,01 мг/кг) [7, 8].

Цель настоящей работы – разработка воспроизводимого и прецизионного метода выделения, концентрирования и анализа антибиотиков (левомицетина и тетрациклина) в пищевых продуктах с углеводной и многокомпонентными матрицами.

Объекты и методы исследований

Определяли содержание левомицетина в следующих пищевых продуктах, приобретенных в розничной сети г. Владивостока.

Образцы с углеводной матрицей: липовый мед, произведенный в фермерских хозяйствах Приморского края и Республики Башкирия; боярышниковый мед, произведенный в фермерских хозяйствах Республики Башкирия.

Образцы с многокомпонентной матрицей: печень куриная производства птицефабрик Приморского края.

Степень извлечения антибиотиков из меда (углеводная матрица) определяли, используя в качестве модельной системы продукт, не содержащий антибиотиков, приобретенный в частном хозяйстве. Экстракцию антибиотиков проводили этилацетатом (хч): левомицетина – из водного раствора меда, тетрациклина – из раствора меда в 0,1 н растворе соляной кислоты. Для очистки экстрактов и концентрирования левомицетина использовали цеолит I, а для тетрациклина – цеолит II.

1. Цеолит (природный алюмосиликат Чугуевского месторождения) с диаметром пор 0,2–0,1 мкм – цеолит I.

2. Цеолит (природный алюмосиликат Чугуевского месторождения) с диаметром пор менее 0,2 мкм – цеолит II.

Состав сорбентов приведен в табл. 1.

Таблица 1

Массовая доля элементов в образцах сорбентов, в пересчете на оксиды (%)

| Образец сорбента | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | K ₂ O | TiO ₂ | CaO | ZnO | ZrO ₂ | MnO | H ₂ O | MgO | Na ₂ O |
|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|------|------|------------------|------|------------------|------|-------------------|
| Цеолит | 69,01 | 12,64 | 1,29 | 3,17 | 0,01 | 2,16 | - | - | 0,01 | 9,68 | 0,47 | 1,10 |
| Монтмориллонит | 63,03 | 18,50 | | 5,24 | 1,44 | 0,22 | 0,12 | 0,11 | - | 1,50 | - | - |

Сорбенты предварительно кипятили в этаноле и промывали дистиллированной водой до получения прозрачных смывов, не поглощающих в УФ-области спектра.

Степень извлечения антибиотиков из печени куриной изучали, используя в качестве модельной системы продукт, приобретенный в розничной сети. Сложность определения состояла в том, что во всех пробах, доступных для постановки эксперимента, были обнаружены следовые количества левомицетина. По-видимому, данный препарат применялся для лечения и профилактики заболеваний у птицы при выращивании ее для производства пищевой продукции. Поэтому при определении степени извлечения антибиотика параллельно выполняли анализ холостой пробы, затем вносили в нее известное количество левомицетина и рассчитывали извлечение с учетом холостой пробы.

Определение тетрациклина в куриной печени проводилось совместно с левомицетином методом УФ-спектрометрии – экспресс-определение (скрининг-анализ). Однако наиболее важным и информативным является анализ методом ВЭЖХ, позволяющий не только разделить антибиотики, но и определить их содержание в исследуемом продукте.

Для очистки экстрактов использовали активированный уголь (БАУ), для концентрирования антибиотиков применяли сорбент монтмориллонит (глинозем).

1. Монтмориллонит немодифицированный (прокаленный при 600 °С).

2. Монтмориллонит, модифицированный хитозаном, получен на кафедре неорганической и элементорганической химии Дальневосточного федерального университета.

Аппаратура и условия анализа

ВЭЖХ-анализ проводили на жидкостном хроматографе Shimadzu LC-20 Prominence (Япония) с УФ-детектором, длина волны: 286 нм (для определения левомицетина), 356 нм и 275 нм (для определения тетрациклина). Колонка ODS – C18 Zorbax (4,6×150 мм). Подвижные фазы: ацетонитрил – вода (20/80 об/об), ацетонитрил – вода (30/70 об/об) с добавкой 0,6 % ортофосфорной кислоты (при определении тетрациклина). Анализ левомицетина проводили в режиме градиента скорости потока подвижной фазы: с 0,1 по 5 мин скорость – 0,5 мл/мин, с 5 – 1 мл/мин, тетрациклина – в режиме изократического элюирования при скорости потока 0,5 мл/мин.

Спектрофотометрический анализ проводили на приборе UV-mini 1240 Shimadzu (Япония). В качестве растворителей использовали дистиллированную воду, доведенную до pH ≈ 6.

Диапазон используемых длин волн – 190–400 нм.

Длина кварцевой кюветы – 1 см.

Рентгеноструктурный анализ – на рентгеновском дифрактометре Bruker D8 ADVANCE, спектрометре ультрабыстрых задержанных совпадений при помощи сцинтилляционных пластических детекторов диаметром 25×15 мм и ФЭУ-87 на базе анализатора NOKIA-LP-4840.

Определение степени извлечения левомицетина из меда

Навески меда массой 25 г помещали в конические колбы на 100 мл и добавляли по 1 мл раствора левомицетина в дистиллированной воде, концентрацией 0,01 мг/мл. Растворяли навески в 30 мл дистиллированной воды. Добавляли по 0,5 мл реактива Карреса (15 г гексацианоферрата калия, растворенного в 100 мл дистиллированной воды, и 20,4 г сульфата цинка, растворенного в 100 мл дистиллированной воды). Смесь центрифугировали при 4000 об/мин в течение 10 мин. Верхний слой отделяли декантацией и экстрагировали этилацетатом (3×20 мл), органический слой пропускали через безводный сульфат натрия. Упаривали досуха на роторном испарителе, перерастворяли остаток в дистиллированной воде. Полученные растворы пропускали через цеолит I. Элюат отбрасывали. Смывали антибиотик с сорбента 4 мл ацетонитрила. Полученные растворы упаривали досуха на роторном испарителе, перерастворяли в 0,5 мл этанола и анализировали методом УФ-ВЭЖХ при 286 нм.

Определение степени извлечения тетрациклина из меда

Навески меда массой 35 г помещали в конические колбы на 100 мл и добавляли по 1 мл раствора тетрациклина в дистиллированной воде с концентрацией 0,001 мг/мл. Растворяли навески в 30 мл 0,1 н соляной кислоты. Добавляли 2 мл 10%-ной ортофосфорной кислоты и 1 мл раствора сульфата цинка (20,4 г сульфата цинка, растворенного в 100 мл дистиллированной воды). Смесь центрифугировали при 4000 об/мин в течение 10 мин. Верхний слой отделяли декантацией и экстрагировали этилацетатом (3×20 мл), экстракт собирали в колбу

через безводный сульфат натрия. Упаривали смесь на роторном испарителе, перерастворяли остаток в дистиллированной воде. Полученные растворы пропускали через цеолит II. Элюат отбрасывали. Смывали антибиотик с сорбента 1 мл 0,1 н раствора гидроксида натрия. Полученные растворы анализировали методом УФ-ВЭЖХ при 275 и 356 нм.

Определение степени извлечения левомицетина из печени куриной

Навески гомогенизированной печени (10 г) помещали в плоскодонные колбы объемом 100 мл и вносили 1 мл раствора левомицетина в дистиллированной воде, концентрацией 0,01 мг/мл, тщательно перемешивали и оставляли на 1,5–2 ч при температуре 5 °С. Затем добавляли 10 мл дистиллированной воды и помещали на лабораторный шейкер на 10 мин, после этого добавляли 1 мл этилацетата и центрифугировали в течение 20 мин при 4000 об/мин. Верхний слой сливали и фильтровали через фильтр синяя лента. Водно-органический слой очищали, пропуская через слой активированного угля (высота сорбента в колонке – 12 см, скорость – 1 капля в секунду). Далее через колонку с углем пропускали 4 мл этилового спирта, получали фракцию 1, которую подвергали концентрированию на монтмориллоните (высота слоя сорбента в колонке – 6 см, скорость 1 капля в секунду). Элюат отбрасывали. Промывали монтмориллонит 3 мл этанола – фракция 2. Фракции 1 и 2 объединяли и упаривали на песчаной бане при температуре около 90 °С до 1 мл. Полученные растворы анализировали методом УФ-ВЭЖХ при 286 нм.

Исследование сорбции левомицетина и тетрациклина при совместном присутствии на монтмориллоните

В водно-органический экстракт, полученный из куриной печени, по методике, описанной выше, вносили стандартные растворы левомицетина и тетрациклина. Концентрация каждого из антибиотиков в экстракте составила 0,01 мг/мл. Экстракты пропускали через монтмориллонит, модифицированный хитозаном. Антибиотики десорбировали последовательно порциями 3 мл этилового спирта (десорбция левомицетина) и 3 мл дистиллированной воды, подкисленной соляной кислотой до pH 4 (десорбция тетрациклина). Спиртовую и водную фракции фотометрировали в диапазоне длин волн 200–400 нм.

Результаты и их обсуждение

Антибиотики, как правило, содержатся в пищевых продуктах в следовых количествах, а сами пищевые продукты – это сложные многокомпонентные системы. Поэтому для количественного анализа важно максимально полно очистить пищевой продукт от балластных веществ, мешающих определению антибиотика. К таким веществам относятся липиды, белки, углеводы, органические кислоты, пигменты и т.п. Пробоподготовка для анализа пищевых продуктов при определении антибиотиков включает в себя следующие этапы: экстракция определяемого антибиотика, очистка

экстракта от балластных веществ, концентрирование антибиотика.

Ранее нами предложена методика анализа антибиотика левомецетина в пищевых продуктах с высоким содержанием жира [5] путем применения природных алюмосиликатов, таких как вермикулит, смесь вермикулита с активированным углем и цеолит, модифицированный хитозаном. Однако при извлечении левомецетина из углеводной матрицы (мед) эти сорбенты не очищали экстракты антибиотика в достаточной для хроматографического анализа степени. Наиболее целесообразным оказалось использование цеолита I, которое позволило не только очистить полученные экстракты в достаточной для хроматографического анализа степени, но и сконцентрировать левомецетин в небольшом объеме растворителя.

В методиках выделения тетрациклина [9] из меда экстракцию проводят либо кислотными, либо щелочными растворами. Нами был проведен следующий эксперимент: навески исследуемого образца с добавкой тетрациклина перемешивали с 0,1 М раствором соляной кислоты и параллельно с 10 % раствором гидроксида

натрия. Полученные смеси пропускали через цеолит I и цеолит II. С сорбентов антибиотик элюировали дистиллированной водой с pH 4 и pH 9 соответственно. Однако при хроматографическом анализе тетрациклин не был обнаружен. Дополнительно в экстракционную смесь вводили этилацетат. При использовании цеолита I получили мутные, не пригодные для дальнейшего хроматографического анализа растворы. При применении цеолита II – растворы прозрачные. Таким образом, для определения тетрациклина в меде целесообразно использовать экстракцию этилацетатом, подкисленным до pH 4, а концентрирование антибиотика на цеолите II.

Для проверки правильности методики определена степень извлечения тетрациклина и левомецетина из меда методом «введено-найдено». При практическом осуществлении этого метода в образец, заведомо не содержащий определяемое вещество, вносится его определенное количество. Полученные результаты представлены в табл. 2.

В табл. 3 даны результаты определения левомецетина и тетрациклина в образцах меда, приобретенных в розничной сети г. Владивостока.

Таблица 2

Степень извлечения антибиотика из продукта с углеводной матрицей

| Исследуемый продукт | Исследуемое вещество | Степень извлечения левомецетина, % |
|---------------------------------|----------------------|------------------------------------|
| Мед, не содержащий антибиотиков | Тетрациклин | 82,40±0,50 |
| | Левомецетин | 90,20±0,30 |

Таблица 3

Содержание антибиотиков в исследованных образцах меда

| Исследуемый продукт | Содержание левомецетина, мг/кг | Содержание тетрациклина, мг/кг |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Мед липовый приморский | Не обнаружено | 0,052±0,002 |
| Мед липовый башкирский | 0,020±0,001 | Не обнаружено |
| Мед боярышниковый башкирский | Не обнаружено | Не обнаружено |

ПДК левомецетина для пищевых продуктов составляет менее 0,003 мг/кг (предел обнаружения методик, рекомендованных для определения левомецетина, 0,003 мг/кг). Превышение ПДК левомецетина обнаружено в образце «Мед липовый башкирский». ПДК тетрациклина для пищевых продуктов составляет менее 0,01 мг/кг (предел обнаружения методик, рекомендованных для определения тетрациклина, 0,01 мг/кг). Превышение ПДК тетрациклина установлено в образце «Мед липовый приморский».

Особую трудность для проведения аналитических определений представляют продукты со сложными многокомпонентными матрицами. Следует учитывать и факт совместного применения антибиотиков.

Одним из распространенных видов пищевой продукции с углеводно-липидной матрицей является печень. В доступных источниках отсутствует информация об обнаружении антибиотиков в куриной печени, реализуемой на территории Приморского края. Предпринята попытка извлечения антибиотиков левомецетина и тетрациклина из куриной печени по ранее разработанным методикам. Однако это не позволило провести выделение, концентрирование и последующий их анализ.

Печень достаточно сложный по составу объект для исследования, содержащий различные классы липидов (триглицериды, фосфолипиды, холестерин и др.), ферменты, белки, гликоген (животный полисахарид), содержание которого колеблется от 2 до 8 %. Все эти вещества, несомненно, мешают определению исследуемых соединений.

Для извлечения и концентрирования левомицетина из пищевых продуктов с липидно-углеводной матрицей (печени куриной) исследована возможность применения природного алюмосиликата монтмориллонита.

Для изучения природы и механизма сорбции выполнен рентгеноструктурный анализ сорбента. В результате установлено, что левомицетин при взаимодействии с сорбентом проникает в поры, уменьшает размер пор сорбента, так называемых «ловушек», захватывающих антибиотики по механизму специфических взаимодействий (сорбционных, гидрофильно-гидрофобных и др.). Методом позитронной аннигиляционной спектроскопии рассчитан удельный объем «ловушек» сорбента, который составил для монтмориллонита $2,87 \text{ нм}^3$, монтмориллонита, модифицированного хитозаном, – $14,95 \text{ нм}^3$.

Показано, что монтмориллонит позволяет эффективно извлекать левомицетин из исследуемой матрицы, однако при элюировании различными растворителями экстракты со степенью чистоты, достаточной для анализа методом ВЭЖХ, не были получены. Степень извлечения левомицетина, определенная методом «введено-найдено», не превышала 27 %. По-видимому, определению мешают липофильные компоненты, которые, предположительно, могут связываться с молекулами антибиотика и существенно снижать концентрацию его в свободной форме в экстракте и частично перекрывать область определения левомицетина на хроматограмме. Следовательно, для точного количественного анализа антибиотика необходимо применять доочистку экстрактов. Для этой цели применяли ранее отработанный нами способ очистки с использованием активированного угля [5]. При применении активированного угля и последующего концентрирования на монтмориллоните степень извлечения левомицетина составила $(78,5 \pm 4,6) \%$.

Исследовано несколько образцов куриной печени, полученной на местной птицефабрике в разное время года, в некоторых образцах был обнаружен левомицетин в следовых количествах (от 0,007 до 0,01 мг/кг).

Совместное определение антибиотиков левомицетина и тетрациклина

Исследование спектров поглощения антибиотиков позволило предположить возможность их совместного экспресс-определения в экстракте (максимум поглощения левомицетина – 286 нм, тетрациклина – два максимума: 275 и 386 нм). В водно-органический экстракт куриной печени вносили некоторое количество левомицетина и тетрациклина, затем проводили сорбцию антибиотиков на монтмориллоните, модифицированном и не модифицированном хитозаном. Показано, что для совместного определения левомицетина и тетрациклина наиболее эффективен монтмориллонит, модифицированный хитозаном. Возможно, модифицирование хитозаном позволяет увеличить сорбционную активность сорбента к исследуемым антибиотикам благодаря появлению специфических взаимодействий.

Левомицетин и тетрациклин последовательно элюировали с сорбента этанолом и подкисленной до pH 4 дистиллированной водой.

Выводы

1. Предложены методики анализа антибиотиков левомицетина и тетрациклина в пищевых продуктах с углеводной (мед) и липидно-углеводной (печень куриная) матрицами.

2. Показана возможность применения сорбентов на основе модифицированных алюмосиликатов для концентрирования антибиотиков левомицетина и тетрациклина при их совместном присутствии в пищевом продукте.

3. Методом «введено-найдено» определены степени извлечения левомицетина и тетрациклина из меда и левомицетина из печени куриной. Для левомицетина степень извлечения из меда составила 90 %, из печени куриной – 78 %, для тетрациклина из образцов меда – 82 %.

4. Определено содержание левомицетина и тетрациклина в меде и левомицетина – в печени куриной, приобретенных в розничной сети г. Владивостока. В двух образцах меда липового обнаружены тетрациклин и левомицетин с содержанием антибиотиков 0,052 и 0,020 мг/кг соответственно. Содержание левомицетина в образцах печени куриной составило от 0,007 до 0,01 мг/кг.

Список литературы

1. Бельтюкова, С.В. Методы определения антибиотиков в пищевых продуктах / С.В. Бельтюкова, Е.О. Ливенцова // Методы и объекты химического анализа. – 2013. – № 1. – С. 4–5.
2. Купинец, Л.Е. Проблемы производства экологически чистой продукции в АПК: международный и национальный аспекты / Л.Е. Купинец, С.К. Харичков; Нац. акад. наук, Ин-т проблем рынка и экон. эконисслед. – М.: ИПРЭИ, 2007. – 676 с.
3. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). – Введ. 2010-05-28. – М.: Изд-во стандартов, 2010.
4. Криничная, В.К. Контроль содержания антибиотиков в пищевых продуктах хроматографическими методами / В.К. Криничная // Пищевая промышленность. – 2013. – № 8. – С. 52–54.
5. Белоусова, К.О. Определение содержания левомицетина в пищевых продуктах с различной массовой долей жира / К.О. Белоусова, Л.И. Соколова // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 3. – С. 1–5.
6. Determination of Chloramphenicol in Honey, Shrimp, and Poultry Meat with Liquid Chromatography–Mass Spectrometry: Validation of the Method According to Commission Decision 2002/657/EC/ Caroline Douny, Joëlle Widart, Edwin de Pauw, Guy Maghuin-Rogister, Marie-Louise Scippo // Food Anal. Methods. – 2013. – Vol.6. – 1458–1465 с.

7. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – Введ. 2001-11-06. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
8. СанПиН 2.3.2.2804-10. Дополнения и изменения № 22 к СанПиН 2.3.2.1078-01. – Введ. 2010-12-27. – М.: Изд-во стандартов, 2010.
9. Determination of antibiotic residues in honey/ S. Barganska, M. Slebioda, J. Namiesnik //Trends of Analytical Chemistry.- 2011. – Vol.30. – № 10 – С.1-7.

DETERMINATION OF ANTIBIOTICS (*CHLORAMPHENICOL AND TETRACYCLINE*) IN FOODS WITH DIFFERENT MATRICES

L.I. Sokolova, K.O. Belyustova, Yu.O. Privar, N.P. Shapkin, V.I. Razov

Far Eastern Federal University,
27, Oktyabrskaya Str., Vladivostok,
Primorsky krai, 690000, Russia

*e-mail: lisokolova@bk.ru

Received: 23.04.2015

Accepted: 30.05.2015

A food product is a multicomponent system containing proteins, fats, carbohydrates. Determination of antibiotics in this case is complicated by the influence of interfering components of different nature. Methods for determining antibiotics (chloramphenicol and tetracycline) in foods with multicomponent matrices (lipid-protein, lipid-carbohydrate) have been proposed. Techniques include antibiotics extraction using various solvents, purification of extracts and concentration of antibiotics using natural sorbents (activated carbon and silica-alumina), followed by eluting of certain components with ethanol and analyzing by high performance liquid chromatography (HPLC) with UV detection. The content of antibiotics was determined in products purchased in retail stores in Vladivostok: lime honey produced in the farms of the Primorsky Territory and the Republic of Bashkortostan, hawthorn honey produced in the farms of the Republic of Bashkortostan, and chicken liver produced in the poultry farms of the Primorsky Territory. The extraction degrees of chloramphenicol and tetracycline from honey and chloramphenicol from chicken liver have been determined by the "added-found" method. The extraction degree of chloramphenicol from honey was 90%, from chicken liver - 78%. The extraction degree of tetracycline from honey samples was 82%. The content of chloramphenicol and tetracycline in some honey samples and chloramphenicol in chicken liver samples purchased in the retail network was determined. Tetracycline and chloramphenicol were found in 2 samples of lime honey with antibiotics content of 0.052 and 0.020 mg/kg, respectively. Chicken liver samples contained from 0.007 to 0.01 mg/kg of chloramphenicol.

Chloramphenicol, tetracycline extraction, adsorption, sorbent, concentration, high-efficient liquid chromatography

References

1. Bel'tyukova S.V., Liventsova E.O. Metody opredeleniya antibiotikov v pishchevykh produktakh [Determination methods of antibiotics in the food products]. *Metody i ob'ekty khimicheskogo analiza* [Methods and objects of chemical analysis], 2013, no. 1, pp. 4-5.
2. Kupinets L.E., Kharichkov S.K. *Problemy proizvodstva ekologicheskoi chistoy produktii v APK: mezhdunarodnyy i natsional'nyy aspekty* [Problems of environmentally friendly products in the agricultural sector: international and national aspects]. Moscow, Institute of Market Problems of RAS, 2007. 676 p.
3. *Edinye sanitarno-epidemiologicheskie i gigienicheskie trebovaniya k tovaram, podlezhashchim sanitarno-epidemiologicheskomu nadzoru (kontrolyu)* [Uniform sanitary and epidemiological and hygienic requirements for goods subject to sanitary-and-epidemiologic supervision (control)]. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 2010.
4. Kirmichnaya V.K., Kasyanenko G.R., Kiseleva T.V. Kontrol' soderzhaniya antibiotikov v pishchevykh produktakh khromatograficheskimi metodami [Control of Contents of Antibiotics in Food by Chromatographic Methods]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2013, no. 8, pp. 52-54.
5. Belyustova K.O., Sokolova L.I. Opredelenie soderzhaniya levomitsetina v pishchevykh produktakh s razlichnoy massovoy dolej zhira [Determination of chloramphenicol in foods with different fat content]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2011, no. 3, pp. 1-5.
6. Caroline Douny, Joëlle Widart, Edwin de Pauw, Guy Maghuin-Rogister, Marie-Louise Scippo. Determination of Chloramphenicol in Honey, Shrimp, and Poultry Meat with Liquid Chromatography–Mass Spectrometry: Validation of the Method According to Commission Decision 2002/657/EC. *Food Anal. Methods*, 2013, vol. 6, pp. 1458–1465.
7. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов [Sanitary norms and rules 2.3.2.1078-01. Hygienic requirements for quality and safety of food raw materials and food products]. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 2001. (In Russian).
8. СанПиН 2.3.2.2804-10. Дополнения и изменения № 22 к СанПиН 2.3.2.1078-01 [Sanitary norms and rules 2.3.2.2804-10. Additions and changes no. 22 to Sanitary norms and rules 2.3.2.1078-01]. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 2010. (In Russian).
9. Barganska S., Slebioda M., Namiesnik J. Determination of antibiotic residues in honey. *Trends of Analytical Chemistry*, 2011, vol. 30, no. 10, pp. 1-7.

Дополнительная информация / Additional Information

Определение антибиотиков (левомицетина и тетрациклина) в пищевых продуктах с различными матрицами / Л.И. Соколова, К.О. Белюстова, Ю.О. Привар, Н.П. Шапкин, В.И. Разов // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 146-152.

Sokolova L.I., Belyustova K.O., Privar Yu.O., Shapkin N.P., Razov V.I. Determination of antibiotics (*Chloramphenicol and Tetracycline*) in foods with different matrices. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 146-152 (In Russ.).

Соколова Лариса Ивановна

канд. хим. наук, доцент, профессор кафедры физической и аналитической химии, ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, Приморский край, г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27, тел.: +7 (4232) 45-76-69, e-mail: lisokolova@bk.ru

Белюстова Карина Олеговна

аспирант кафедры физической и аналитической химии, ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, Приморский край, г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27, тел.: +7 (4232) 45-76-69, e-mail: Karina-velustova@yandex.ru

Привар Юлия Олеговна

магистрант кафедры физической и аналитической химии, ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, Приморский край, г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27, тел.: +7 (4232) 45-76-69, e-mail: privar.juliya@gmail.com

Шапкин Николай Павлович

д-р хим. наук, профессор, профессор кафедры общей, неорганической и элементоорганической химии, ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, Приморский край, г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27, тел.: +7 (4232) 45-76-69, e-mail: npshapkin@mail.com

Разов Валерий Иванович

канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, Приморский край, г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27, тел.: +7 (4232) 45-76-69, e-mail: razov.v.i@dvvfu.ru

Larisa I. Sokolova

Cand.Chem.Sci., Associate Professor, Professor of the Department of Physics and Analytical Chemistry, Far Eastern Federal University, 27, Oktyabrskaya Str., Vladivostok, Primorsky krai, 690000, Russia, phone: +7 (4232) 45-76-69, e-mail: lisokolova@bk.ru

Karina O. Belustova

Postgraduate Student of the Department of Physics and Analytical Chemistry, Far Eastern Federal University, 27, Oktyabrskaya Str., Vladivostok, Primorsky krai, 690000, Russia, phone: +7 (4232) 45-76-69, e-mail: Karina-velustova@yandex.ru

Yuliya O. Privar

Master Student of the Department of Physics and Analytical Chemistry, Far Eastern Federal University, 27, Oktyabrskaya Str., Vladivostok, Primorsky krai, 690000, Russia, phone: +7 (4232) 45-76-69, e-mail: privar.juliya@gmail.com

Nikolai P. Shapkin

Dr.Sci.(Chem.), Professor, Professor of the Department of Non-Organic and Element-Organic Chemistry, Far Eastern Federal University, 27, Oktyabrskaya Str., Vladivostok, Primorsky krai, 690000, Russia, phone: +7 (4232) 45-76-69, e-mail: npshapkin@mail.com

Valeriy I. Razov

Cand.Phys.Math.Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Far Eastern Federal University, 27, Oktyabrskaya Str., Vladivostok, Primorsky krai, 690000, Russia, phone: +7 (4232) 45-76-69, e-mail: razov.v.i@dvvfu.ru



ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЯБЛОЧНОГО ПЮРЕ КАК ОСНОВА ИДЕНТИФИКАЦИИ

А.Н. Табаторович^{1,*}, И.Ю. Резниченко²

¹Омский институт (филиал)
ФГБОУ ВПО «Российский экономический
университет им. Г.В. Плеханова»,
644009, Россия, г. Омск, ул. 10 лет Октября, 195, корп. 18

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

*e-mail: tovaroved 306@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 03.06.2015

Дата принятия в печать: 30.06.2015

Яблочное пюре является важным сырьем в кондитерском производстве. В последнее время в рецептурах кондитерских изделий наблюдается тенденция частичной замены яблочного пюре на пектин, пектиновый концентрат, ароматизаторы и другие пищевые добавки, что отрицательно влияет на их потребительские свойства. Целью исследований явилось выявление специфических маркеров микронутриентного состава пюре из яблок разных помологических сортов, а также их смеси для дальнейшего установления идентификации состава готовых изделий. Объектами исследования выступали образцы натурального яблочного пюре-полуфабрикатов, изготовленные из сортов яблок «Ренет Симиренко», «Айдаред», «Грушовка московская» и смеси сортов. В исследованиях применялись традиционные методы определения показателей качества яблочного пюре. Содержание органических кислот в пюре было определено газохроматографическим методом. В яблочном пюре были определены органолептические и физико-химические показатели качества. Установлено, что активная кислотность (в среднем 3,3) и титруемая кислотность в пересчете на яблочную (0,6–0,7 %) не зависят от сорта яблок. Наибольшая студнеобразующая способность была зафиксирована в пюре сорта яблок «Ренет Симиренко», что обусловлено повышенным содержанием пектина. Выявлено, что соотношение содержания калия и магния во всех образцах не имеет выраженных сортовых отличий и находится в диапазоне 20,2–25,8. Данный показатель может служить одним из критериев идентификации подлинности яблочного пюре. Важными критериями идентификации натуральности также являются содержание яблочной кислоты и соотношение яблочной и лимонной кислот в пюре. Содержание яблочной кислоты варьировало в среднем от 692 мг (пюре смеси сортов) до 770 мг (пюре сорта яблок «Ренет Симиренко»). Расчетное соотношение яблочной и лимонной кислот во всех образцах пюре, за исключением пюре сорта яблок «Грушовка московская», составило 36,4–48,1. Учитывая результаты исследований, можно рекомендовать промышленным изготовителям яблочного пюре применять полученные данные для его идентификации.

Яблочное пюре, показатели качества, идентификация, соотношение калия и магния, яблочная кислота

Введение

Для специалистов кондитерской отрасли яблочное пюре представляет собой важный сырьевой компонент: на его основе производятся повидло и подварки, пюре входит в рецептуры желеино-фруктового и фруктово-ягодного мармелада, пастильных изделий, желеино-фруктовых конфетных масс, начинок для карамели, различных десертов и т.д.

Отсутствие устойчивых хозяйственных связей между промышленными изготовителями пюре и кондитерскими фабриками, рост цен на сырье и транспортные расходы в последние 20–25 лет привели к существенному снижению доли яблочного пюре в рецептурах. Полноценная фруктовая составляющая искусно замещается яблочным пектином или пектиновым концентратом в сочетании с ароматизаторами, загустителями и стабилизаторами консистенции, что негативно влияет на качество.

На законодательном уровне сделаны попытки установить минимально допустимый уровень фруктовых компонентов в некоторых видах саха-

ристых изделий: в пастильных изделиях не менее 11 %, в желеино-фруктовом и фруктово-ягодном мармеладе не менее 10 и 30 % соответственно [1]. Соблюдение этих требований осложняется отсутствием стандартизированных методов определения массовой доли фруктового сырья в готовых изделиях. Разрабатываются оригинальные методики решения данной проблемы, но они нуждаются в соответствующем аппаратном оформлении [2]. Исследований, касающихся выявления подлинности состава самого фруктового сырья, крайне недостаточно.

Целью исследований явилось выявление общих и специфических маркеров микронутриентного состава пюре из яблок разных помологических сортов, а также их смеси для дальнейшего установления идентификации состава готовых изделий.

На производстве возможен выпуск моно- и полисортового яблочного пюре, в большинстве случаев применяется пюре, полученное из яблок смеси помологических сортов, которые предназначены для промышленной переработки по ГОСТ 27572.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования явились пюре-полуфабрикаты из яблок следующих pomological сортов: «Ренет Симиренко» (Азербайджан), «Айдаред» (Краснодарский край), «Грушовка московская» (Омский район), а также на смеси сортов.

Выбор для исследования пюре из зимних сортов яблок «Ренет Симиренко» и «Айдаред» обусловлен значительной их долей на российском потребительском рынке, летне-осенний сорт «Грушовка московская» районирован во всех областях юга Западной Сибири и также является перспективным для переработки. Для получения пюре из смеси сортов в случайном порядке отбирались поступившие в продажу яблоки без указания сорта с различной покровной окраской кожицы, в том числе с не критическими дефектами внешнего вида.

Общая схема производства яблочного пюре приведена на рис. 1 [3]. Пюре готовили в лабораторных условиях в количестве 3 кг для каждого наименования.

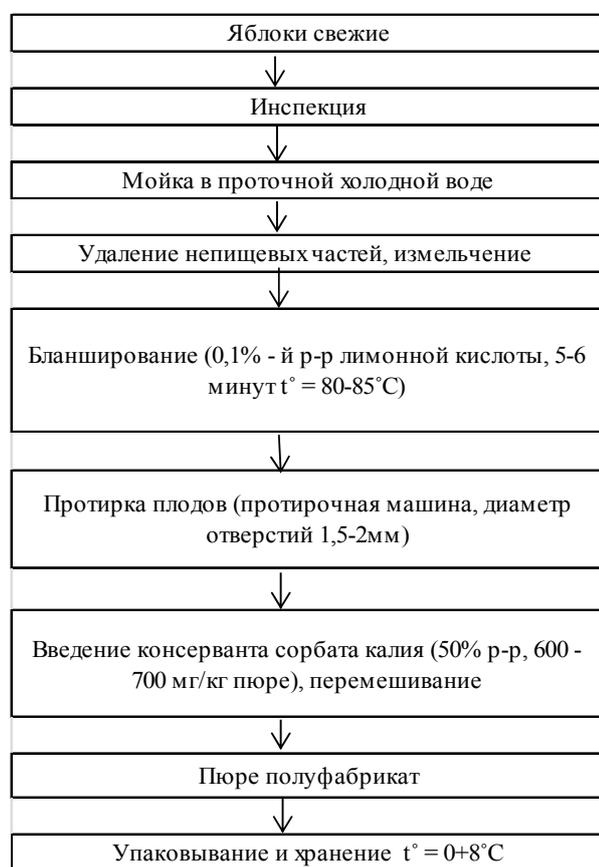


Рис.1. Технологическая схема производства яблочного пюре

Определение органолептических и физико-химических показателей качества опытных образцов пюре проводилось в лаборатории кафедры торгового дела Омского института (филиала) РЭУ им. Г.В. Плеханова, витаминно-минеральный состав и кислотный профиль пюре – в аккредитованной испытательной лаборатории ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области».

Физико-химические показатели определялись следующими методами:

- массовая доля сухих веществ – термогравиметрическим методом по ГОСТ 28561-90;
- массовая доля титруемых кислот (в расчете на яблочную) – потенциометрическим титрованием по ГОСТ 25555.0-82;
- активная кислотность (рН) с помощью рН-метра SevenCompact S220 по ГОСТ 26188-84;
- массовая доля общего сахара и редуцирующих сахаров – по ГОСТ 8756.13-87;
- массовая доля пектиновых веществ – весовым кальций-пектатным методом [4];
- минеральный состав – методом атомной абсорбции, основанным на распылении минерализата в воздушно-ацетиленовом пламени и измерении резонансного поглощения атомов определяемого элемента при помощи атомно-абсорбционного спектрометра Varian 240F (Германия) [4];
- содержание аскорбиновой кислоты – потенциометрическим титрованием вытяжки 2,6-дихлорфенолиндифенолятом Na (краской Тильманса);
- студнеобразующая способность – путем уваривания пюре с сахаром-песком [5];
- содержание органических кислот – газохроматографическим методом, основанным на переводе кислот, содержащихся в навеске пробы пюре, в летучие этиловые эфиры, с последующим определением последних на хроматографе «Хроматэк Кристалл 5000.1» с пламенно-ионизационным детектором [4]. Для определения использовались: капиллярная кварцевая колонка ДВ-5 (30 м × 0,53 мм × 1,5 мкм), газ-носитель водород, ротационный испаритель, микрошприц на 10 мкл Hamilton (Англия). Идентификацию эфиров проводили по времени удержания этиловых эфиров – метчиков кислот в виде хроматографических пиков.

Результаты и их обсуждение

Все образцы пюре представляли однородную, умеренно вязкую массу, без частиц кожицы, грубых волокон и семян. По вкусу пюре характеризовалось как кисло-сладкое. Наиболее выраженный аромат фиксировался у пюре сорта яблок «Грушовка московская». Цвет пюре: от зеленовато-кремового («Ренет Симиренко») до темно-кремового («Грушовка московская»).

Физико-химические показатели опытных образцов яблочного пюре представлены в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно, что доля сухих веществ в образцах натурального яблочного пюре составляла в среднем 10 %.

Значения показателей активной и титруемой кислотности (в пересчете на яблочную кислоту) относительно постоянны и не связаны с сортовыми особенностями.

В составе сухого остатка пюре преобладающими компонентами являлись сахара, общее содержание которых составляло в среднем от 7,8 до 9,7 %. Среди анализируемых образцов наименьшим количеством общего сахара отличалось пюре из яблок сорта «Ренет Симиренко», а наибольшим – «Айдаред».

Физико-химические показатели образцов натурального яблочного пюре
 $\bar{x} \pm \Delta_x, n=5$

| Показатель | Сорт «Ренет Симиренко» | Сорт «Айдаред» | Сорт «Грушовка московская» | Смесь помологических сортов |
|--|------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Массовая доля сухих веществ, % | 9,7±0,1 | 10,1±0,1 | 10,0±0,1 | 9,3±0,1 |
| Титруемая кислотность (в расчете на яблочную кислоту), % | 0,7±0,1 | 0,6±0,1 | 0,6±0,1 | 0,7±0,1 |
| pH, ед. | 3,3±0,2 | 3,4±0,2 | 3,2±0,2 | 3,2±0,2 |
| Массовая доля сахаров, %: | | | | |
| общие | 7,8±0,2 | 9,7±0,1 | 9,1±0,2 | 9,0±0,1 |
| редуцирующие | 2,7 | 4,1 | 5,9 | 4,0 |
| Сахарокислотный индекс | 12,3 | 12,8 | 15,0 | 13,9 |
| Массовая доля пектиновых веществ, % | 1,18±0,03 | 0,74±0,02 | 0,62±0,02 | 0,79±0,03 |
| Качественная проба на желе | Пюре быстрожелирующее | Удовлетворительная | | |
| Посторонние примеси | Не обнаружены | | | |

Примечание. Достоверность значений при уровне значимости $p < 0,05$, тест Манна-Уитни.

Качественное определение отдельных сахаров в данной работе не проводилось, однако представлялось интересным выявить долю редуцирующих сахаров (глюкозы и фруктозы), а соответственно и сахарозы, в составе пюре. Для технологов это важно с позиции определения рецептурных дозровок сахара-песка в составе желеино-фруктовых мармеладов, пастильных изделий. Кроме того, редуцирующие сахара, или сахара до инверсии, обладают гидрофильными свойствами, которые влияют на динамику влажности готовых изделий. Расчеты, произведенные по данным табл. 1, показывают, что наибольшая доля редуцирующих сахаров в составе общего сахара зафиксирована в пюре яблок сорта «Грушовка московская». Наименьшая доля глюкозы и фруктозы – в составе яблочного пюре сорта яблок «Ренет Симиренко» (2,7 %). Соответственно, в этом пюре преобладающим углеводом является сахароза.

Массовая доля пектиновых веществ в составе образцов пюре составила 0,62–1,18 %. Выявлена прямая зависимость между количеством общего пектина в составе пюре и его студнеобразующей способностью. В частности, пюре сорта «Ренет Симиренко» с наибольшим количеством пектина (1,18 %), образует прочное желе уже за 6,5–7 мин после начала студнеобразования. Данные по исследуемым показателям пюре этого сорта коррелируют с аналогичными результатами, полученными в Курской области [6].

Время образования и прочность студня на основе яблочного пюре объясняются прежде всего молекулярной массой пектиновых молекул, степенью этерификации карбоксильных групп (более 50 %), а также оптимальными для желирования значениями pH.

Для пастилы, доля яблочного пюре в рецептуре которой может достигать до 50–75 %, желирующая

способность пюре имеет существенное значение. Пюре с повышенным содержанием пектина и/или его высокой студнеобразующей способностью оказывает отрицательное воздействие на структурно-механические свойства пастилы. Изделия становятся излишне плотными, покрытыми твердой корочкой, формируется их затяжистая вязкая консистенция. Специалистами ВНИИ кондитерской промышленности доказано, что для производства пастильных изделий наилучшим по качеству является яблочное пюре с прочностью студня по Валенту 250–350 г [7].

Исследования микронутриентов проводились для семи минеральных элементов и аскорбиновой кислоты. Результаты определения представлены в табл. 2.

Данные, представленные в табл. 2, свидетельствуют о высоком содержании калия во всех исследуемых образцах яблочного пюре – в среднем 111,0 мг/100 г сырой массы пюре. Справочные данные о составе свежих яблок (без указания сорта) свидетельствуют о более чем двукратном превышении этого количества [8, 9].

Наибольшее содержание калия выявлено в пюре сорта «Ренет Симиренко», различие от минимального значения составило немногим более 20 %. Рассчитанный коэффициент вариации по этому показателю для данных образцов составил 8,2 % (высокая однородность совокупности), поэтому калий, вероятно, следует рассматривать как один из важных биомаркеров аутентичности состава яблочного пюре и кондитерских изделий с относительно высоким его содержанием.

Содержание магния в пюре отличалось относительно постоянством и в среднем по всем образцам составило 5,0 мг/100 г пюре, наибольшее значение этого макроэлемента, как и калия, отмечалось для пюре «Ренет Симиренко».

Витаминно-минеральный состав образцов натурального яблочного пюре, мг/100 г
 $\bar{x} \pm \Delta_x, n=5$

| Показатель | Характеристика показателей пюре | | | |
|-----------------------|---------------------------------|----------------|----------------------------|-----------------------------|
| | Сорт «Ренет Симиренко» | Сорт «Айдаред» | Сорт «Грушовка московская» | Смесь помологических сортов |
| Витамины: | | | | |
| аскорбиновая кислота | 14,1±2,8 | 7,7±0,8 | 10,4±1,6 | 8,9±1,3 |
| Макроэлементы: | | | | |
| калий | 123,0±30,0 | 116,0±27,0 | 104,0±26,0 | 101,0±25,0 |
| кальций | 6,3±1,9 | 6,7±1,4 | 5,5±1,6 | 5,8±1,7 |
| натрий | 26,2±3,0 | 28,4±2,1 | 22,2±2,2 | 24,0±3,8 |
| магний | 6,1±1,8 | 4,5±0,8 | 4,9±1,5 | 4,4±1,3 |
| Микроэлементы: | | | | |
| марганец | 0,043±0,013 | 0,034±0,009 | 0,039±0,012 | 0,031±0,009 |
| медь | 0,70±0,14 | 0,083±0,008 | 1,1±0,2 | 0,19±0,06 |
| железо | 2,1±0,8 | 0,73±0,31 | 2,9±0,9 | 0,66±0,13 |

Примечание. Достоверность значений при уровне значимости $p < 0,05$, тест Манна-Уитни.

Следует отметить, что расчетное соотношение калий/магний в опытных образцах варьировало в среднем от 20,2 («Ренет Симиренко») до 25,8 («Айдаред»), что может говорить об определенных закономерностях этого показателя, не зависящих от сорта. Тем не менее с позиции нутрициологии найденное соотношение калия и магния в пюре далеко от оптимального для усвоения, составляющего 1:0,5.

Сортные особенности яблочного пюре по содержанию кальция и натрия не были обнаружены, в целом соответствовали имеющимся справочным данным для свежих плодов и также могут быть использованы в комплексной оценке [8].

Содержание микроэлемента марганца во всех образцах пюре оказалось стабильным и в среднем составило 0,037 мг/100 г пюре.

Что касается двух других микроэлементов, то определенной закономерности их содержания не выявлено. Пюре сорта яблок «Грушовка московская» (Омский район) отличалось повышенным количеством меди и железа (содержание последнего выше усредненных справочных данных для свежих плодов на 31,8 %). Для пюре яблок сорта «Айдаред» и из смеси сортов содержание железа и меди, наоборот, оказалось крайне низким.

По причине высокой лабильности состава микроэлементов, зависящего от почвенно-климатических и географических факторов, для формирования определенной базы данных содержания микроэлементов яблок и пюре необходимы многолетние исследования в различных регионах.

Результаты исследований показали низкое содержание аскорбиновой кислоты во всех образцах яблочного пюре: по расчету в среднем 10,3 мг/100 г, что в целом соответствует свежим плодам и более чем в 6 раз оказалось выше проведенных ранее исследований пюре. Пюре «Ренет Симиренко» отличалось несколько большим ее накоплением, что косвенно подтверждает имеющиеся данные о содержании аскорбиновой кислоты в яблоках указанного сорта на уровне 49 мг/100 г. Следует подчеркнуть, что из-за высокой химической активности аскорбиновой кислоты под действием аскорбатоксидазы, длительности и трудоемкости определения и разной сходимости результатов методик определения содержание данного микронутриента не может являться надежным биомаркером подлинности состава.

Представлялось интересным выяснить содержание определенных нелетучих органических кислот в составе пюре (табл. 3). Образец хроматограммы определения кислот приведен на рис. 2.

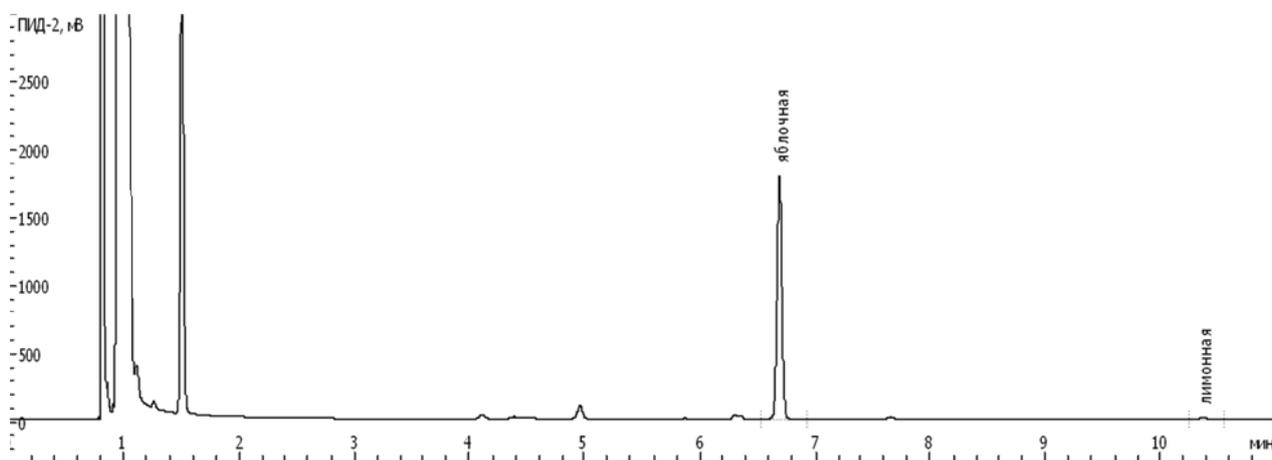


Рис. 2. Хроматограмма определения органических кислот в пюре из смеси помологических сортов

Содержание органических кислот в образцах натурального яблочного пюре, мг/100 г
 $\bar{x} \pm \Delta_x, n=5$

| Наименование кислот | Сорт «Ренет Симиренко» | Сорт «Айдаред» | Сорт «Грушовка московская» | Смесь помологических сортов |
|---------------------|------------------------|----------------|----------------------------|-----------------------------|
| Винная | Менее 5,0 | | | |
| Лимонная | 16,0±4,0 | 18,0±4,0 | 87,0±21,0 | 19,0±5,0 |
| Молочная | Менее 5,0 | | | |
| Фумаровая | Менее 5,0 | | 7,5±2,0 | Менее 5,0 |
| Щавелевая | Менее 5,0 | | | |
| Яблочная | 770±116,0 | 702,0±106,0 | 716,0±107,0 | 692,0±104,0 |
| Янтарная | Менее 5,0 | | | |

Примечание. Достоверность значений при уровне значимости $p < 0,05$, тест Манна-Уитни.

Из данных табл. 3 следует, что во всех образцах содержание винной, молочной, щавелевой и янтарной кислот фиксировалось ниже уровня 5 мг/100 г пюре. Янтарная кислота часто фиксируется только на начальной стадии созревания и в плодах на стадии съемной зрелости. Отсутствие молочной кислоты свидетельствует о микробиологической чистоте образцов пюре. Фумаровая кислота, незначительное количество которой обнаружено в пюре сорта «Грушовка московская», вероятно, является промежуточной стадией превращений янтарной кислоты в яблочную и далее в щавелевоуксусную, отмеченные *in vitro* [9].

Преобладающей органической кислотой являлась яблочная, содержание которой в среднем составило 720 мг/100 г пюре и варьировало в среднем от 692 мг (пюре смеси сортов) до 770 мг (пюре сорта «Ренет Симиренко»). Расхождение между этими значениями не превышало границ доверительных интервалов, определенных для каждого образца, коэффициент вариации составил 4 %.

Содержание лимонной кислоты в целом оказалось невысоким: в среднем для трех образцов этот показатель не превысил 16,0–19,0 мг/100 г пюре. Особняком стоит пюре яблочное сорта «Грушовка московская», в котором этот показатель составил в среднем 87 мг/100 г. Подтвердить или опровергнуть данную сортовую особенность не представляется возможным, так как системные исследования,

характеризующие количественный состав отдельных органических кислот по данному сорту яблок и пюре, в литературе не отмечены.

При установлении подлинности состава пюре важным показателем может служить расчетное соотношение яблочной и лимонной кислот, которое для вышеуказанных образцов составило 36,4–48,1, для пюре сорта «Грушовка московская» – 8,2.

Таким образом, по результатам исследований получены данные, учитывающие определенные закономерности химического состава яблочного пюре, не зависящие от сорта и географического произрастания плодов.

Обнаружены устойчивые показатели и микронутриентные маркеры яблочного пюре: титруемая и активная кислотность, содержание калия и других макроэлементов, соотношение калия и магния, содержание яблочной и лимонной кислот и их соотношение. В пюре сорта яблок «Грушовка московская» (Омский район) выявлено повышенное содержание лимонной кислоты, меди и железа.

Полученные количественные значения не являются абсолютными, так как обусловлены влиянием комплекса меняющихся факторов. Эти данные важны с позиции накопления массива знаний с целью установления особенностей состава пюре яблок аналогичных сортов, произрастающих в разных географических и климатических зонах.

Список литературы

- ГОСТ Р 53041-2008. Изделия кондитерские и полуфабрикаты кондитерского производства. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2009. – 16 с.
- Способ определения массовой доли яблочного пюре в мармеладе и жележном корпусе конфеты: пат. 2492469 Рос. Федерация: МПК G01N33/02 / Руденко О.С., Ибрагимов М.М., Кондратьев Н.Б., Керби О.А., Савенкова Т.В.; заявитель и патентообладатель Российская академия сельскохозяйственных наук Государственное научное учреждение научно-исследовательский институт кондитерской промышленности (ГНУ НИИКП). – № 2012125209/15; заявл. 19.06.2012; опубл. 10.09.2013, Бюл. № 25.
- Герасимова, И.В. Сырье и материалы кондитерского производства / И.В. Герасимова. – М.: Агропромиздат, 1991. – 204 с.
- Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: Брандес-Медицина, 1998. – 340 с.
- Лурье, И.С. Технологический контроль сырья в кондитерском производстве / И.С. Лурье, А.И. Шаров. – М.: Колос, 2001. – 352 с.
- Пьяникова, Э.А. Анализ потребительских, технических, функциональных свойств яблок, районированных в Курской области // Товаровед продовольственных товаров. – 2013. – № 9. – С. 67–71.

7. Горячева, Г.Н. Особенности использования фруктово-ягодных полуфабрикатов / Г.Н. Горячева, Т.В. Савенкова, Ю.А. Тарасенко // Кондитерское производство. – 2006. – № 1. – С. 13.
8. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 235 с.
9. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова [и др.]; под ред. А.П. Нечаева. – Изд-е 3-е, испр. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 640 с.

PECULIARITIES OF CHEMICAL COMPOSITION OF APPLE PUREE AS THE BASIS FOR IDENTIFICATION

A.N. Taborovich^{1,*}, I.Yu. Reznichenko²

¹Omsk Institute (branch),
Plekhanov Russian University of Economics
195/ 18, 10 years of October Str., Omsk, 644009, Russia

²Kemerovo Institute of Food Science
and Technology (University),
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

*e-mail: tovaroved 306@mail.ru

Received: 03.06.2015

Accepted: 30.06.2015

Apple puree is an important raw material in confectionery manufacture. The current confectionery recipes have a tendency of partial replacement of apple puree for pectin, pectin concentrate, flavoring agents and other food additives, which negatively affect their consumer qualities. The aim of research was to identify specific markers of micronutrient puree composition based on apples of different pomological varieties and their mixtures to further identify the finished product composition. The objects of study were samples of natural apple puree as semi-finished products made of apple varieties "Renet Simirenko", "Ajdaled", "Grushovka moskovskaya" and mixed varieties. The traditional methods of determining the quality indices of apple puree have been used in the process of study. The concentrations of organic acids in the puree have been established by the method of gas chromatography. The organoleptic, physical and chemical parameters have been determined in apple puree. The active acidity (on average 3.3) and titratable acidity calculated as malic acid (0.6-0.7%) do not depend on the apple variety. The highest jelly forming ability has been revealed in puree of apple variety "Renet Simirenko", which is due to the increased pectin content. It has been found, that the ratio of potassium and magnesium in all samples does not have varietal differences and it ranges from 20.2 to 25.8. This index can serve as one of the identification criteria for the authenticity of apple puree. Important criteria are also the content of malic acid and the ratio of malic and citric acids in puree. The content of malic acid ranged from an average of 692 mg (puree of mixed varieties) to 770 mg (puree from "Renet Simirenko"). The estimated ratio of malic and citric acids in all puree samples, except puree from "Grushovka moskovskaya", was 36.4-48.1. Taking into account the research results, the manufacturers of apple puree can use these data to identify it.

Apple puree, quality indices, identification, ratio of potassium and magnesium, malic acid

References

1. GOST R 53041-2008. *Izdeliya konditerskie i polufabrikaty konditerskogo proizvodstva. Terminy i opredeleniya*. [State Standard R 53041-2008. Confectionery and half-finished products of confectionery manufacture. Terms and definitions]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 16 p.
2. Rudenko O.S., Ibragimova M.M., Kondrat'ev N.B., Kerbi O.A., Savenkova T.V. *Sposob opredeleniya massovoy doli yablochnogo pyure v marmelade i zheleynom korpuse konfety* [The method for determination of apple puree in marmalade and basis jelly candies]. Patent RF, no. 2492469, 2012.
3. *Rukovodstvo po metodam analiza kachestva i bezopasnosti pishchevykh produktov* [Guidance on methods of quality control and safety of foodstuffs]. Moscow, Brandes – Meditsina Publ., 1998. 340 p.
4. *Pishhevaya khimiya* [Food chemistry]. St. Petersburg, GIORД Publ., 2004. 640 p.
5. *Khimicheskiy sostav rossiyskikh pishchevykh produktov* [The chemical composition of Russian food products]. Moscow, DeLee print, 2002. 235 p.
6. Lur'e I.S., Sharov A.I. *Tekhnologicheskiy kontrol' syr'ya v konditerskom proizvodstve* [Technological control of raw material in confectionery manufacture]. Moscow, Kolos, 2001. 352 p.
7. Gerasimova I.V. *Syr'e i materialy konditerskogo proizvodstva* [Raw materials and supplies of confectionery manufacture]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1991. 204 p.
8. Pyanikova E.A., Evdokimova O.V., Ovchinnikova E.V., Nepochatykh Yu.A. *Analiz potrebitel'skikh, tekhnicheskikh, funktsional'nykh svoystv yablok, rayonirovannykh v Kurskoy oblasti* [Analysis of consumer, technical, functional properties of apples, zoned in Kursk region]. *Commodity researcher of food products*, 2013. no. 9. pp. 67–71.

9. Goryacheva G.N., Savenkova T.V., Tarasenko Yu.A. Osobennosti ispol'zovaniya fruktovo-yagodnykh polufabrikatov [Features of using of fruit and berry half-finished products]. *Confectionery manufacture*, 2006. no. 1. p. 13.

Дополнительная информация / Additional Information

Табаторович, А.Н. Особенности химического состава яблочного пюре как основа идентификации / А.Н. Табаторович, И.Ю. Резниченко // *Техника и технология пищевых производств*. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 153-159.

Tabatorovich A.N., Reznichenko I.Yu. Peculiarities of chemical composition of apple puree as the basis for identification. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 153–159 (In Russ.).

Табаторович Александр Николаевич

канд. техн. наук, доцент кафедры торгового дела, Омский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», 644009, Россия, г. Омск, ул. 10 лет Октября, 195, корп. 18, тел.: +7 (3812) 28-18-08, e-mail: tovaroved 306@mail.ru

Резниченко Ирина Юрьевна

д-р техн. наук, профессор, профессор 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

Alexander N. Tabatorovich

Cand.Tech.Sci., Associate Professor of the Department of Trading Business, Omsk Institute (branch), Plekhanov Russian University of Economics, 195/18, 10 years of October Str., Omsk, 644009, Russia, phone: +7 (3812) 28-18-08, e-mail: tovaroved 306@mail.ru

Irina Yu. Reznichenko

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Professor of the Department of Commodity 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



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 А4 (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 кратким (не более 10 слов), но информативным и отражать ос-

новной 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. Подрисовочная 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 Excel 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 ПЛАВЛЕННЫХ 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. – С. 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, no5, pp. 14-15. (In Russ.).
2. Rozdova V.F. Rastitel'nye belki v sostave plavlennyh 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.

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.??? (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)
№ 3 (38), 2015**

Ответственный за выпуск *Е.В. Дмитриева*

Литературный редактор *А.В. Дюмина*

Компьютерная верстка и оформление обложки *О.П. Долгополова*

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 16.09.2015.

Дата выхода в свет 16.09.2015. Формат 60×84^{1/8}.

Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.

Печать офсетная. Усл. п. л. 20,5. Уч.-изд. л. 19,0.

Тираж 300 экз. Заказ № 52. Цена свободная.

Адрес редакции:

650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, к. 1212, тел. (3842)39-68-45
[http: fptt-journal.ru](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